

Bioenergitiltak og effekter på bio- mangfold

Anne Sverdrup-Thygeson
Erik Framstad



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Norsk institutt for naturforskning

Bioenergitiltak og effekter på bio- mangfold

Anne Sverdrup-Thygeson
Erik Framstad

Sverdrup-Thygeson, A. & Framstad, E. 2007. Bioenergitiltak og effekter på biomangfold. – NINA Rapport 311. 38 s.

Oslo, november 2007

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1875-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Erik Framstad

KVALITETSSIKRET AV

Inga Bruteig

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Erik Framstad (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Miljøverndepartementet

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Asbjørn Solås, Marianne Kroglund

FORSIDEBILDE

Tømmerlunner i Dividalen, Troms (foto: Erik Framstad)

NØKKEWORD

skog – kulturlandskap – bioenergi – biomangfold

KEY WORDS

forest – agricultural landscape – bioenergy – biodiversity

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeltgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Sverdrup-Thygeson, A. & Framstad, E. 2007. Bioenergitiltak og effekter på biomangfold. – NINA Rapport 311. 38 s.

Norske myndigheter har som mål å tilnærmet doble forbruket av bioenergi innen 2020 som ledd i arbeidet med å redusere Norges utslipp av klimagasser og dermed bidra til en bedre klimautvikling. Flere ulike tiltak er aktuelle, bl.a. å øke bruken av biomasse fra skog og jordbruk. Dette kan føre til endringer i arealbruk eller driftsform og dermed ha effekter på biologisk mangfold. I denne utredningen vurderer vi hvordan tiltak for å øke uttaket av biomasse fra skog og jordbruk til bioenergi kan påvirke biomangfoldet. Vi har imidlertid ikke vurdert om slike tiltak vil gi et positivt bidrag til karbonbalansen, om de har andre miljøvirkninger eller om tiltakene er samfunnsmessig fornuftige og dermed realistiske å iverksette.

Ut fra foreliggende rapporter om potensialet for bioenergi synes det som de mest aktuelle tiltakene for å utnytte biomasseressurser fra skogen til bioenergi på kort sikt er uttak av greiner, topper (GROT) og tynningsvirke fra skogbestand nær vei i sentrale strøk. Dessuten kan etterspørsel etter bioenergi gi bedre avsetning for lauvtrevirke som nå er vanskelig å selge. I jordbrukslandskapet er det mest aktuelt med rydding av gjengroingsarealer i tilknytning til jordbruksareal i drift. Halm og kornavrens kan også utnyttes til bioenergi i noen grad. Disse tiltakene vil trolig være mest aktuelle på lokal skala.

Utnytting av bioenergiressurser fra skog og jordbruksarealer er mulig på måter som er akseptable og som delvis gir positiv effekt på biomangfoldet. Uttak av greiner, topper og tynningsvirke i skog kan være akseptabelt i forhold til biomangfold, men det er nødvendig med retningslinjer for å sikre at uttaket foregår skånsomt i forhold til viktige økosystemfunksjoner og habitatressurser for arter. Generelle Levende Skog-hensyn må ivaretas, og hensynet til næringsbalansen i jorda må sikres. Rydding av gjengroingsarealer i jordbruket er positivt for landskapsbilde, friluftsliv og kulturminner. Det kan også ha positiv effekt for biomangfoldet, men dette vil avhenge av arealenes tilstand og oppfølging. Avvirkning bør skje kort tid etter gjengroing mens kulturlandskapsarter fremdeles finnes der. Hvis suksesjonen av lauvskog har kommet langt nok, bør arealene heller skjøttes som verdifull lauvskog for å få fram store/gamle lauvtrær.

Høsting av bioenergiressurser vil også kunne ha betydelige negative effekter for biomangfoldet. Inngrep i rike skogtyper, truede vegetasjonstyper og habitater med konsentrasjon av arter (spesielt rødlistearter) må unngås. Økt avvirkning i "nye" områder (langt fra eksisterende veinett, i bratt terreng osv) vil påvirke områder som kan ha funksjon som naturskog med spesielle leveområder for sårbare arter. Mer intensiv skogsdrift og høsting av bioenergiressurser utløser behov for registrering av miljøverdier i slike områder og kan medføre økt behov for å sikre aktuelle miljøverdier gjennom vern.

Dagens planer for utnyttelse av biomasse til bioenergi er for generelle og uspesifikke med hensyn til konkrete tiltak, arealer og driftsformer til at det er mulig å beskrive effekter på biomangfoldet. Det er også store hull i vår kunnskap om hvordan mange av tiltakene vil kunne virke på ulike deler av biomangfoldet, spesielt i forhold til mer komplekse samvirkninger, effekter på karbonbalansen, langsiktige effekter og effekter på landskapsnivå. Ved maksimal utnyttelse av biomasseressursene må vi ha omfattende og presis kunnskap for å sikre at tiltakene er bærekraftige i forhold til biologisk mangfold og andre miljøhensyn. Alternativt må vi legge inn større sikkerhetsmargin i form av miljøhensyn, verneområder og andre "buffere" mot en negativ miljøutvikling.

Anne Sverdrup-Thygeson og Erik Framstad, NINA, Gaustadalleen 21, 0349 Oslo

Abstract

Sverdrup-Thygeson, A. & Framstad, E. 2007. Bioenergy measures and effects on biodiversity. – NINA Rapport 311. 38 p.

Norwegian authorities have an objective of nearly doubling the consumption of bioenergy by 2020 as a measure to reduce the emissions of greenhouse gasses and thus contribute to a better climate development. Several different measures are possible, e.g., to increase the use of biomass from forests and agricultural land. This may lead to changes in land use or land management, with consequences for biodiversity. In this report, we assess how measures to increase the harvesting of biomass from forests and agriculture may affect biodiversity. We do not evaluate whether such measures will contribute positively to the carbon balance, if they have other environmental consequences or if they make sense in practical terms.

Recent reports indicate that the most relevant biomass resources from forests for bioenergy are branches, treetops and trees from thinning from forest stands near roads in central regions. In addition, demand for bioenergy may improve the market for broad-leaved hardwoods. In the agricultural landscape, clearing of trees on marginal land close to actively managed arable land may be most relevant, but straw and cereal remains may also be used for bioenergy. These measures will probably be most relevant at local scales.

Exploitation of bioenergy resources from forests and agricultural land may be acceptable or even beneficial for biodiversity. Exploitation of branches, treetops and trees from forest thinning is acceptable, but guidelines are needed to ensure maintenance of important ecosystem functions and habitat resources for species. General "Living Forest" concerns should be maintained, as must the nutrient balance of the soil. Clearing of trees from marginal agricultural land is a positive measure for landscape, recreation and cultural heritage values. It may also be positive for biodiversity, but this depends on the state and management of the land. Tree cutting should happen as quickly after re-growth as possible, while species of open lands are still present. If re-growth of broad-leaved trees has progressed far enough, the land should rather be managed as valuable deciduous forest to benefit large/old trees.

Harvesting of bioenergy resources may also have considerable negative effects on biodiversity: Exploitation in rich forest types, threatened vegetation types and habitats with concentrations of species (especially red-listed species) must be avoided. Increased harvesting in "new" forestry areas (far from roads, in steep terrain etc) will influence areas that may function as natural forest with special habitats for vulnerable species. More intensive forest management and harvesting of bioenergy resources in such areas will require more surveys of environmental values and may increase needs for forest protection.

Current plans for exploitation of biomass for bioenergy in Norway are too general and unspecific with respect to measures, locations and management to give a precise description of effects on biodiversity. There are also large gaps in our knowledge of how the measures may affect biodiversity, especially with respect to more complex interactions, effects on the carbon balance, long-term and landscape-level effects. With maximal exploitation of bioenergy resources, we need extensive and precise knowledge to ensure that the measures are sustainable with respect to biodiversity and other environmental concerns. Alternatively, we will have to secure a wider margin of safety in the form of environmental constraints, protection measures and other buffers against negative environmental consequences.

Anne Sverdrup-Thygeson and Erik Framstad, NINA, Gaustadalleen 21, NO-0349 Oslo, Norway

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Forord	6
1 Bakgrunn og problemforståelse	7
2 Målsettinger og potensial for bioenergi	9
2.1 Målsettinger for klima og bioenergi	9
2.2 Bruk og potensial for bioenergi i Norge	10
3 Norges biologiske mangfold	13
3.1 Arter	13
3.1.1 Økende artsmangfold med økende produktivitet	13
3.1.2 Rødlistete arter	15
3.2 Truete og spesielle naturtyper	15
4 Bioenergitiltak i jordbruket	17
4.1 Energivækster på dyrket mark	17
4.2 Energiskog på marginal jordbruksmark	18
4.3 Høsting av bioenergi på gjengroingsarealer	18
4.4 Økt utnyttelse av avfall/restmateriale fra jordbruket	19
5 Bioenergitiltak i skogbruket	20
5.1 Mer aktiv høsting av biomassen som allerede er i bestandet	20
5.1.1 Uttak av hogstavfall (GROT)	20
5.1.2 Uttak av "ukurant virke" inkludert lauvtrevirke	22
5.1.3 Uttak av stubber	23
5.1.4 Uttak av virke fra rydding under kraftlinjer	23
5.2 Tiltak for økt produksjon av høstbar biomasse per areal og tid	24
5.2.1 Økt satsing på skogkultur og skogskjøtsel for å fremme økt produksjon	24
5.2.2 Effekter av økt kjøring/transport i bestandet	25
5.2.3 Treslagsskifte inkludert bruk av foredlet plantemateriale	26
5.2.4 Nitrogengjødsling	27
5.3 Økt aktivitet på "nye" arealer	27
5.3.1 Økt aktivitet i dagens "nullområder" og på lav bonitet	27
5.3.2 Økt satsing på skogreising	29
5.4 Uttak av bioenergi fra myr	29
6 Konklusjon	30
7 Etterord: Er bioenergitiltak realistiske og effektive klimatiltak?	32
8 Referanser	34
Vedlegg 1: Signaler fra norske myndigheter i "Klimameldingen"	37

Forord

NINA ble sommeren 2007 bedt av Miljøverndepartementet om å gjennomføre en utredning om klimatiltak og effekter på biologisk mangfold, med fokus på bioenergi. Bakgrunnen for oppdraget er det politiske målet om å prioritere tiltak som har positiv effekt både for å motvirke klimændringer og for bevaring av biologisk mangfold og andre viktige miljøverdier. Dette innebærer også at man vil unngå tiltak med negative effekter for biologisk mangfold og andre miljøverdier.

Oppdragets målsetning var å belyse hvordan potensielle klimamotiverte tiltak i skog og kulturlandskap, primært knyttet til satsing på bioenergi inkludert biodrivstoff, kan påvirke biologisk mangfold. Skog og kulturlandskap er leveområder for henholdsvis 48 % og 35 % av rødlisteartene. I tillegg finner man her sjeldne og truede naturtyper. Det er derfor behov for økt kunnskap om og gode naturfaglige vurderinger av mulige positive og negative effekter for biologisk mangfold som følge av klimamotiverte tiltak i skog og kulturlandskap.

Utredningen gir naturfaglige vurderinger av hvilke positive eller negative effekter ulike tiltak for økt bioenergi høsting kan ha for bevaring av biologisk mangfold.

Oppdraget er utført av Anne Sverdrup-Thygeson og Erik Framstad. Asbjørn Solås i Miljøverndepartementet har bidratt med informasjon om myndighetenes arbeid på bioenergiområdet. I arbeidet har vi hatt kontakt med flere norske og et nordisk prosjekt som har arbeidet med ulike problemstillinger knyttet til bioenergi i samme periode som dette prosjektet.

Oslo, november 2007

Erik Framstad
Prosjektleder, NINA

1 Bakgrunn og problemforståelse

Norske myndigheter har en rekke ambisiøse miljømål, bl.a. knyttet til bevaring av biologisk mangfold og reduksjon i klimaendringer og deres effekter:

- Stoppe tapet av biologisk mangfold innen 2010 (Soria Moria erklæringen 2005)
- Redusere utslippet av klimagasser til 1% over nivået i 1990 innen 2012 (Miljøverndepartementet 2007)

Det er viktig å sikre at innsats for å nå ett slikt miljømål ikke fører til forverring for andre viktige miljømål.

Som ett av flere tiltak for å begrense klimaendringene knyttet til utslipp av CO₂ og andre klimagasser, vil det være ønskelig å øke andelen av bioenergi i norsk energiforsyning. Med bioenergi forstår vi energi basert på ulike former for bruk av biologisk materiale (biomasse).

De ulike tiltakene for å øke forbruket av energi fra biomasse kan imidlertid påvirke biologisk mangfold – både positivt og negativt. For å forhindre at målet om å begrense menneskeskapte klimaendringer kommer i konflikt med målet om å hindre tapet av biologisk mangfold, er det viktig å avklare hva slags konsekvenser økt bruk av ulike former for bioenergi kan ha på det biologiske mangfoldet.

Målet med denne utredningen kan formuleres som å *avklare hva slags – positive eller negative – konsekvenser økt bruk av ulike typer bioenergi kan få for det biologiske mangfoldet i Norge.*

Problemforståelse og avgrensning

Bioenergi kan tas i bruk for å generere varme, elektrisitet og drivstoff til kjøretøyer. Ulike energibærere basert på biomasse vil være mer eller mindre egnet som utgangspunkt for å generere energi til slike formål. All bruk til varme kan i prinsippet også brukes til å generere elektrisitet (kombinert varme og el-kraft, CHP). Nye foredlingsprosesser (2. generasjons teknologi) kan gjøre biomasse fra skog mer egnet for produksjon av drivstoff.

Ulike energibærere vil kunne føre til endret arealdisponering eller driftsform og dermed gi ulike konsekvenser for biologisk mangfold:

- Energivækster i jordbruket: jordbruksvekster med høyt innhold av olje, sukker eller stivelse
- Utnytting av overskuddsbiomasse i jordbruket: kan omfatte rester fra jordbruksproduksjonen (f.eks. gjødsel, halm) eller utnytting av busker og trær som gror opp på marginal mark
- Energiskog: rasktvoksende treslag på produktiv mark, høstes etter få år (korte omløp)
- Skogsvirke: dels rester i dagens skogbruk (greiner og topper, tynningsvirke, stubber), dels utvidet skogsdrift (ukurant virke, mer intensiv drift, drift i marginale områder)

I tillegg kommer diverse rester fra produksjon i industri og anlegg, så vel som fra husholdninger og institusjoner: organiske prosessrester, trematerialer, returpapir, organisk søppel. Disse kan dels brennes for å generere varme eller elektrisitet, dels brukes til utvikling av biogass. Siden bruk av bioenergi fra slike kilder kan betraktes som en effektiv utnyttelse av avfall, noe som i utgangspunktet ikke forutsetter økt eller annerledes bruk av arealene enn i dag, er det ikke grunn til å anta at bruk av slik bioenergi vil ha spesielle konsekvenser for biologisk mangfold (gitt at tilfredsstillende miljøhensyn tas ved transport og produksjon av materialene). Det er derfor ikke aktuelt å utrede konsekvensene av slik bruk av bioenergi i denne sammenhengen.

Ulike former for bioenergi kan være forskjellige i sine bidrag til netto reduksjon i CO₂, alt etter plantetyper, vekstforhold, driftsform, produksjons- og foredlingsmåte, transport og bruk hos sluttbruker. Generelt synes det rimelig å anta at tiltak for å redusere omfanget av klimaendringer faktisk bør gi et positivt bidrag til reduksjonen i klimagasser. Dessuten må visse tekniske og økonomiske rammebetingelser på plass for at tiltakene skal være realistiske. Dette er imidlertid komplekse sammenhenger som vi ikke tar sikte på å dekke i denne utredningen. For å

redusere effektene av utslipp av CO₂ kan det også være relevant å forsøke å øke bindingen av karbon i ulike typer biologisk materiale, men uten at hensikten er å utnytte dette til energiformål. Enkelte slike tiltak kan sammenfalle med tiltak for produksjon av mer bioenergi. I denne utredningen vil vi imidlertid ikke vurdere effekter av slike tiltak for økt karbonbinding alene, kun der dette har sammenheng med bruk av biomassen til energiformål. Her tar vi altså sikte på å utrede konsekvenser av ulike former for høsting av biomasse til bioenergi på biomangfoldet, uten nærmere vurdering av om slike former for bioenergi er effektive klimatiltak eller samfunnsmessig fornuftige å ta i bruk.

Import av bioenergi fra andre land kan være en aktuell problemstilling også i Norge, f.eks. bioetanol til drivstoff eller skogsvirke til storskala bioenergianlegg. Slik import kan ha en rekke ulike effekter på biomangfoldet i opprinnelseslandet. Det faller imidlertid utenfor denne utredningen å vurdere slike konsekvenser.

Indirekte følgeeffekter ved bruk av ulike former for bioenergi, dvs videre effekter i verdikjeden når produsert bioenergi tas i bruk, kan være annerledes enn for annen energi. Dette kan særlig være knyttet til infrastrukturen for energiforsyningen, ulike forurensningseffekter etc. Andre indirekte effekter knytter seg til antatt positive effekter av redusert global oppvarming for biomangfoldet (selv om tiltak for redusert global oppvarming kan ha negative direkte effekter). Slike indirekte følgeeffekter vil vi heller ikke vurdere i denne utredningen.

Fokus i denne utredningen er dermed på potensielle direkte – positive eller negative – konsekvenser på biomangfoldet ved produksjon av bioenergi fra jordbruksarealer og skog i Norge.

Begrepsoversikt

Biobrensel: Biomasse brukt som brensel, i fast, flytende eller gassaktig form, f. eks. ved, pellets, flis, biodiesel, biogass etc.

Biodrivstoff: Drivstoff framstilt av biomasse. Eksempler på biodrivstoff er bioetanol, biodiesel og biogass. Dagens biodrivstoff produseres fra olje-, sukker- eller stivelsesrike jordbruksvekster, og kalles ofte 1. generasjons biodrivstoff. Framtidig produksjon av 2. generasjons biodrivstoff forventes å bli basert på celluloseholdig biomasse.

Bioenergi: Bioenergi er energi som frigjøres ved omdanning av organisk materiale (biomasse).

Biomasse: Organisk ikke-fossilt materiale av biologisk opprinnelse.

Energiavlinger: Jordbruksavlinger dyrket for energiformål, ikke matproduksjon. Aktuelle avlinger er sukkerbeter, kornsorter, oljevekster eller andre vekster med høyt innhold av sukker, stivelse eller olje. Også gras som strandrør kan dyrkes som energiavlinger.

Energiskog: Areal med trær som er plantet og dyrket spesielt til brenselformål, ofte i korte omløp (3-6 år).

Oljevekster: Aktuelle i Norge er ettårige planter som rybs, raps, lin, solsikke m.fl. Frøet inneholder 30-50 % fett.

TWh: Terrawatttimer, mål for energi. En TWh tilsvarer omtrent det årlige forbruket for 50 000 norske husholdninger, eller energien i 125 millioner liter fyringsolje.

Utredningens presisjonsnivå

Presise vurderinger av mulige konsekvenser ved bruk av ulike typer bioenergi forutsetter god og presis informasjon om hvilke kilder til bioenergi og hvor mye av de enkelte energibærerene som planlegges brukt, hvor de aktuelle arealene tenkes plassert i forhold til geografisk lokalisering og naturforhold, samt hva slags driftsform som kan være aktuell for de forskjellige produksjonene.

I praksis er verken myndighetenes eller næringsaktørenes planer foreløpig så konkrete at det er mulig å skaffe til veie slik presis informasjon. Denne utredningen gir derfor ikke noen spesifikk beskrivelse av effektene av konkrete tiltak – til det er tiltakene for generelt utformet. Utredningen gir i stedet et bidrag til å foreta strategiske valg for framtidig utnyttelse av bioenergi ved å belyse mulige konsekvenser som kan følge ved valg av ulike former for bioenergi.

Utredningen er hovedsakelig basert på gjennomgang av rapporter og andre dokumenter, supplert med innspill og diskusjoner i forbindelse med flere møter, workshops og høringer om bioenergi høsten 2007. Det legges i hovedsak vekt på norske forhold, men informasjon er i noen grad også innhentet fra Sverige og Finland.

2 Målsettinger og potensial for bioenergi

2.1 Målsettinger for klima og bioenergi

Global oppvarming som følge av menneskeskapte klimagassutslipp er den største miljøutfordringen verdenssamfunnet står ovenfor, og krever tiltak både globalt og nasjonalt. I Soria Moria-erklæringen sier regjeringen at "Norge skal være en miljøvennlig energinasjon og verdensledende innen utvikling av miljøvennlig energi" (Soria Moria erklæringen 2005). Lavutslippsutvalgets rapport beskriver hvordan Norge kan bli et lavutslippsamfunn, og utreder hvordan Norge kan redusere sine klimagassutslipp med 50-80% fra dagens nivå innen 2050 (NOU 2006).

"Klimameldingen" trekker opp linjene for norsk klimapolitikk. Målsetningen er at Norge skal kutte de globale utslippene av klimagasser tilsvarende 30 prosent av Norges utslipp i 1990 innen 2020 og at Norge skal være karbonnøytralt i 2050 (Miljøverndepartementet 2007). Redusert bruk av fossilt brensel er ett av flere tiltak for å nå disse målsetningene. Ved å erstatte fossil energi med bioenergi vil man redusere Norges utslipp av CO₂. Regjeringen har fastsatt et mål for økt utbygging av bioenergi med inntil 14 TWh innen 2020 (Miljøverndepartementet 2007).

Norske myndigheters målsettinger

Et viktig virkemiddel for regjeringen i klimapolitikken er sektorvise handlingsplaner, gjengitt i Klimameldingen (Miljøverndepartementet 2007). I Klimameldingens kap. 8, som beskriver regjeringens forslag til tiltak og sektorvise mål, står bl.a. at regjeringen vil foreslå å:

- "Sikre målrettet og koordinert virkemiddelbruk for økt utbygging av bioenergi med inntil 14 TWh innen 2020." s. 67
- "Sende på høring forslag til forskriftsendringer som stiller krav om at minimum to volumprosent av årlig omsatt volum drivstoff til vegtrafikk skal bestå av biodrivstoff fra og med 2008, stigende til fem volumprosent fra og med 2009. Regjeringen vil arbeide videre med en nasjonal målsetting om ca sju volumprosent biodrivstoff fra 2010." s. 69
- "Tilrettelegge for økt skogplanting og aktiv skogkultur for økt skogproduksjon, med basis i eksisterende virkemidler og slik at det prioriteres tiltak som har positiv effekt både for å motvirke klimaendringer og for bevaring av biologisk mangfold og andre miljøverdier." s. 70

Dette sier noe om myndighetenes ambisjoner. Et visst inntrykk av hvordan myndighetene ser for seg at disse ambisjonene skal kunne dekkes, får vi også fra utvalgte deler av Klimameldingen:

- "Samlet sett tyder anslagene over ressurstilgangen på at det er potensial for å tredoble bioenergiproduksjonen til 40–50 TWh på relativt kort sikt – med basis i flere råvarekilder (trevirke, jordbruksvekster, avfall fra jord- og skogbruk og matavfall). Det gjenstår å vurdere konsekvensene av en eventuell tredobling for biologisk mangfold og andre miljøverdier." s. 128
- "Uttaket av råvare til bioenergi og biodrivstoff vil måtte skje i tråd med prinsippene om bærekraftig skogbruk. Dersom uttak av bioenergi aktualiserer nye produksjonsmåter, utnyttingsformer eller arealbruksendringer, må det gjennomføres naturfaglige konsekvensutredninger i samarbeid med miljøvernmyndighetene." s. 129

I strategien for næringsutvikling 2007-2009 til Landbruks- og matdepartementet (LMD) slås det fast at strategien skal støtte opp under det nasjonale målet for økt produksjon av ny fornybar energi og energieffektivisering på 30 TWh innen 2016, samt målet skognæringen selv har satt om å øke produksjonen av bioenergi med 10 TWh innen 2015. Denne henvisningen til skognæringens mål er sannsynligvis til Norsk Bioenergiforenings (NoBio) Strategiplan for perioden 2007-2012, der et av hovedmålene er at "produksjonen av bioenergi i Norge økes med 10 TWh innen 2015" (NoBio 2007).

Satsing på bioenergi er nært knyttet til regjeringens ambisjon om forbedrede muligheter for lønnsomt skogbruk, som igjen er knyttet til LMDs strategier for økt avvirkning. I Klimamelding-

en står følgende om økt avvirkning (s. 128): "Avvirkningen ligger i dag på 8–11 millioner m³. Vurderinger gjort ved Norsk institutt for skog og landskap viser at det er mulig å øke denne til 15 millioner m³ innenfor de rammer som er fastlagt i henhold til bransjestandarden Levende Skog og skogloven med tilhørende forskrifter. Artsdatabanken har i Norsk Rødliste 2006 sagt at en økt avvirkning på 5 millioner m³ vil innebære store utfordringer når det gjelder å ivareta hensyn til truede arter i skog."

Henvisningen til Norsk institutt for skog og landskap gjelder en rapport som instituttet utarbeidet på oppdrag fra LMD som et forbedret og oppdatert kunnskapsgrunnlag for arbeidet med en nasjonal strategi for økt avvirkning og verdiskaping knyttet til skog, inkludert en oversikt over aktuelle tiltak (Vennesland et al. 2006). Denne rapporten beskriver et potensial for økt avvirkning gitt fire forutsetninger: økt avvirkning av furu og lauv i forhold til gran, økt avvirkning på lavere boniteter og i vanskeligere terreng, økt veibygging i enkelte områder og større fokus på mindre eiendommer.

Landbruks- og matminister Terje Riis-Johansen har i ulike sammenhenger slått fast at norsk matjord bare skal brukes til matproduksjon og ikke bioenergi, og at "i Norge er det skogen som er svaret på etterspørselen etter bioenergi" (se LMDs nettside, Nyhet, publisert 19.09.2007). Dette ble også gjentatt i hans tale på bioenergidagene på Gardermoen 23. oktober 2007.

Av dette kan vi slutte at myndighetene legger opp til

- bortimot en dobling av dagens bruk av bioenergi, i form av en økning med inntil 14 TWh innen 2020
- 7% biodrivstoff fra 2010
- at den overveiende andelen av bioenergi skal hentes fra skogen og ikke fra jordbruket
- at potensialet for avvirkning fra skogen på lengre sikt kan ligge på 15 mill. m³

Noen internasjonale målsettinger

For å motvirke klimaendringene og sikre uavhengighet i energiforsyningen har EU vedtatt følgende mål innen 2020:

- redusere CO₂-utslippene med minst 20%
- redusere totalt energiforbruk med 20%
- øke andelen av fornybar energi til 20%
- minst 10% av drivstoffet i transportsektoren fra bioenergi

Våre nordiske naboland har ambisiøse målsettinger for bruk av bioenergi og økt uavhengighet av fossil energi (<http://www.nordicenergy.net/bioenergy/index.cfm?path=108>). I Danmark er målet å øke andelen fornybar energi (i hovedsak bioenergi) til 30% innen 2025. Tilsvarende mål for Finland er en andel fornybar energi (også i hovedsak fra bioenergi) på 40% innen 2025. Mens Sverige har som mål å "frigjøre seg" fra oljen innen 2020 ved satsing på energieffektivisering og bruk av bioenergi.

2.2 Bruk og potensial for bioenergi i Norge

Bioenergi er en fornybar energikilde produsert fra ved, planterester og annet organisk materiale (biomasse). Biomasse kan benyttes direkte til bioenergi i form av varme eller omformes til gass, elektrisitet eller flytende brensel. Bioenergi avgir CO₂ ved forbrenning, men fordi planter gjennom fotosyntese tar opp like mye CO₂ som de avgir ved forbrenning, regnes bioenergi som nøytralt i klimasammenheng.

Norges forbruk av bioenergi ligger i dag på ca 14,5 TWh (Langerud et al. 2007). Om lag 85% av dette er brensel fra skogen og skogindustrien (Berg et al. 2003). Av de ca 10 mill m³ skogsvirke som avvirknes årlig, utgjør anslagsvis 2-3 mill m³ ved til energiformål (Vennesland et al. 2006). Nær halvparten av det norske forbruket av bioenergi skjer i husholdningene i form av ved, mens treforedlingsindustrien bruker det meste av resten i egen energiforsyning. Bioenergi

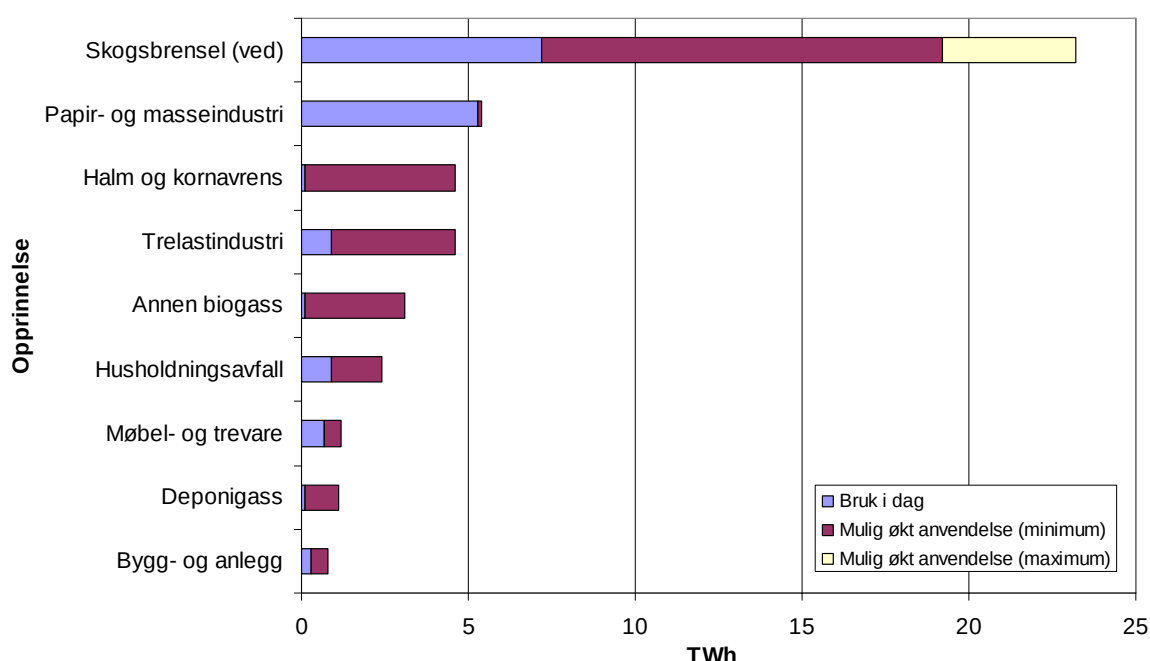
utgjør i Norge ca 6,5% av det totale energiforbruket på ca 222 TWh (Langerud et al. 2007). Til sammenligning dekker bioenergi 20% av svenskenes energiforbruk og 25% av finnenes.

En rekke fagmiljøer har utredet potensialet for bioenergi i ulike former i Norge (Berg et al. 2003, ECON 2007, Jørgensen & Bernhard 2004, Langerud et al. 2007, SFT 2006, Trømborg et al. 2007). Felles for dem alle er at de konkluderer med at Norge har et betydelig potensial for å øke bruken av bioenergi, men tallene spriker svært mye.

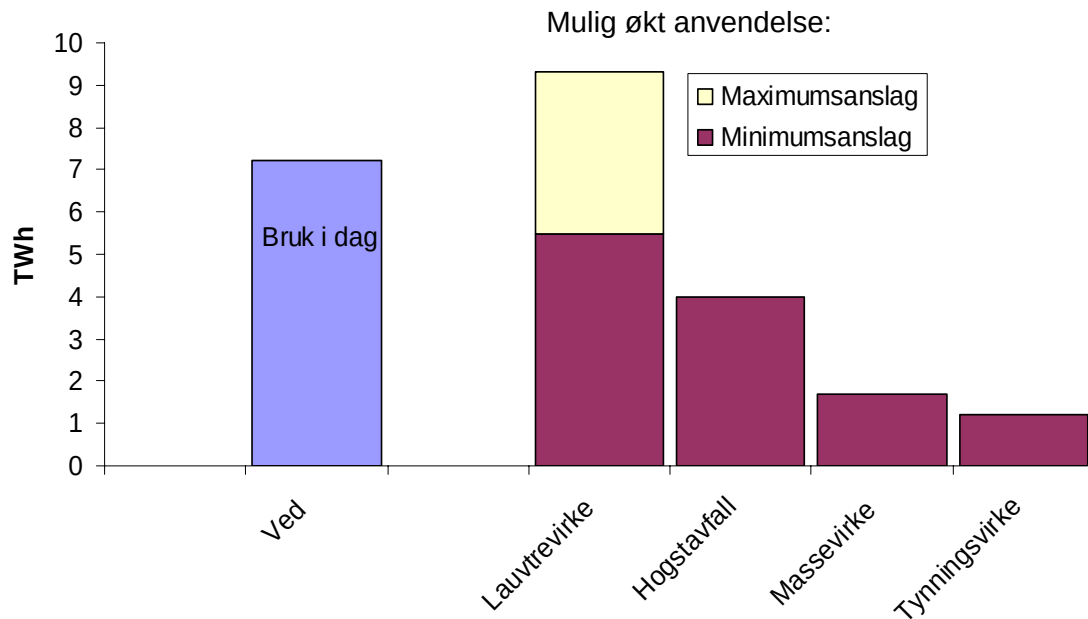
Den årlige biomassetilveksten i Norge er, basert på innstrålt energi og virkningsgrad for fotosyntesen, anslått til ca 425 TWh, hvorav 325 TWh er landbasert biomasse og 100 TWh akvatiske biomasse i ferskvann og langs kysten (Berg et al. 2003). I Bioenergigårdens bok om bioenergi er det anslått at 15-20 % av den faktiske tilveksten i Norge nyttes til mat, fôr, fiber og energi – omregnet til energi ca 75 TWh/år (Hohle 2005).

I en rapport laget på oppdrag fra NVE i 2003 konkluderer Berg et al. (2003) med at "Det foreligger en mulighet for økt uttak av biomassetilveksten til energiformål, anslått til ca 30 TWh/år ut ifra økologiske og tekniske forhold." (Berg et al. 2003). Denne biomassen er fordelt på ulike ressurser slik det er illustrert i **figur 1**. I hvilken grad disse estimatene er justert for ulike miljøhensyn, inkludert hensynet til biologisk mangfold, er uklart. Rapporten setter sammen tall rapportert i en rekke andre dokumenter og rapporter, og sier lite om miljøhensyn er trukket inn i kildelitteraturens beregninger, og eventuelt på hvilken måte. Det er derfor vanskelig å vurdere om disse estimatene kan forsvares når hensynet til biologisk mangfold også skal vektlegges. En slik vurdering vil kreve en langt mer detaljert gjennomgang av de ulike arbeidene enn det som har vært mulig innenfor rammene av denne utredningen.

Som vist i **figur 1**, er det særlig innenfor skogsbrensel at Berg et al. (2003) mener det er et stort potensial. Dersom vi ser nærmere på estimatet for skogsbrensel, ser vi at størstedelen av dette potensialet ligger i økt uttak/bruk av lauvtrevirke (**figur 2**). Maksimumsanslaget for potensial for lauvtrevirke baserer seg på en rapport fra 1990 (Lunnan et al. 1990), mens minimumsanslaget er hentet fra SND (Nå Innovasjon Norge) sitt Bioenergiprogram fra 2002.



Figur 1 Dagens fordeling samt potensial for økt anvendelse fordelt på ulike biomasseressurser til energiformål, basert på tall fra Berg et al. (2003). Potensial for energivækster er ikke inkludert. – Current distribution and potential increase in the use of bioenergy, on various resources, based on figures from Berg et al. (2003).



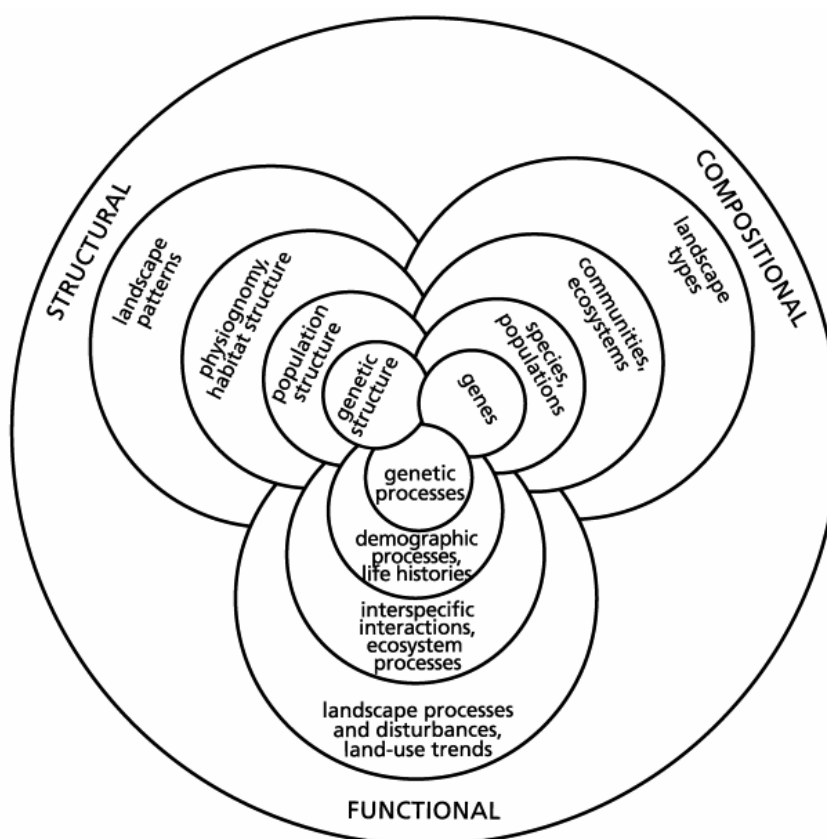
Figur 2 Skogsbrensel i bruk i dag og muligheter for økt anvendelse, basert på tall fra Berg et al. (2003), som angir totalt potensial på 12,4-16,2 TWh for skogsbrensel. – Current forest-based bioenergy (Bruk i dag) and potential for increase, based on figures from Berg et al. (2003) who estimate a total potential of 12.4-16.2 TWh.

Også uttak av hogstavfall utgjør en betydelig energimengde (jf **figur 2**). Estimert potensial i Berg et al. (2003) ligger om lag dobbelt så høyt som i de kilder de siterer, uten at den ulikeheten er gjenstand for diskusjon. Muligens reflekterer de ulike estimatene at tallene til Berg et al. er av noe mer teoretisk karakter.

I en nylig sammenfatning og revurdering av potensialet for bioenergi i Norge angir Langerud et al. (2007) et potensial for økning i tilgangen på bioenergi på 8,5 TWh. Herav regner de med at 5 TWh kan komme fra jordbruket (halm, husdyrgjødsel) og utnyttelse av avfall og rivningsvirke. Det øvrige må komme fra høsting av biomasse i skogen, supplert med rydding av trær under kraftlinjer og i kulturlandskapet. Langerud et al. understreker imidlertid at det er stor usikkerhet i disse tallene, og at realisert potensial for bioenergi, og mulighetene for å nå myndighetenes mål om en økning i forbruket på 14 TWh, vil avhenge av markedsutviklingen for energi generelt og bioenergi spesielt og for alternative bruksområder for ressursene, samt av samfunnets rammebetingelser for produksjon og bruk av bioenergi og annen energi.

3 Norges biologiske mangfold

For å kunne vurdere effekter av bioenergi på biologisk mangfold vil det være nyttig med en gjennomgang av viktige variasjonsmønstre og arealer for biologisk mangfold. Biologisk mangfold er i biomangfoldkonvensjonen definert som "variasjonen hos levende organismer av alt opphav, herunder bl.a. terrestriske, marine og andre akvatiske økosystemer og de økologiske komplekser som de er en del av; dette omfatter mangfold innenfor artene, på artsnivå og på økosystemnivå". Biologisk mangfold er et komplekst og mangesidig begrep, som kan inndeles etter ulike dimensjoner (innhold, struktur, funksjon) og skalaer (gener, arter, økosystemer, landskap) (**figur 3**). I mange praktiske sammenhenger er det imidlertid vanlig å fokusere på artene og deres livsmiljø (habitater) på den ene siden og økosystemer eller naturtyper på den andre.



Figur 3 Biologisk mangfold inndelt etter funksjon, struktur og sammensetning, for ulike økologiske skalanivåer, hentet fra Noss (1990). – Biological diversity separated into functional, structural and compositional properties, for various ecological scales, from Noss (1990).

3.1 Arter

3.1.1 Økende artsmangfold med økende produktivitet

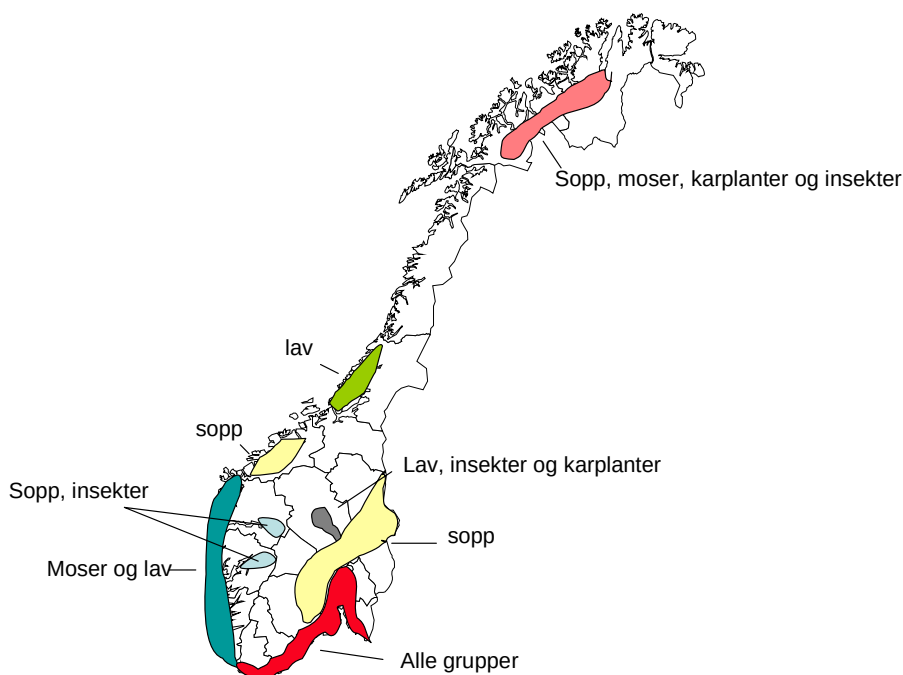
Generelt vet vi at det er en forholdsvis klar sammenhengen mellom landskapets produktivitet og artsmangfold, også for truede og sårbare arter. Stokland (1997) studerte rødlistearter for flere organismegrupper i forhold til artenes fordeling på skogtyper og høydelag. For biller fant han at artsrikdom, antall dødvedarter og rødlistearter er mye høyere i lauvskog (generelt) sammenliknet med barskog. Tilsvarende for fugl økte artsrikdom og totaltetthet fra furuskog til granskog og spesielt til lauvdominerte bestand.

Næringsrike edellauvskoger er kjent for å være den kanskje artsrikste skogtypen vi kjenner i Norge. Det er mange arter som er strengt knyttet til næringsrik edellauvskog (Blom et al. 2004). Rødlistebasen som danner bakgrunn for Rødlista 2006 (Kålås et al. 2006), viser at om lag 30% av de rødlistede artene knyttet til skog, er tilknyttet edellauvskog som eneste eller et av flere viktige habitat (se <http://www.artsdatabanken.no>).

Selv om hovedvariasjonen er at artsmangfoldet for mange viktige artsgrupper følger produktiviteten (som på stor geografisk skala ofte er knyttet til breddegraden eller varmemengden), er det også andre forhold som påvirker fordelingen av artsmangfoldet. I skog er dette gjerne forekomsten av spesielle habitatelementer som død ved og gamle trær (ikke minst av lauvtrær, jf over). I jordbrukets kulturlandskap er rikt artsmangfold særlig knyttet til marktyper som er preget av langvarig tradisjonell hevd (uten tilførsel av gjødsel), som slåtteenger og hagemarker.

På bakgrunn av dette kan man anta at økt uttak av bioenergi fra skog generelt vil påvirke flere arter og flere truede arter dersom det skjer i høyproduktive bestand enn i lavproduktive. Dessuten vil tiltak som endrer forekomsten av nøkkelressurser som død ved og gamle trær i skog eller jordbrukslandskap, åpenbart virke negativt på det tilhørende artsmangfoldet.

Selv om det er en klar sammenheng mellom artsrikhet og landskapets produktivitet, vil også lavproduktive arealer kunne være viktige for spesielle deler av artsmangfoldet. Svenske undersøkelser av arter knyttet til tresatt impediment (Cederberg et al. 1997) viser f.eks. at 2% av de svenske rødlistede artene i hovedsak lever på impediment og at for ytterligere 5% av rødlisteartene har impediment stor betydning for disse artenes overlevelse (se mer om dette i kap. 5.3.1).



Figur 4 Hotspot-regioner (geografiske områder som har mange rødlistearter) for ulike taksonomiske grupper i Norge, avgrensingene er omtrentlige. Hentet fra Aarrestad et al. (2006). – Geographical regions rich in red-listed species of various taxonomic groups in Norway, approximate delimitations (from Aarrestad et al. 2006).

3.1.2 Rødlistete arter

Den norske rødlista (Kålås et al. 2006) gir en oversikt over arter som står i fare for å forsvinne fra vår natur. I alt står 3886 arter på Rødlista 2006. De to naturtypene som er mest aktuelle for en økt satsing på bioenergi, er også de to naturtypene der de fleste av rødlisteartene lever: Det er flest rødlistearter i skog, med 48% av rødlisteartene, og i jordbrukslandskapet med 35% av rødlisteartene.

I arbeidet med rødlista er det vurdert at hele 85% av rødlisteartene trues av ulike typer arealendringer, mens forurensning og klimaendringer hver representerer en negativ påvirkning for 6% av rødlisteartene. For jordbrukslandskapet er det særlig arealendringer i form av homogenisering av drift, gjengroing av arealer og eutrofiering som fører til forringelse av habitatet. For skogbruket er både åpen og lukket hogst, fjerning av død ved og spesielle trær, samt treslags-skifte tiltak som virker negativt på det sårbare biomangfoldet.

Rødlisteartene er ikke jevnt spredt utover Norge, men viser en opphopning til visse typer natur (se **figur 4**). Dette er beskrevet for skog i (Framstad et al. 2002) og for skog og kulturlandskap i framdriftsrapporter fra prosjektet Arealer for rødlistearter – kartlegging og overvåking (Sverdrup-Thygeson et al. 2007, Ødegaard et al. 2006, Aarrestad et al. 2006).

En gjennomgang av data fra Rødlista 2006 viser f.eks. at omlag en fjerdedel av alle rødlistete sopp er knyttet til den ene prosenten av landet vårt som er dekket av edellauvskog (Sverdrup-Thygeson et al. 2007). Kunnskapen om hvilke typer natur som har en spesielt høy forekomst av truede arter, er viktig for å begrense negative effekter ved økt biomasseuttak fra skog- og jordbruksarealer. Det finnes ingen offisiell liste over naturtyper som bør ha spesiell oppmerksomhet fordi de er viktige for de truede artene, men en relevant liste med tanke på bioenergiuttak i skog- og jordbruk kan omfatte

- Varmekrevende skogtyper: Edellauvskog i ulike utforminger
- Rike skogtyper: Kalkskog, rik sumpskog, rik nordlig (boreal) lauvskog
- Tradisjonelt drevet kulturlandskap: slåtteeng, ugjødset beitemark og grasmark, hagemark, parker med store/gamle lauvtrær
- Restbiotoper i intensivt drevet jordbruksareal

3.2 Truede og spesielle naturtyper

Det er foreløpig ikke laget noen oversikt over truede naturtyper, men en sammenstilling av kunnskap om truede og sårbare vegetasjonstyper i Norge er gitt av Fremstad & Moen (2001). Her er truslene mot en rekke vegetasjonstyper vurdert, og de enkelte typene karakterisert ved en av truethetskategoriene til IUCN (Verdens naturvernunion).

For skog og kulturlandskap, dvs mest aktuelle arealer for produksjon av bioenergi, framhever Fremstad & Moen følgende vegetasjonstyper som mest truet (for komplett oversikt, se Fremstad & Moen 2001):

- akutt truet (CR): varmekjær kildelauvskog og ulike utforminger av tørre og friske enger
- sterkt truet (EN): rikt hasselkratt, rik sumpskog, svartor-strandskog og skogbevokst rikmyr i lavlandet, ulike utforminger av friske og tørre enger, artsrike utforminger av kantsoner, samt kystlynghei
- noe truet (VU): purpurlyng-furuskog, kalkskog, lågurteikeskog, lågurtbøkeskog, or-aske-skog, ulike utforminger av rik krattskog, hagemark og beiteskog, samt noen utforminger av friske til våte enger

Dette er natur som er sårbar for økte inngrep, og som ikke bør benyttes til uttak av bioenergiressurser.

Norge har også en god del spesielle naturtyper som er viktige å bevare selv om de ikke nødvendigvis har stor forekomst av rødlistete arter. Dette er naturtyper der Norges terreng og klima, ev. i kombinasjon med tidligere tiders skjøtsel, har skapt typer som har karakteristisk utforming og som ellers er uvanlig i Norge og Europa for øvrig. Slike typer er ikke minst knyttet til kyststrøkene, andre områder med høy luftfuktighet og til jordbrukslandskap preget av tradisjonelle driftsformer:

- Kystskog, spesielt kystgranskogen i Midt-Norge, men også kystfuruskog og kystbjørkeskog
- Kystlynghei
- Bekkekløfter
- Enger og beitemark preget av langvarig tradisjonell hevd uten tilførsel av gjødsel i særlig grad

Flere naturtyper formet av tidligere tiders utnyttelse (kystlynghei, enger, beitemark), har marginal økonomisk verdi i dag. Det har derfor vært foreslått eller lagt til rette for skogreising eller treslagsskifte her som et ledd i økning av skogproduksjonen. Dette bør utføres med forsiktighet og kun etter at man har vurdert de naturfaglige verdiene, enten hensikten er utnytting av biomassen til energiformål eller annet.

Direktoratet for naturforvaltning (DN) har i brev til fylkesmennene av 26.04.2006 (i forbindelse med prioriterte skogtyper for systematiske naturfaglige registreringer) angitt en del skogtyper som ansees for å være spesielt viktige for det biologiske mangfoldet samt skogtyper som Norge har et spesielt internasjonalt ansvar for.

Skogtyper som Norge har et særlig internasjonalt ansvar for:

- Boreal regnskog (kystgranskog)
- Bekkekløfter
- Sterkt oseanisk furuskog på Vestlandet

Skogtyper som er spesielt viktige for å bevare det biologiske mangfoldet:

- Edelløvskog
- Kalkskog
- Boreonemorale blandingsskoger
- Rik sumpskog
- Urskogspreget furuskog

I disse prioriterte skogtypene bør uttak av biomasse til bioenergi i utgangspunktet unngås.

4 Bioenergitiltak i jordbruket

Jordbrukslandskapet er en hovedarena for produksjon av biomasse, i tillegg til skogen. Norges jordbruksareal i drift utgjør i dag ca 10 400 km² (SSB 2006) herav er ca 84% fulldyrket og 16% natureng, overflatedyrket eng eller gjødslet beite/innmarksbeite. I tillegg kommer betydelige arealer i utmark som er brukt til husdyrbeite eller fôrhøsting, og som fremdeles er preget av tidligere tiders utnytting til jordbruksformål, men omfanget av disse arealene er vanskelig å kvantifisere. Betydelige jordbruksarealer er opp gjennom årene tatt ut av drift, dels fordi arealene har vært lite egnet for moderne driftsmetoder, men også på grunn av nedbygging i tettstednære områder. Samtidig har nydyrking bidratt til at totalt jordbruksareal i drift har holdt seg nokså konstant på rundt 10 000 km² de siste 100 årene (når vi ser bort fra arealer til beite og fôrhøsting i utmark).

Biomasse til bioenergiformål fra jordbruksarealer kan i utgangspunktet produseres som vekster til energiformål fra dagens dyrkede arealer, ved høsting av biomasse fra trær på marginale jordbruksarealer (dyrket eller under gjengroing), eller ved utnyttelse av rester og avfallsprodukter fra jordbruksproduksjonen.

4.1 Energivekster på dyrket mark

Det er i dag ikke aktuell norsk politikk å bruke dagens dyrkede jordbruksareal til bioenergiformål (jf kap. 2.3). Siden slik jordbruksproduksjon foregår i til dels betydelig grad i våre naboland (Hansen et al. 2006) og er en del av EUs politikk for bioenergi (EC 2005, EEA 2006), kan det likevel være interessant å vurdere hvordan slik produksjon til bioenergiformål vil kunne virke i norsk sammenheng.

Det er i hovedsak to typer jordbruksavlinger som kan tenkes brukt til energiformål i Norge. Dels kan deler av produksjonen av korn eller oljevekster (rybs, raps) brukes til produksjon av henholdsvis bioetanol eller biodiesel. På sikt kan ev. hele planten, ikke bare deler rike på stivelse eller olje, utnyttes i 2. generasjons produksjon av biodrivstoff. I en vurdering av Norges potensial for bioenergi angir Langerud et al. (2007) at det på kort sikt i hovedsak er aktuelt med oljevektene raps og rybs til produksjon av bioenergiavlinger i jordbruket (i den grad det i det hele tatt blir slik produksjon). Slik dyrking til bioenergiformål vil trolig foregå omtrent slik ordinære jordbruksavlinger dyrkes i dag, på tilsvarende arealer og med tilsvarende driftsteknikk (inkl. gjødsling, plantevernmidler etc). Raps og rybs bør dyrkes i veksling med andre avlinger som korn, og på grunn av et mer dyptgående rotsystem kan de bidra til reduksjon i nitrogenavrenning og erosjon. Ellers er det ikke grunn til å tro at slik produksjon vil ha vesentlig annerledes effekt på biologisk mangfold enn dagens ordinære plantedyrking i jordbruket.

På visse typer dyrkingsmark kan det være mulig å dyrke flerårige gras til bioenergiformål. I Norge vil det da være mest aktuelt å bruke strandrør, som brukes i Finland i en viss utstrekning, mens takrør brukes i bl.a. Tyskland. I følge Langerud et al. (2007) er produksjon med energigras neppe aktuell i Norge på grunn av spredte arealer og store kostnader ved innsamling. Slik produksjon med flerårige vekster vil medføre mindre hyppig jordbearbeiding og mindre tilførsler av nitrogengjødsel og plantevernmidler enn ordinære jordbruksavlinger. Følgelig vil slike flerårige vekster være mer positive for naturlige økosystemer og tilhørende artsmangfold enn ettårige vekster under mer intensiv kultivering. Hvorvidt slik produksjon er særlig gunstig for spesielle arter som i dag er truede i jordbrukslandskapet, er heller tvilsomt. Det er neppe grunn til å tro at en slik dyrkingsform vil kunne utgjøre noen funksjonell erstatning for tradisjonelt drevne kulturmarkstyper som ellers er i ferd med å gå tapt. Men der slik marginal jordbruksmark ellers ville gro igjen eller bli plantet til med skog, vil slike flerårige grasavlinger kunne bidra til å holde landskapet åpent i større grad enn ellers.

4.2 Energiskog på marginal jordbruksmark

Marginal jordbruksmark som ellers vil bli nedlagt, trolig mest eng eller beitemark snarere enn dyrket mark, kan det være aktuelt å bruke til produksjon av energiskog med rasktvoksende treslag som hybrider av pil (*Salix*) eller poppel (*Populus*) eller stedegne treslag som osp, selje og or. Langerud et al. (2007) anser ikke slik produksjon av energiskog som særlig sannsynlig i Norge på grunn av lav pris på virket og spredte dyrkingsarealer, men i Sverige foregår produksjon med rasktvoksende hybrider i noen grad (Hansen et al. 2006). Der slik produksjon baseres på rasktvoksende hybrider på god jordbruksmark, vil høsting kunne foregå med 3-5 års mellomrom. Der produksjonen baseres på naturlig forekommende treslag (osp, selje, or) på mer marginal mark, vil avvirkning kunne foregå etter 15-20 år. Produksjonen vil i dag kunne brukes til flis eller annen fyring for produksjon av varme (ev. i kombinasjon med elektrisitet). I framtida kan 2. generasjons produksjon av biodrivstoff basert på cellulose, være mulig.

Slik energiskog vil være flerårig og vil kreve mindre intensiv kultiveringsinnsats med gjødsel og plantevernmidler enn ordinære jordbruksavlinger, inklusivt flerårige energigras (jf over). Men både gjødsling, ugrasbekjempelse og vanning kan være nødvendig ved bruk av rasktvoksende hybrider. Dessuten kan de aktuelle treslagene være utsatt for angrep av smågnagere eller hjortedyr og dermed kreve fysiske eller kjemiske motiltak for å hindre for stor skade på avlingen. For å få tilfredsstillende produksjon pr arealenhet vil trærne plantes tett, med rask ny gjenvekst etter avvirkning. Kort tid etter avvirkning vil landskapseffekten av slik energiskog være en tett ungskog som vil minne lite om åpne jordbruksarealer. Det er heller ikke grunn til å tro at truede eller spesielle arter knyttet til tradisjonelt drevet jordbruksmark (eller til moden skog), vil ha noen spesiell nytte av slik energiskog. Det er snarere arter knyttet til tidlige, lauvtrepregete suksesjonstrinn i dagens skogbruk, samt habitatgeneralister (kosmopolitter), som vil ha glede av energiskog som habitat. Ung lauvskog kan heller ikke sies å være en mangel i dagens skoglandskap. Ved planting av slik energiskog i kantsoner mot vassdrag kan man imidlertid redusere erosjon og avrenning fra jordbruksarealer til vassdrag.

4.3 Høsting av bioenergi på gjengroingsarealer

Marginal jordbruksmark som har gått ut av produksjon, vil dels kunne tilplantes med skog (ev. energiskog, jf over) og vil da etter hvert utvikle økologiske egenskaper og miljøforhold for suksesjonstrinnene i skog dominert av de aktuelle treslagene. Alternativt vil slik jordbruksmark gro igjen spontant ved etablering av stedegne busker og trær fra omgivende naturarealer. Slike gjengroingsprosesser anses som uheldige for både landskapsvariasjon og arter knyttet til det opprinnelig jordbrukslandskapet, med generelt lokalt tap av biomangfold som følge. Ulike tiltak for å holde slik marginal jordbruksmark åpen anses derfor som positive ut fra flere perspektiver. Merk imidlertid at sene lauvskogssuksesjoner på eldre kulturmark også kan ha betydelig verdi for deler av biomangfoldet. Dessuten vil busker og trær i kantsoner mot vassdrag og våtmark ha verdi som landskapselementer og ved å redusere avrenning til vassdrag. Potensialet for bioenergi fra slik marginal jordbruksmark er trolig begrenset siden de aktuelle arealene ligger spredt og til dels tungvint til.

Der busker og trær på gjengroende marginal jordbruksmark kan høstes til bioenergiformål, vil dette kunne gi mulighet for en vann-vinn situasjon for flere miljøverdier, f.eks. bioenergi og friluftsliv, kanskje også for biologisk mangfold. Noen forutsetninger må være oppfylt for at slik høsting av busker og trær på gjengroende jordbruksmark skal ha positiv verdi for biologisk mangfold:

- Gjengroingen bør foregå spontant med lokale arter av trær og busker og ikke påskyndes (fysisk eller ved gjødsling) for å øke gjengroingshastigheten eller fortetting av busker og trær.
- Høsting av busker og trær bør foregå før suksesjonen har kommet for langt, slik at restbestander av arter fra den opprinnelige jordbruksmarka fremdeles kan være til stede.

- Busker og trær i kantsoner mot vassdrag og våtmark bør få utvikle seg og skjøttes for å ivareta deres økologiske funksjoner (hindre erosjon og avrenning, habitat for arter).
- Det vil ikke være ønskelig med rask suksesjon av nye busker og trær etter avvirkning. Tvert imot bør marka holdes åpen lengst mulig (selv om dette åpenbart gir mindre bidrag av biomasse til bioenergi).
- Høsting som bidrar til at større lauvtrær fristilles og bevares, vil kunne gi grunnlag for økt arts mangfold knyttet til slike store og etter hvert gamle trær (f.eks. Franc 2007). Dette er ikke minst viktig når det gjelder store edellauvtrær, spesielt eik, der utskygging er et stort problem både for treet i seg selv og for mangfoldet knyttet til det (se f.eks. Ranius & Jansson 2000).
- Arter knyttet til den opprinnelige jordbruksmarka, vil bli begünstiget dersom marka skjøttes ved beite eller slått etter avvirkning.

4.4 Økt utnyttelse av avfall/restmateriale fra jordbruket

Jordbruksaktiviteter medfører produksjon av en del avfalls- og biprodukter som ikke har noen direkte anvendelse i matproduksjonen. Dette gjelder i hovedsak halm fra planteproduksjonen eller husdyrgjødsel. Utnyttelse av slike biprodukter til bioenergi har til dels fått betydelig omfang i andre land (f.eks. Danmark, jf Hansen et al. 2006), og halm og husdyrgjødsel vurderes også som de kanskje viktigste kildene til bioenergi i norsk jordbruk (Langerud et al. 2007). Som bemerket innledningsvis, vil utnyttelse av slik biomasse til bioenergi i utgangspunktet ikke forutsette noen vesentlig endring i utnyttelsen av jordbruksarealene. Dermed faller slik utnyttelse på siden av formålet med denne rapporten. Bedre utnyttelse av slike avfallsprodukter i jordbruket må i hovedsak anses for et positivt miljøtiltak, som bl.a. kan gi lavere avrenning av næringsstoffer til vassdrag. Ved omfattende utnyttelse av halm og husdyrgjødsel til bioenergi, kan det imidlertid være fare for at for lite organisk materiale og næringsstoffer tilbakeføres til jorda, noe som på sikt kan gi lavere produksjonsevne, endringer i samfunnet av jordbunnsarter og økte muligheter for jorderosjon. Det anbefales derfor at halm bare høstes til bioenergi hvert tredje år (Hohle 2005).

5 Bioenergitiltak i skogbruket

Skogen dekker i alt 38% av Norges landareal, dvs ca 120 000 km² (SSB 2007). Av skog under barskoggrensa er 75 000 km² taksert som produktiv skog, mens 17 000 km² er regnet som tre-bevokst impediment.

Ambisjonene om økt bruk av biomasse til bioenergi retter seg i Norge i hovedsak mot skogarealene. Her kan økt uttak av slik biomasse dels hentes fra skogarealer som i dag ikke utnyttes til ordinært skogbruk av økonomiske eller tekniske årsaker. Dessuten kan slik biomasse hentes ut ved ulike tiltak for mer intensiv høsting av biomasse fra dagens skogbruksarealer. I tillegg vil det være en betydelig mengde restmaterialer og avfall fra dagens ordinære skogbruk. Dette utnyttes allerede i dag i stor grad som bioenergi. Det er imidlertid ikke et formål med denne utredningen å vurdere effektene av bioenergibruken av biomasse som allerede høstes gjennom det ordinære skogbruket.

Så godt som all produksjon av bioenergi fra skogen vil være cellulosebasert biomasse som på kort sikt i all hovedsak vil anvendes til varmeproduksjon (ev. kombinert med el-produksjon). I framtida kan 2. generasjons produksjonsteknologi antagelig føre til at slik biomasse også kan brukes til biodrivstoff. Hvordan biomassen brukes og foredles til bioenergi kan ha konsekvenser for miljøet, avhengig av driftsmetoder, transportformer og produksjonsprosesser. Her vil vi imidlertid i hovedsak vurdere konsekvensene av ulike former for høsting av biomassen fra forskjellige skogarealer.

Denne høstingen kan anta ulike former, og for oversiktens skyld har vi valgt å dele det inn etter

- tiltak for økt høsting av biomassen som allerede finnes i skogbestandene
- tiltak for økt produksjon av biomasse i skogen, som igjen kan gi muligheter for ytterligere økt høsting av biomasse
- tiltak for økt skogbruksaktivitet på arealer der det i dag er liten/ingen skogbruksaktivitet, som igjen kan gi muligheter for økt høsting av biomasse.

5.1 Mer aktiv høsting av biomassen som allerede er i bestandet

5.1.1 Uttak av hogstavfall (GROT)

Med hogstavfall tenker vi her primært på greiner og kvister fra trærne som felles ved sluttavvirking, jf det svenske uttrykket GROT ("Grener och Toppar"). Effekten på miljøet vil avhenge av hvor stor andel av hogstavfallet som tas ut. Uttak av hogstavfall fra sluttavvirking kan ha effekter både på økosystemnivå ved at det påvirker næringssirkulasjonen i økosystemet og på artsnivå ved å påvirke ulike egenskaper (næring, substrat, skjul) i artenes habitat.

Effekter på økosystemnivå

Uttak av biobrensel kan føre til redusert næringskapital og påvirke avrenning til vannsystemer. Det kan også føre til endret struktur og endret mikroklima på hogstflata. Disse faktorene kan igjen påvirke nedbrytere, jordbunnsfauna og mykorrhizasopp (Bengtsson et al. 1998, Bengtsson et al. 1997, Mahmood et al. 1999). Ved å fjerne ytterligere biomasse (i tillegg til tømmerstokken) fra skogbestandet reduseres næringskapitalen. Betydningen av dette avhenger av mange faktorer. Blant annet er det flere ulike måter å ta ut hogstavfallet på (Hohle 2005). I forhold til effekter på miljøet er det vesentlig om hogstavfallet får ligge og tørke, helst spredd utover flata og ikke konsentrert i hauger, slik at nålene faller av og næringen fra det grønne baret blir igjen i skogen. En stor del av treets næringsinnhold sitter i nålene. Det er derfor en fordel for næringsbalansen at det grønne baret ikke fraktes vekk. Bortføringen av næring øker 1,5-5 ganger ved uttak av GROT sammenlignet med kun uttak av stammeved (Egnell et al. 2001).

Effekter på arter

Innsamling av hogstavfall for bruk til bioenergi kan påvirke ulike sider ved artenes habitat i skogen. Hogstavfallet fungerer som skjul og gir strukturell variasjon i livsmiljøet. Samling av hogstavfall i større hauger som blir liggende over lengre tid, kan på den andre siden føre til undertrykking av markvegetasjonen på stedet og gi uheldig konsentrasjon av næringsstoffer. Ulike deler av hogstavfallet kan også fungere som substrat for ulike arter (selv om grov død ved vanligvis anses å ha høyest verdi for artsmangfoldet). Ulike sopparter kan utnytte dette substratet og selv fungere som næring for andre organismer. Endelig kan endringer i næringskapitalen og hvordan denne gjøres tilgjengelig gjennom sesongen påvirke ulike plantearter direkte og dyrearter indirekte. Det er relativt få studier som spesielt har sett på effektene av å samle inn hogstavfall til bruk som bioenergi, men noen konklusjoner fra eksisterende studier er:

- Uttak av hogstavfallet fører til noe endret sammensetning av plantesamfunnene og deres suksesjon (Brakenhielm & Liu 1998, Olsson & Staaf 1995, Åström et al. 2005).
- Uttak av hogstavfall kan påvirke mengde og utvikling av mykorrhiza, selv om artssammensetning synes mindre påvirket (Mahmood et al. 1999)
- For arter knyttet til død ved, fører uttak av hogstavfallet til lavere forekomst og endret artsammensetning lokalt (Jonsell et al. 2007, Nitterus et al. 2004).

Hvorvidt slike endringer i biosamfunnene er ensidig negative, er et annet spørsmål. Hogstavfallet er en type død ved som avviker i størrelse og nedbrytingskvaliteter fra det en kan finne i boreal skog under naturlig dynamikk (jf Nitterus 2006, Norden et al. 2004). Følgelig vil dagens forekomst av hogstavfall i en viss forstand kunne ses på som en kunstig påvirkning på skogøkosystemet. Samtidig er det klart at skogbruket påvirker mengde, kvalitet og fordeling av død ved på svært mange andre måter, og mengden død ved i norsk skog er under 10% av hva man finner i naturlige skogøkosystemer (Siitonen 2001). Spesielt er det problematisk at det har skjedd en forskyving av dimensjonsfordelingen av død ved, med langt mindre grov død ved og mer død ved med liten diameter enn i naturskog. Mangelen på død ved av riktig kvalitet, spesielt grov død ved, er en av de viktige trusselfaktorer for rødlistede arter i skog (Kålås et al. 2006). En fjerning av død ved med liten diameter vil kunne jevne ut fordelingskurven, men hovedproblemet - nemlig substratmangel for arter som er avhengig av grov død - vil bestå. Trolig vil likevel en begrenset høsting av hogstavfall ha beskjedne effekter på artsmangfold og rødlistearter i forhold til effekter av skogbruk generelt. Det er viktig at høstingen ikke er for omfattende, men varieres i intensitet over skogarealet og de enkelte skogbestandene, slik at variasjonen i næringskapital og habitategenskaper opprettholdes.

Det er også viktig at man unngår at biobrenselet fungerer som "fangvirke" for rødlistede arter. Mange rødlistede insekter i Sverige benytter GROT som yngleplass, i et studium av GROT fra fire ulike treslag (osp, bjørk, eik, gran) fant for eksempel Jonsell et al. 22 rødlistede billearter (Jonsell et al. 2007). En utfordring i forbindelse med GROT-uttak er at rødlistede insekter kan legge egg i hogstavfallet når dette ligger på hogstflata sommeren over for å tørke og slippe baret, og at larveutviklingen, som er ett- til toårig, ikke er avsluttet når hogstavfallet fraktes ut og flises. Dette er først og fremst et problem ved biobrenseluttak i skog med edellauvtrær, men se Jonsell (2007) for en mer detaljert studie av effekt av treslag og diameter på hogstavfall for biller.

Kompensasjonsgjødsling med aske etter GROT-uttak

Næringstapet ved uttak av hogstavfall kan kompenseres med gjødsling (kompensasjonsgjødsling, til forskjell fra vanlig gjødsling der motivasjonen er å øke tilvekst utover det naturgitte på stedet). I praksis gjøres dette ved at asken fra forbrenningen av biobrensel føres tilbake til skogen. Spredning av ubehandlet aske fører til pH-sjokk og har store negative effekter på miljøet (Jacobson & Gustafsson 2001, Kellner & Weibull 1998). Asken fra biobrenselet må derfor behandles før tilbakeføring slik at den forvitrer langsomt og næringselementene slippes ut over tid. I tillegg må asken renses for tungmetaller. Studier som er gjort av spredning av herdet aske, er hovedsak gjort i barskog og over en tidshorisont på noen år. Disse forsøkene viser ingen signifikant effekt på bunn- og feltsjikt (Jacobson & Gustafsson 2001, Pitman 2006). Lite er kjent om langtidseffekter av GROT-uttak og kompensasjonsgjødsling.

For effekter av eventuell gjødsling med nitrogen for å øke tilveksten, se under kap. 5.2.4.

Generelt kan altså uttak av hogstavfall ha negative effekter for biologisk mangfold, men det er sannsynlig at man gjennom gode retningslinjer kan begrense disse. Slike retningslinjer bør blant annet sikre at ikke alle skogarealer underkastes intensiv utnyttning av hogstavfall, men at deler av avfallet legges igjen og at dette varierer over arealer og bestand for å skape en viss variasjon i habitategenskaper. Det kan også være behov for å utforme retningslinjer som er regionalt tilpasset, fordi det er store forskjeller mellom dominerende treslag, næringsinnhold i jorda, nedfall av næringsstoffer etc (for svenske retningslinjer, se Skogsstyrelsen 2001). Ellers er det klart at vi har liten kjennskap til mer langsiktige og storskala effekter av omfattende uttak av hogstavfall (Jonsell 2007).

5.1.2 Uttak av "ukurant virke" inkludert lauvtrevirke

"Ukurant virke" kan omfatte flere ting. Det kan være virke som tas ut i forbindelse med sluttavvirkning og som det i dag ikke er gode avsetningsmuligheter for, f.eks. lauvtrevirke, eller det kan være ymse virke som i dag ikke fraktes ut av skogen fordi det ikke er lønnsomt, som tørrgran, skadede trær, bult (nedre, råttne del av tømmerstokken, legges igjen i skogen), småtrær osv. Noen av disse kategoriene omfattes av Levende Skog-standarden som gir minimumskrav til hva som skal stå igjen av livsløpstrær og kantsoner etter hogst. Dersom det blir lønnsomt å ta ut mer ukurant virke for å bruke det til bioenergi, vil presset på disse ressursene øke, og man kan tenke seg en situasjon der det blir konflikt mellom å la f.eks. tørrgran stå som et miljøhensyn eller å ta den ut til bioenergiformål. Effekten på miljøet av å fjerne ukurant virke avhenger av hvilke typer virkevirke som tas ut og i hvilke mengder.

Lauvtrær

Edellauvtrærne er viktige biodiversitetsbærere innen sine utbredelsesområder i Norge, og mange rødlistede arter er knyttet til dem. Ved hogst i edellauvskog er det viktig å være oppmerksom på at verken virke eller hogstavfall som skal benyttes til bioenergi blir liggende sommeren over og utgjøre en eggleggingsplass for rødlistede arter, for så å bli fjernet før insektene er ferdig utviklet og forlater virket (1-2 år), da dette kan føre til at allerede små populasjoner av sjeldne arter desimeres ytterligere (fungerer som fangvirke, se kap. 5.1.1). Hogst av edellauvtrær og hasselkjerr til bioenergiformål bør unngås. For øvrig vil edellauvtrær ofte komme inn under Levende Skogs punkt om at sjeldne/uvanlig treslag skal settes igjen som livsløpstrær.

Av de boreale lauvtrærne står gamle, grove osper i en særstilling, men bjørk, selje og rogn er også viktig. Osp har en pH-rik bark som er et viktig voksested for mange lavararter, og en rik insektfauna med flere rødlistede arter. Osp har et næringsrikt strø som gir gode livsvilkår for flere invertebrater, blant annet er ospa viktig for skallsnegl i boreal skog, fordi ospestrø er rikt på kalsium som sneglene trenger for å bygge skall (Niemelä 1997). Grove boreale lauvtrær er viktige for biologisk mangfold og bør generelt ikke tas ut til bioenergiformål.

Grov død ved

Generelt kan man påpeke at grov død ved, fra bult eller - noe fram i tid - fra skadede trær, er en viktig ressurs for mange arter i skogen. Det finnes rikelig med studier som beskriver betydningen av død ved i skogen for ulike organismer (de Jong & Almstedt 2005, Jonsson & Kruys 2001), spesielt insekter og vedlevende sopp. Sopp og insekter utgjør til sammen nesten 70% av de rødlistede artene i Norge, og en stor andel av disse artene er avhengige av død ved. Det vil føre for langt å gå inn på betydningen av død ved generelt her. En oppsummering av dette kan finnes på norsk i Sverdrup-Thygeson et al. (2002).

I dag ligger mengden død ved i norsk skog i gjennomsnitt på ca 8 m³/ha. Mengden er økende (Hobbelstad et al. 2004). Samtidig er dette mindre enn 10 % av hva som er gjennomsnittlig mengde død ved i naturskog i Fennoskandia (Groven 2006, Siitonen 2001). Alle tiltak som

medfører en reduksjon i mengden død ved i skogen kan således betraktes som uheldig. En utfordring er at vi ikke kjenner effekten av at mengden død ved er betraktelig lavere enn i naturskog, og vi vet ikke om det er kritiske terskelverdier i forhold til effekt på organismer knyttet til død ved. Dessuten er det sannsynlig at både kvaliteten og fordelingen i landskapet av død ved i dagen skog skiller seg fra et skoglandskap uten nyere menneskelig påvirkning (Gibb et al. 2005, Linder & Ostlund 1998, Sippola et al. 1998).

Variasjon i livsmiljøer

Strukturell variasjon er viktig for mange organismer i skogen. På en hogstflate vil småtrær, grupper av lauvtrær osv bidra til skjul og til varierte mikroklimatiske forhold. Det vil være uheldig om økt uttak til bioenergiformål fører til en større grad av "rydding og rensing" på hogstflatene, slik det var vanlig for 15-20 år siden. Her har Levende Skog-standarden og skogsertifisering bidratt til økt fokus på betydningen av gjensatte habitatelementer.

5.1.3 Uttak av stubber

Uttak av hele stubber kan ha både økosystemeffekter og effekter på arter. Når det gjelder økosystemeffekter, betraktes stubbebryting som et drastisk tiltak som medfører kraftige inngrep i jordøkosystemet, med risiko for økt nitrogenutlekking og partikkelavrenning til vann (Egnell et al. 2001, Larsson 1998). I tillegg vil et slikt inngrep også føre til betydelig raskere nedbryting av organisk karbon i jorda og frislipp av CO₂ fra jordøkosystemet.

Når det gjelder effekter på arter, vil fjerning av stubber og forstyrrelsene av jordas struktur og økologiske egenskaper representere et drastisk brudd i en langsom suksesjonsutvikling. Dette vil være til skade for organismer, f.eks. en del mykorrhiza-sopp, som er avhengige av kontinuitet i de økologiske forholdene (selv om også avvirkning av skogbestand vil forstyrre den økologiske kontinuiteten). Arter som raskt kan utnytte den frigjorte næringen etter stubbefjerning, typisk vidt utbredte, rasktvoksende arter, vil derimot bli begunstiget. Økt avrenning til vann, enten det er næringsstoffer, giftige forbindelser eller partikler, vil påvirke livet i vannet. I tillegg vil stubbebryting fjerne en stor andel av den gjenværende grove døde veden på en hogstflate (Egnell et al. 2007). Det er kjent at en rekke vedlevende insekter, også rødlistede, foretrekker soleksponert død ved, men vi vet lite om artsinventaret i hogststubber i forhold til i annen død ved. Et studium av biller under granbark i Sverige viste at det var forskjellige artssamfunn i hogststubber i forhold til høystubber i samme høyde over bakken (Abrahamsson & Lindbladh 2006), men dette studiet fanget kun én rødlistet art. Muligens kan reduksjonen i død ved ev. stubbeuttak kompenseres ved at det settes igjen mer grov død ved av andre typer, inkludert grove lauvtrær som synes å huse et betydelig antall rødlistede biller på hogstflatene (Lindhe & Lindelow 2004, Sverdrup-Thygeson & Ims 2002).

Få systematiske studier av effekter av stubbefjerning er gjennomført, der man ser på effekt av skogtype, omfang av stubbebryting, mer moderne metoder osv. I Sverige har interessen for stubbebryting økt etter stormen Gudrun, og både teknikk og miljøkonsekvenser undersøkes nå i flere studier (Egnell et al. 2007).

5.1.4 Uttak av virke fra rydding under kraftlinjer

For uttak av virke fra rydding under eksisterende kraftlinjer gjelder generelt det som er skrevet tidligere i kapittelet om mulige konsekvenser for næringsbalanse og mengden av miljøelementer som død ved og lauvtrær. Spesielt for kraftgater er at trevekst på disse arealene uansett må begrenses, av hensyn til el-sikkerhet. Det er derfor snakk om å ta vare på og utnytte energien fra busker og småtrær som uansett må kuttes ned. Siden dette tiltaket vil gjelde begrensede arealer, kan man anta at effekter på biologisk mangfold av å ta ut dette virket vil være beskjedne, men at det likevel bør være fokus på tilsvarende retningslinjer som nevnt for GROTT-uttak (kap. 5.1.1).

5.2 Tiltak for økt produksjon av høstbar biomasse per areal og tid

Mer intensiv drift av dagens skogbruksarealer innebærer å påvirke skogens kapasitet til økt produksjon av biomasse til menneskets formål. Dette kan dels skje ved mer aktiv høsting av den biomassen som finnes på disse arealene i dag, og dels ved å øke den høstbare produksjonen fra disse arealene. Økt produksjon kan oppnås ved en rekke tiltak, alt fra raskere og/eller tettere tilplanting av avvirkede arealer, ekstra inngrep for å høste ekstra biomasse, kortere omløpstider, treslagsskifte, grøfterensking, gjødsling, bruk av foredlet plantemateriale osv.

Generelt vil slik intensivering av skogsdriften og høsting av biomasse føre til større press på økosystemfunksjoner, mindre biomasseressurser til flere av skogens arter og til endringer i ulike miljøkvaliteter som har betydning for artenes levedyktighet. Hvis intensiv drift gjennomføres over store arealer, kan det føre til en reduksjon på landskapsnivå når det gjelder viktige miljøfaktorer som andel gammel skog, gamle/store trær, død ved, andel lauvtrær. Jo mer intensiv utnyttelse, jo større blir utfordringene i forhold til miljøhensyn. Generelt kan man si at økt aktivitet på skogarealet representerer en negativ påvirkning i form av økt forstyrrelse, som kan påvirke blant annet strukturelle og hydrologiske forhold i bestandet.

5.2.1 Økt satsing på skogkultur og skogskjøtsel for å fremme økt produksjon

Variasjon i struktur og treslag er positivt for biologisk mangfold i skogen. I den grad økt satsing på skogkultur medfører en homogenisering av skoglandskapet, vil dette kunne ha negative effekter på biologisk mangfold på landskapsnivå. Dette er uavhengig av om hensikten er økt avvirkning generelt eller økt uttak av bioenergi spesielt, og er et stort og generelt tema som ikke blir behandlet i detalj i denne utredningen. Vi vil likevel trekke fram et par konkrete tiltak der det finnes studier som viser til positive eller negative effekter på viktige miljøelementer eller biologisk mangfold.

Økt bruk av markberedning

Markberedning kan ha tilsvarende økosystemeffekter som beskrevet for stubbebryting i kap.5.1.3. Med de punktvisse, lette formene for markberedning som er mest benyttet i Norge (flekkmakberedning, hauglegging, inversmarkberedning) vil likevel effektene ha langt mindre omfang enn om man benytter mer omfattende former for markberedning i form av sammenhengende og dypere furer, eller ved stubbebryting. Istykkerkjøring av død ved er annet problem når markberedning anvendes etter sluttavvirkning (Hautala et al. 2004, Jonsson et al. 2006). Et finsk studium fant at tap av død ved i forbindelse med selve hogsten utgjorde ca 8% av mengden som var der før hogst, men etter markberedning (sammenhengende furer) hadde tallet økt til hele 68% (Hautala et al. 2004).

Økt planteaktivitet

Effekten på biologisk mangfold av økt planting vil avhenge av blant annet hvor det plantes og med hva. Tilplanting av jordbruksareal med energiskog er behandlet i kap. 4, treslagsskifte i kap. 5.2.3 og skogreising i kap. 5.3.2.

Foryngelse gjennom tilplanting er en viktig del av skogskjøtselen som følger etter flatehogst, og sørger for at ny skog etableres raskt. Diskusjonen av effekt av flatehogst versus andre hogstformer som Hagner-metoden (natur-kultur), plukkhogst og småflatehogst er for omfattende til å gå inn på her. Vi skal bare kort nevne at selv om tilplanting nå foregår mindre skjematisk enn i flatehogstens barndom, gir skogplanting generelt et mer homogent skogbilde enn naturlig foryngelse, med mindre rom for variasjon i treslag, alder og dimensjon innen bestandet. Ved skogplanting brukes planter dyrket fram i planteskoler, oppformert for å fremme visse ønskede genetiske egenskaper. Dette kan påvirke og over tid føre til en utarming av det naturlige genetiske mangfoldet for skogstrær.

Økt tynningsaktivitet

Gjennom utviklingen av et skogbestand vil det i mange skogtyper være ønskelig å avstandsregulere unge bestand og å tynne mer utviklete bestand for å sikre god utvikling av de gjenværende trærne. Slik avstandsregulering og tynning blir i dag ofte sett på som en ren omkostning siden virket gir dårlig økonomisk utbytte. Slikt virke kan imidlertid utnyttes til bioenergiformål, og tynningshogster kan fra forstlig synsvinkel gjerne brukes mer enn i dag.

Samtidig som fjerning av mer biomasse påvirker næringskapitalen og mer forstyrrelse generelt virker negativt, vil tynning kunne åpne lukkede bestand og fristille trær som kan fungere som viktig habitat for ulike arter. Dersom økt tynningsaktivitet styres til tette monokulturer i barskog, vil dette langt på vei kunne antas å være positivt for det biologiske mangfoldet. Tynning i slike bestand kan gi mer variasjon, mulighet for økt lauvinnslag og mulighet for å legge til rette for miljøhensyn ved senere sluttavvirkning.

For lauvskog er det vist at kraftig tynning i edellauvdominerte bestand kan hindre gjengroing, gi rom for utvikling av grove trær og være gunstig for flere artsgrupper (Gotmark et al. 2005). I skogbestand med grove edellauvtrær vil fristilling av disse ofte være ønskelig, fordi det vil kunne gi grunnlag for økt artsmangfold (Franc et al. 2007, Ranius & Jansson 2000). Samtidig kan det i andre lauvskoger være viktig å beholde tette bestand der selvtynning gir store mengder død ved. Slike tette lauvskoger er viktige habitater for bl.a. fugl, inkludert rødlistede arter.

Ved passende tilrettelegging og hensyntagen til viktige lokaliteter for biologisk mangfold kan dermed tynning trolig utføres på måter som kan ha positiv virkning for biologisk mangfold.

Økt fokus på skogøkonomisk optimal omløpstid

Mye av dagens gammelskog er eldre enn hva som regnes som skogøkonomisk optimalt. En satsing på bioenergi og økt avvirkning vil kunne føre til et økt press mot avvirkning av gammelskogen straks den er hogstmoden, slik at man får kortere omløpstid enn hva man i gjennomsnitt ser i dag. En slik utvikling vil ikke være positiv for biologisk mangfold, siden gammel skog (i betydningen over hogstmodenhetsalder) er viktig for en rekke spesialiserte arter som ikke finner tilsvarende livsbetingelser i yngre og mer hogstpåvirket skog.

Hvorvidt kortere omløp vil være gunstig for et netto karbonregnskap ligger utenfor den utredningens mål å vurdere, men det kan bemerkes at vi har svært mangelfull kunnskap om karbonlager i boreal skogsjord og effekt av gjentatt flatehogst. Det påpekes i flere utredninger at store mengder karbon lagres i gammel skog, både i form av trevirke, men i enda større grad i skogsjorda i boreal skog (om lag 85% av karbonet i skogsystemer finnes i skogsjorda i følge foreløpige tall fra Kjønnaas et al. (2000), se også The Royal Society (2001), de Wit (1999), SFT (1997), Brun & Frank (1993, 1994)). Videre påpekes det at forstyrrelse av skogsjorda for eksempel ved skogbrukstiltak kan ha vesentlige effekter i form av frigivelse av store mengder karbon (de Wit & Kvindesland 1999, Lal 2005). Siden gammel skog er meget viktig for biologisk mangfold, kan man i et føre-var-perspektiv argumentere for at gammel skog som ikke tidligere har vært utsatt for kraftige inngrep i form av flatehogst, i størst mulig grad bør få stå som kombinert karbonlager og viktige områder for biologisk mangfold.

5.2.2 Effekter av økt kjøring/transport i bestandet

Istykkerkjøring av grov død ved

En norsk undersøkelse viser at istykkerkjøring av død ved i forbindelse med drift og transport i skogen er en faktor av betydelig omfang (Sverdrup-Thygeson et al. 2005). Om lag 30% av de 118 undersøkte flatene avvirket i 2001-2003 hadde grove læger (>30 cm) som var kjørt i stykker. I alt var mer enn 40% av de grove lægrene skadet av overkjøring. Dette studiet indikerer også en økning i andelen læger som ødelegges fra 1996/97 til 2002/03, muligens som et resultat av større grad av døgnkontinuerlig drift. Mer kjøring med terrenggående maskiner i forbindelse med økt uttak av biobrensel vil kunne øke istykkerkjøringen av grov død ved.

Et finsk studium som så på effekt av hogst på tap av gamle læger, fant at jo mykere død ved, jo større tap, slik at læger av lauvtrær var mer utsatt enn læger fra bartrær, og sent nedbrutte læger var mer utsatt enn læger i tidlig nedbrytning (Hautala et al. 2004). Dette kan ha konsekvenser for arter knyttet til disse formene for død ved. Kombinert med tilførsel av ny død ved etter hogst, blant annet som følge av livsløpstrær som blåser overende, fører avvirkingen altså til en forskyvning av de relative forholdene mellom død ved av ulike treslag og nedbrytningsstadier. Det er likevel klart at den beskjedne anvendelsen av markberedning i Norge er en klar fordel med hensyn til ivaretagelsen av eksisterende død ved, da samme studium viser at svært mye død ved skades av dette (jf. kap. 5.2.1).

Overkjøring av læger vil sannsynligvis medføre raskere nedbrytning av låga, noe som igjen kan utelukke visse vedboende arter. Overkjøringen med påfølgende uttørring kan også påvirke mykorrhiza-arter, næringslager og jordbunnsorganismer. Man kan også tenke seg at naturlig foryngelse påvirkes gjennom at det blir færre såkalte "nurse logs" der nye granplanter kan etablere seg. I praksis er disse sammenhengene vanskelige å påvise, og vi er ikke kjent med studier som har undersøkt disse hypotesene.

Kjørespor og erosjon

Også kjørespor i forbindelse med uttak og utkjøring av biobrensel kan gi negative effekter. Biologiske effekter og skade på jord og vegetasjon som følge av terrenggående maskiner har vært i fokus i Nord-Amerika, der erosjon er et betydelig problem (Morgan 2005, Page-Dumroese et al. 2000). I Norge vil en eventuell bioenergi høsting i bratt terreng, ikke minst på Vestlandet, kunne medføre utfordringer knyttet til erosjon.

Dersom hogstavfallet skal flises og benyttes som biobrensel, kan det ikke benyttes til å barlegge kjøretraseer for å redusere kjøreskader, da dette fører til innblanding av jord og sand. Generelt kan dette medføre at risikoen for kjøreskader i terrenget kan øke når hogstavfallet benyttes som biobrensel.

5.2.3 Treslagsskifte inkludert bruk av foredlet plantemateriale

Treslagsskifte innebærer at det naturlig hjemmehørende treslaget byttes ut til fordel for et annet som gir større (økonomisk) utbytte. Det argumenteres med at treslagsskifte er et klimatilskudd som fører til økt karbonassimilasjon. Selv om vurderinger av karbonlagring/assimilasjon faller utenfor denne rapporten, kan det påpekes at det er mange ukjente faktorer i disse regnestykkene. Det er dessuten vesentlig at man også ser på effekten på biologisk mangfold.

Effekten av treslagsskifte vil variere med en rekke faktorer, som omfang, lokalisering, hvilket treslag man bytter ut og hvilket man bytter til. Effekten av treslagsskifte er todelt; for det første påvirkes både abiotiske og biotiske forhold i bestandet der treslagskiftet skjer og for det andre kan introduksjon av nye arter innebære en risiko for spredning ut i omkringliggende landskap.

Treslagsskifte i Norge har primært dreid seg om skifte fra lauvskog til gran. Tilplanting med gran endrer livsbetingelsene for arter som er avhengige av de opprinnelige skogtypene, og flytting av gran til nye områder av landet kan utgjøre en trussel for stedegne arter. Flere av de fremmede treslagene som er plantet i Norge, er i ferd med å spre seg og fortrenge stedlige arter, noe som blant annet er et problem i våre verneområder (Riksrevisjonen 2006).

Effekter av tradisjonelt treslagsskifte vil være like enten hensikten er at virket etter hvert skal brukes til bioenergi eller ei. Man kan også tenke seg at det kan være aktuelt å treslagsskifte ut fra bioenergirelaterte egnethetsvurderinger, og at andre treslag enn gran da kan være relevante. Vurderinger av økologiske effekter vil uansett måtte gjøres ut fra forventet påvirkning på livsbetingelser, omfang i landskapet og risiko for spredning.

5.2.4 Nitrogengjødsling

Asken fra biobrensel inneholder det meste av næringsementene som trengs for å erstatte uttaket av biobrensel, med unntak av nitrogen. I deler av landet der ikke utslipp fra transportsektoren allerede tilfører mer enn nok nitrogen, kan det være aktuelt å supplere asketilførselen med nitrogengjødsling. I følge Larsson (1998) er nitrogengjødsling primært aktuelt ved heltredrift, altså der hele treet med kvister og bar tas ut av skogen. Nitrogengjødsling kan medføre problemer i form av nitratutlekking til omgivende vannsystemer.

5.3 Økt aktivitet på "nye" arealer

Med økt aktivitet på "nye" arealer forstår vi en økt satsing på uttak av biomasse på arealer i skog der det i dag ikke drives skogbruk eller annen høsting av biomasse. Økt satsing på bioenergi er nært koblet til en nasjonal strategi for økt avvirkning i norsk skog. I en rapport som Norsk institutt for skog og landskap har laget på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet (LMD) som ledd i en nasjonal strategi for økt avvirkning og verdiskaping knyttet til skog, konkluderes at det generelt er rom for betydelig økt avvirkning uten at det påvirker de langsiktige avvirkningsmulighetene.

Det ligger imidlertid noen forutsetninger i bunnen for økt avvirkning som kan ha betydning for vurderingen av potensielle effekter på biologisk mangfold. Disse forutsetningene er (Vennesland et al. 2006): Økt avvirkning på lavere boniteter og i vanskeligere terreng, økt veibygging i enkelte områder, økt avvirkning av furu og lauv i forhold til gran, og større fokus på mindre eiendommer fordi disse har en større andel av eldre skog. Det er særlig de to-tre første av disse forutsetningene som vil ha relevans for effekter på biologisk mangfold.

5.3.1 Økt aktivitet i dagens "nullområder" og på lav bonitet

Vi bruker her begrepet nullområde som en betegnelse på hittil veiløse skogområder og vanskelig terreng der mye av den økte avvirkningen er foreslått å finne sted (Vennesland et al. 2006). Et nullområde kan defineres som "et skogområde der tømmerets brutto salgsverdi ikke dekker omkostningene forbundet med hogst og framdrift til leveringssted" (Bollandsås et al. 2004). Ofte brukes betegnelsen nullområde løselig om områder på ett til flere bestand, ofte med produktiv skog, som ligger langt fra vei og derfor ikke er lønnsomme å drive. Omfanget av nullområder vil imidlertid variere med samfunnets økonomiske betingelser for skogsdrift og skogeiers forhold til disse. Blant annet fordi begrepet nullområde er sensitivt for lønnsomhetsberegninger, finnes ulike estimater på hvor mye av norsk skog som kan kalles nullområde, fra rundt 5 % til snaut 20 % (Bollandsås et al. 2004, Bollandsås et al. 2004).

Det er sannsynlig at økt fokus på bioenergi og flere økonomiske virkemidler for veibygging og avvirkning i hittil veiløse områder og i vanskelig terreng (slik som de nylig økte subsidier / tilskuddsordninger til veibygging, taubanebruk etc., jf Miljøverndepartementet (2007) og nyhet publisert 23.10.07 på LMDs hjemmeside), kan føre til at en del av disse områdene endrer status fra nullområder til økonomisk lønnsomme skogbruksarealer.

Lauvskog utgjør 62,9% av nullområdene, og en større del av nullområdene enn av drivverdig skog ligger i bratt og sterkt kupert terreng (Framstad et al. 2002). Ut fra nullområdenes beliggenhet i veiløse områder, kan en slutte at en stor del av arealene ikke har vært drevet på lang tid. Det er derfor en større andel gammel skog her enn i dagens drivverdige områder (Vennesland et al. 2006). Av samme grunn øker betydningen av nullområdene for visse deler av det biologiske mangfoldet. Bollandsås et al. (2004) registrerte et utvalg miljøverdier etter MIS-metoden på drøyt 300 landskogstakseringsflater og fant en signifikant positiv sammenheng mellom registrerte miljøverdier (MiS-figur) og transportavstand. Dette kan tyde på at de mest interessante områdene for biomangfoldet vil være lengst unna bilvei. Forfatterne påpeker

at dersom dette er riktig, vil miljøverdiene være større i nullområder enn i tilsvarende områder i drivverdig skog.

Nullområdene utgjør et større totalareal og en betydelig større del av det produktive skogarealet på Vestlandet og i Nord-Norge enn i resten av landet. De befinner seg dessuten i disse landsdelene på høyere boniteter og i lavere høydeler (Framstad et al. 2002). En satsing på uttak av biomasse fra disse landsdelene vil dermed kunne slå ut annerledes enn i de typiske skogbruksstrøkene i Østlandet og Trøndelag. I et regionalt perspektiv kan høsting av biomasse til bioenergi fra lavereliggende eller mer produktive nullområder på Vestlandet og i Nord-Norge ha mer negative konsekvenser for det lokale biologiske mangfoldet enn uttak fra mer marginale nullområder på Østlandet og i Trøndelag.

Strategien for økt avvirkning peker på økt fokus på skog på lave boniteter. I den forbindelse er det relevant å diskutere betydningen av lavbonitet- og impedimentområder for biologisk mangfold. Selv om det generelt er en positiv sammenheng mellom høy bonitet og artsmangfold (Gjerde et al. 2005, Stokland 1997), er det likevel slik at de fattige områdene kan være viktige for visse rødlistede arter. Cederberg et al. (1997) viste f.eks. at om lag 2% av de rødlistede artene i Sverige i hovedsak lever på impediment (jf kap. 3.1.1).

Studier av tresatt impediment i Norge har vist at dette noen steder har en betydelig tetthet av flere miljøelementer på grunn av liten hogstpåvirkning, og de har også et vesentlig innslag av visse signalarter/rødlistede arter av lav, sopp og insekter (Sverdrup-Thygeson & Ims 2005). Det er samtidig klart at det er store regionale forskjeller. Resultatene fra dette studiet peker på behov for nøyere kartlegging av impediment-arealer enn hva som gjøres i dag – kanskje spesielt i regioner med stort potensial for varmekrevende insekter, siden MiS-registrering ikke gjennomføres på impediment i de fleste områdetakster (Framstad et al. 2002).

Også undersøkelser i Agder og Telemark viser at de mest verdifulle MiS-figur-ansamlingene ble funnet i lauvskog på middels til lav bonitet (pers. medd. Tor Erik Brandrud). En slik sammenheng bekreftes også av en gjennomgang av rødlistede sopp: De viktigste hotspot-habitatene (dvs de arealene som huser flest rødlistearter) for jordboende sopp, er rike, tørre eik-lind-hasselskoger og grunnlendte kalkbarskoger (Artsdatabanken, Sverdrup-Thygeson et al. 2007). Slike opptre i hovedsak på middels til lav bonitet og forekommer også på impediment. Vedboende arter knyttet til gammelskog/naturskog av barskog har i større grad preferanse for høyere bonitet i følge rødlista. Samtidig er disse også ofte knyttet til sterkt heterogene arealer som bekkekløfter, sprekkedaler og lignende, der impediment- og lavbonitetsarealer ofte inngår i verdifulle mosaikker. Dessuten er skogbruksaktiviteten knyttet mest til områder med høy bonitet, slik at hotspots med gammelskog ofte står igjen i de mer utilgjengelige områdene.

Dersom økt satsing på bioenergi medfører at større arealer med biologisk gammel og lite hogstpåvirket skog vil bli avvirket som et resultat av økt veibygging og avvirkning i tidligere veiløse områder, i vanskelig terreng og på lave boniteter, vil dette ha negative konsekvenser for biologisk mangfold.

Økt satsing på drift i nåværende nullområder vil utløse et behov for mer kunnskap om hvor de største naturverdiene i slik skog finnes, og det kan være nødvendig med en bedre kartlegging av verneverdier og artsmangfold på disse arealene. Det bør vurderes om det er større behov for eksplisitt båndlegging/vern for å sikre naturverdier her. Endelig kan det være behov for å vurdere om de standarder som ligger til grunn for et sertifisert, bærekraftig skogbruk (Levende Skog) er tilfredsstillende dersom langt større skogarealer enn i dag blir underlagt et aktivt kulturskogbruk.

5.3.2 Økt satsing på skogreising

Med skogreising mener vi skogplanting på arealer som i dag ikke er skogsmark. Skogplanting på jordbruksarealer er kommentert i kap. 4.2-4.3.

Skogreising på ugrøftet myr betinger at arealet grøftes. Nygrøfting er et kraftig inngrep i det naturlige økosystemet på stedet, med store negative konsekvenser for arealenes økologiske funksjon og for tilknyttede arter, og er ikke forenlig med standardene i Levende Skog. Nygrøfting av myr og sumpskog med sikte på skogproduksjon er også forbudt i henhold til § 5 i Forskrift om bærekraftig skogbruk.

Når det gjelder skogreisning på ikke skogdekt fastmark (utenom jordbruksarealer), vil årsaken til at slike arealer ikke allerede har et skogdekke enten skyldes menneskets (tidligere eller nåværende) utnyttelse eller klimatiske årsaker. Dersom det i det hele tatt er mulig å plante trær på slike arealer, må dette i størst mulig grad baseres på lokale treslag og provenienser og reflektere en naturlig rekrutteringsprosess for treslagene. Uten nærmere angivelse av hva slags arealer dette kan være, er det vanskelig å gi konkrete vurderinger av konsekvensene for biologisk mangfold. Generelt vil åpne, ikke skogdekte arealer ha økende verdi for biologisk mangfold ettersom stadig større arealer ellers blir skogdekt. Slike åpne arealer, spesielt under skoggrensa, vil bidra til et mer variert landskapsbilde og til et bredere tilbud av miljøforhold for artsmangfoldet.

5.4 Uttak av bioenergi fra myr

I de nordiske landene er betydelige mengder organisk materiale akkumulert som mer eller mindre omdannet torv i ulike typer myrer. I Norge er knappe 6% av arealet dekket av myr og våtmark, tilsvarende ca 18 000 km². Torv nydannes svært langsomt, og denne biomassen kan dermed nærmest betraktes som en ikke fornybar ressurs i forhold til menneskelig utnyttelse. Ved endringer i klimaforholdene eller ved fysiske inngrep som endrer myras hydrologiske forhold, kan torva raskt brytes ned og slippe ut betydelige mengder CO₂. Myrene inneholder også store mengder av klimagassen metan som kan frigjøres.

Torv har i lang tid blitt utnyttet til brensel, spesielt i områder med svak tilgang på trevirke. Også i dag brukes torv som biomasse til energiproduksjon i Sverige og Finland (Hansen et al. 2006), men i Norge utnyttes torvressursene i dag bare til utvinning av veksttorv. I løpet av de siste 100 årene er betydelige myrarealer blitt grøftet, i hovedsak for å fremme bedre skogproduksjon, men dette er ikke lenger aktuell politikk i Norge (jf bl.a. miljøkrav i Levende Skog-standard). Det organiske materialet i grøftede myrer vil brytes raskere ned enn i intakte myrer. Dette er fremmet som et argument om at bruk av torv til bioenergi vil være et viktig klimatiltak dersom dette erstatter fossilt brennstoff.

Myrene representerer viktige landskapselementer med en sentral rolle for hydrologien i nordlige økosystemer. De har også et karakteristisk dyre- og planteliv, og rikmyrer har også et stort og spesielt artsmangfold. Rikmyrer og intakte myrer i lavlandet er truede naturtyper som det er om å gjøre å bevare og restaurere der de er skadet. Generelt er det derfor ikke gunstig for biomangfoldet å øke utnyttelsen av torv til f.eks. bioenergi. Dersom brenntorv likevel tas ut, bør det skje fra fattige myrer som allerede er ødelagt av grøfting, og arealet bør deretter tilplantes eller restaureres til et vannmiljø. Det er uklart om slikt uttak av brenntorv vil gi en netto karbongevinst.

6 Konklusjon

Klimaendringer forårsaket av forbruk av fossilt brensel er et alvorlig miljøproblem. Ved å øke andelen av energiforbruket fra biologiske materialer (biomasse) kan mer av energiforbruket bli nøytralt i forhold til utslipp av CO₂ og dermed bidra til en bedre klimautvikling. Flere ulike tiltak kan brukes for å endre balansen i energiforbruket i favør av bioenergi. Slike tiltak må imidlertid vurderes i forhold til flere hensyn for å sikre at de bidrar til en bærekraftig utvikling:

- De må gi et netto positivt bidrag til karbonbalansen ved å redusere mengden av CO₂ og andre drivhusgasser i atmosfæren.
- De må ikke medføre andre virkninger som bryter med viktige politiske mål for en bærekraftig utvikling, bl.a. å hindre tapet av biologisk mangfold.

I denne utredningen har vi gjennomgått en del foreslåtte tiltak for å høste bioenergiressurser fra skogs- og jordbruksarealer og hvordan utnytting av slike ressurser kan tenkes å påvirke det biologiske mangfoldet. I denne sammenhengen har vi ikke vurdert om tiltak for å utnytte slike ressurser vil gi et positivt bidrag til karbonbalansen eller om de har andre miljøvirkninger. Vi har heller ikke vurdert hvorvidt tiltakene er samfunnsmessig fornuftige og dermed realistiske å iverksette (men se kap.7 Etterord).

En rekke utredninger har de siste årene forsøkt å gi en oversikt over potensialet for bioenergi i Norge og hva som kan være realistisk å utnytte (f.eks. Langerud et al. 2007). Disse utredningene tyder på at de mest aktuelle bioenergiressursene fra skog- og jordbruksarealer på kort sikt vil være GROT, tynningsvirke og lauvtrevirke fra skogbestand nær vei i sentrale strøk, samt biomasse fra rydding av skog under kraftlinjer i slike områder. I jordbrukslandskapet er rydding av gjengroingsarealer i tilknytning til jordbruksareal i drift aktuelt, samt lokal utnytting av halm og kornavrens til bioenergi.

Dersom vi vurderer utnytting av ulike bioenergiressurser fra skogs- og jordbruksarealer i forhold til deres effekter på biologisk mangfold, kan vi grovt skille ut enkelte tiltak som er akseptable/positive for biologisk mangfold, og andre som er negative.

Følgende tiltak synes akseptable og dels med en positiv effekt på biomangfoldet:

- Uttak av GROT og tynningsvirke i skog, spesielt barskog, er akseptabelt, men det er nødvendig med retningslinjer (jf Sverige) for å sikre at uttaket foregår skånsomt i forhold til viktige habitatressurser for arter (som grov død ved) og økosystemfunksjoner. Hensynet til næringsbalansen i jorda må sikres. Levende Skog-hensyn må ivaretas og man må sikre at disse dekker tiltak og problemstillinger som er relevante i lys av en økt satsing på biobrenseluttak.
- Rydding av gjengroingsarealer i jordbruket er positivt for landskapsbilde, friluftsliv og kulturminner. Slik rydding kan også ha positiv effekt for biomangfoldet, men dette vil avhenge av arealenes tilstand og oppfølging. Ved avvirkning kort tid etter gjengroing kan arter knyttet til det åpne kulturlandskapet fremdeles finnes, og disse vil kunne nyte godt av videre skjøtsel av arealene i form av beite eller slått. Dersom slike arealer har oppnådd verdi som naturlige, sene lauvskogssuksesjoner med tilhørende interessant arts mangfold, bør de imidlertid ivaretas som verdifull lauvskog for å få fram viktige habitatressurser for arter som store/gamle lauvtrær (spesielt edellauvtrær) og store mengder død ved.

Følgende tiltak vil kunne ha betydelige negative effekter for biomangfoldet:

- Inngrep i rike skogtyper, truede vegetasjonstyper og habitater med konsentrasjon av arter (spesielt rødlistearter) vil være negativt for biologisk mangfold og må unngås.
- Økt avvirkning i "nye" områder (langt fra vei, i bratt terreng osv) vil påvirke områder som kan ha funksjon som naturskog med beskyttede/spesielle leveområder for sårbare arter. En eventuell mer intensiv skogdrift og høsting av bioenergiressurser utløser behov for registrering av naturverdier i slike områder. Det kan også medføre økt behov for å sikre aktuelle naturverdier gjennom formelt vern.

Det er i dag ikke mulig å gi presise vurderinger av effekter av økt uttak av bioenergi på biomangfoldet. Til det er planene om framtidig utnyttelse av biomasse til bioenergi for generelle og uspesifikke med hensyn til konkrete tiltak, arealer og driftsformer. Det er også store hull i vår kunnskap om hvordan mange av tiltakene vil kunne virke på ulike deler av biomangfoldet, spesielt i forhold til mer komplekse samvirkninger og indirekte effekter gjennom endringer i næringsnett og i biogeokjemiske sykluser. Det er særlig behov for bedre kunnskap om økt uttak av bioenergi og

- effekter på karbonbalansen
- økologiske effekter på lang sikt
- økologiske effekter på landskapsnivå

Dersom vi ønsker å utnytte biomasseressursene maksimalt, må vi ha omfattende og presis kunnskap for å sikre at tiltakene er bærekraftige i forhold til biologisk mangfold og andre miljøhensyn. Har vi ikke tilstrekkelig god og presis kunnskap, må vi legge inn en større sikkerhetsmargin i form av miljøhensyn, verneområder og andre "buffere" mot en negativ miljøutvikling.

7 Etterord: Er bioenergitiltak realistiske og effektive klimatiltak?

I denne utredningen har vi redegjort for mulige effekter på biomangfoldet av ulike tiltak for å fremme produksjonen av biomasse til bioenergi fra skog- og jordbrukslandskap. Vi har ikke hatt som mål å utrede om disse tiltakene er realistiske i forhold til sannsynlige økonomiske rammebetingelser og driftsmessige forhold. Vi har heller ikke vurdert om tiltakene vil gi et positivt bidrag til karbonbalansen. Det kan imidlertid være grunn til å reflektere litt omkring disse forholdene, siden bioenergitiltak som verken er realistiske eller gir et positivt klimabidrag, neppe er verdt å bruke ressurser på.

Bioenergi fra jordbrukslandskapet

Norges jordbruksareal er begrenset – det utgjør bare 3% av landarealet – og det er spredt på mange små enheter. Gjeldende norsk politikk vektlegger å bevare jordbruksarealet til produksjon av mat. Følgelig er det ikke realistisk å regne med noen omfattende produksjon av energivvekster, verken i form av oljevekster, energigras, energiskog eller andre jordbruksavlinger i Norge. Dessuten kan flere studier tyde på at jordbruksavlinger til energiformål i nordlige områder er lite energieffektive og dermed ikke bidrar mye (om overhode noe) til å redusere utslippene av klimagasser.

Kan høsting av biomasse fra marginale, ikke dyrkede jordbruksarealer, fra kantsoner i jordbrukslandskapet etc bidra med bioenergi i noen utstrekning? Betydelige arealer av marginal jordbruksmark har grodd igjen med busker og trær de siste 50 årene. Det skulle dermed være store bioenergiressurser å hente. Og som vi har sett over, kan slike tiltak ha positive effekter for biomangfoldet og andre miljøverdier i kulturlandskapet. Slike arealer i jordbrukslandskapet er imidlertid hver for seg små og spredt utover store områder. Det er vanskelig å forestille seg at biomasse i stor skala kan høstes fra disse arealene på en rasjonell og kostnadseffektiv måte. Men kanskje kan slik biomasse utnyttes lokalt i tilknytning til det enkelte gårdsbruket. Der det ikke allerede fins en effektiv infrastruktur for å høste biomasse fra de aktuelle arealene, må det også vurderes om energiforbruket ved innsamling, transport og behandling av denne biomassen ikke er så omfattende at bidraget til karbonbalansen blir negativt, dvs at mer CO₂ slipper ut enn det som spares ved bruk av biomassen.

I jordbruket produseres også en del organiske biprodukter eller avfall som ikke kan utnyttes direkte i matproduksjonen. Dette omfatter bl.a. betydelige mengder halm, kornavrens og husdyrgjødsel. Utnytting av slik biomasse til energiformål kan være positivt i en viss utstrekning, så lenge tilstrekkelige mengder tilføres jorda for å dekke behovet for organisk innhold og næringsstoffer. Mye av jordbruksarealet i Norge er spredt og fordelt på mange små eiendommer. Dermed vil storskala innsamling og bruk av slike bioenergiressurser kreve utvikling av ny infrastruktur som kan være en utfordring i forhold til både økonomi og energiforbruk. Følgelig er trolig også dette bioenergiressurser som best kan utnyttes lokalt på de enkelte brukene. Unntaket kan være enkelte sentrale jordbruksstrøk med en konsentrasjon av korndyrking eller husdyrbruk.

Bioenergi fra skogen

Skogen i Norge produserer store mengder biomasse lagret i trær og andre planter. Myndighetene så vel som fagmiljøer peker på biomasse fra skogen som hovedkilden for norsk bioenergi. I denne utredningen har vi fokusert på tiltak knyttet til økt høsting av biomasse fra skogarealer henholdsvis med og uten aktiv skogsdrift i dag.

Fra skogarealer som allerede er i aktiv drift kan greiner, topper og tynningsvirke høstes til bioenergi uten store negative effekter på biomangfoldet, dersom det tas tilstrekkelige miljøhensyn. For å høste slik biomasse kreves både nye driftsrutiner og en tilpasset infrastruktur, noe som trolig vil medføre hyppigere aktivitet i skogen og dermed et høyere energiforbruk. Både ut fra hensynet til sunn driftsøkonomi og behovet for å begrense energiforbruket ved høsting, trans-

port og behandling, er det sannsynlig at utnytting av slik biomasse i hovedsak vil være egnet fra skogarealer nær vei i de sentrale skogregionene på Østlandet og i Trøndelag. Høsting fra andre skogarealer risikerer å forbruke mer energi enn det som spares ved bruk av biomassen.

For å øke forsyningen av biomasse til energiformål er det også foreslått å øke uttaket av biomasse fra skogområder uten aktiv drift i dag. Dette er områder lenger unna vei eller i vanskelig terreng. Vi har påpekt at slike områder kan ha betydelige verdier for biomangfoldet. Dessuten vil høsting av biomasse fra slike arealer kreve betydelige investeringer i tilpasset infrastruktur og kanskje store offentlige tilskudd, skattefritak og/eller annen subsidiering for å gjøre driften regningssvarende. Økt avvirkning på slike arealer vil ha en rekke andre konsekvenser for skogbrukssektoren og samfunnet for øvrig enn økt mengde biomasse til bioenergi, og regnestykkene vil avhenge av hvordan disse konsekvensene vektlegges. Med lengre transportavstand og mer komplisert drift er det likevel et spørsmål om høsting av biomasse fra slike arealer vil forbruke mer energi enn det som spares ved bruk av biomassen til energi.

Ved avvirkning av trær til bioenergi vil vi i første omgang få frigjort biomasse som kan brukes til CO₂-nøytral energi. Avvirkning av trær påvirker imidlertid næringssirkulasjonen i jorda på komplekse måter som vi ennå ikke forstår særlig godt. Flere studier peker på at karbonlageret i jorda i boreal skog er betydelig større enn i de trærne som avvirknes, og at karbonlageret i skogsjord er følsomt for inngrep fra f.eks. skogsdrift. Dette karbonlageret reduseres raskt etter avvirkning og bygges langsomt opp igjen etter hvert som skogen vokser til igjen. Hvordan lagrene av karbon i ulike deler av skogøkosystemet (bl.a. trærne og jorda) endres gjennom gjentatte runder med avvirkning og gjenvekst er foreløpig dårlig forstått. Vi kan derfor ikke i dag slå fast hva som er en optimal forvaltning av biomassen og det totale karbonlageret i skog med tanke på framtidens klima. Det er imidlertid åpenbart at ikke bare utnytting av biomassen i skog må stå i fokus, men også hvordan slik utnytting påvirker karbonlagrene.

Det er også åpenbart interessant å fokusere på potensielle vann–vann situasjoner med tanke på karbonbinding og bevaring av biodiversitet i gammel skog. I motsetning til vår manglende forståelse av hvordan karbonlagrene i skogøkosystemet (bl.a. i trærne og jorda) påvirkes av skogbruksaktiviteter, har vi god kunnskap om at gammel skog som over tid er upåvirket av skogbruk, er meget viktig for bevaring av biologisk mangfold.

8 Referanser

- Abrahamsson, M. & Lindblad, M. 2006. A comparison of saproxylic beetle occurrence between man-made high- and low-stumps of spruce (*Picea abies*). - *Forest Ecology and Management* 226: 230-237.
- Artsdatabanken. Rødlistebasen. <http://www.artsdatabanken.no/Article.aspx?m=39&amid=1864>.
- Bengtsson, J., Lundkvist, H., Saetre, P., Sohlenius, B. & Solbreck, B. 1998. Effects of organic matter removal on the soil food web: Forestry practices meet ecological theory. - *Applied Soil Ecology* 9: 137-143.
- Bengtsson, J., Persson, T. & Lundkvist, H. 1997. Long-term effects of logging residue addition and removal on macroarthropods and enchytraeids. - *Journal of Applied Ecology* 34: 1014-1022.
- Berg, L. N., Jørgensen, P. F., Heyerdahl, P. H. & Wilhelmsen, G. 2003. Bioenergiressurser i Norge. - Oppdragsrapport 7/2003. 32 s. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.
- Blom, H. H., Bendiksen, E., Brandrud, T. E., Kvamme, T., Ødegaard, F. & Framstad, E. 2004. Rødlister som redskap i forvaltningen av biologisk mangfold i skog - utfordringer og forbedringsmuligheter. - *Aktuelt fra skogforskningen* 1/04. 117 s.
- Bollandsås, O. M., Hoen, H. F. & Lunnan, A. 2004. Nullområder i skogbruket - en prinsipiell betraktning. - *Rapport fra skogforskningen* 4/04. 35 s.
- Bollandsås, O. M., Hoen, H. F. & Lunnan, A. 2004. Nullområder i skogbruket - vurdering av driftskostnader og miljødier. - *Rapport fra skogforskningen* 5/04. 22 s.
- Brakenhielm, S. & Liu, Q. 1998. Long-term effects of clear-felling on vegetation dynamics and species diversity in a boreal pine forest. - *Biodiversity and Conservation* 7: 207-220.
- Bruun, F. R. & Frank, J. 1993. Endringer i karbonstatus i jord etter hogst og tilplanting av brakkmark - En litteraturstudie. - 52 s. Institutt for Skogfag, NLH
- Bruun, F. R. & Frank, J. 1994. Effekter av ulike skogskjøtseltiltak på karbonstatus i jord - En litteraturstudie og beregninger. - *Aktuelt fra Skogforsk* 11/94. 21 s.
- Cederberg, B., Ehnström, B., Gärdenfors, U., Hallingbäck, T., Ingelög, T. & Tjernberg, M. 1997. De trådbärande impedimentens betydelse för rödlistade arter. - *Artdatabanken Rapporter* 1. 51 s. Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- de Jong, J. & Almstedt, M. 2005. Död ved i levande skogar. Hur mycket behövs och hur kan målet nås? - *Rapport* 5413. 110 s. Naturvårdsverket
- de Wit, H. A. & Kvindesland, S. 1999. Carbon stocks in Norwegian forest soils and effects of forest management on carbon storage. - *Rapport fra skogforskningen Supplement* 14. 52 s.
- EC. 2005. Communication from the Commission. Biomass action plan. - COM(2005) 628 final. 47 s.
- ECON. 2007. Biodrivstoff – status og utsikter. - *ECON-Rapport* 2007-069 47 s. ECON
- EEA. 2006. How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? - *EEA Report* 7/2006
- Egnell, G., Hyvönen, R., Högbom, L., Johansson, T., Lundmark, T., Olsson, B., Ring, E. & von Sydow, F. 2007. Miljökonsekvenser av stubbskörd – en sammanställning av kunskap och kunskapsbehov. - *Energimyndigheten Rapport* ER 2007:40. 126 s.
- Egnell, G., Liedholm, H. & Lönnell, N. 2001. Skogsbränsle, hot eller möjlighet? - *Skogsstyrelsen, Jönköping, Sweden*.
- Framstad, E., Økland, B., Bendiksen, E., Bakkstuen, V., Blom, H. & Brandrud, T. E. 2002. Evaluering av skogsvernet i Norge. - *NINA Fagrapport* 54. 146 s. NINA, Oslo.
- Franc, N. 2007. Conservation ecology of forest invertebrates, especially saproxylic beetles, in temperate successional oak-rich stands. PhD thesis. - *Dep. of Zoology, Göteborg University*.
- Franc, N., Gotmark, F., Økland, B., Norden, B. & Paltto, H. 2007. Factors and scales potentially important for saproxylic beetles in temperate mixed oak forest. - *Biological Conservation* 135: 86-98.
- Fremstad, E. & Moen, A. 2001. Truete vegetasjonstyper i Norge. - *Rapport botanisk Serie* 2001-4. 231 s. NTNU Vitenskapsmuseet
- Gibb, H., Ball, J. P., Johansson, T., Atlegrim, O., Hjaltén, J. & Danell, K. 2005. Effects of management on coarse woody debris volume and composition in boreal forests in northern Sweden. - *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 213-222.
- Gjerde, I., Saetersdal, M., Rolstad, J., Storaunet, K. O., Blom, H. H., Gundersen, V. & Heegaard, E. 2005. Productivity-diversity relationships for plants, bryophytes, lichens, and polypore fungi in six northern forest landscapes. - *Ecography* 28: 705-720.
- Gotmark, F., Paltto, H., Norden, B. & Gotmark, E. 2005. Evaluating partial cutting in broadleaved temperate forest under strong experimental control: Short-term effects on herbaceous plants. - *Forest Ecology and Management* 214: 124-141.
- Groven, R. 2006. Historic variability in boreal forest. Dendroecological and structural studies of fire, stand, and logging history from southeastern and central Norway. Dr.Scient. avhandling. - *Universitetet for Miljø- og Biovitenskap, Ås*.
- Hansen, K., Ingerslev, M., Felby, C., Hirsmark, J., Helynen, S., Bruzgulis, A., Larsson, L.-E., Asikainen, A., Budreiko, A., Pärn, H., Nyström, K. & Vinterbäck, J. 2006. Bioenergy in the Nordic-Baltic- NW Russian region. Status, barriers and future. - *TemaNord* 2006 553. 64 s.
- Hautala, H., Jalonen, J., Laaka-Lindberg, S. & Vanha-Majamaa, I. 2004. Impacts of retention felling on coarse woody debris (CWD) in mature boreal spruce forests in Finland. - *Biodiversity and Conservation* 13: 1541-1554.

- Hobbelstad, K., Gobakken, T. & Swärd, J. 2004. Evaluering av Levende Skog. Tilstand og utvikling i norsk skog vurdert i forhold til enkelte standarder. - NIOS-rapport 19-2004. 30 s.
- Hohle, E. E., red. 2005. Bioenergi: miljø, teknikk og marked. - Bioenergigården.
- Jacobson, S. & Gustafsson, L. 2001. Effects on ground vegetation of the application of wood ash to a Swedish Scots pine stand. - *Basic and Applied Ecology* 2: 233-241.
- Jonsell, M. 2007. Effects on biodiversity of forest fuel extraction, governed by processes working on a large scale. - *Biomass and Bioenergy* 31: 726-732.
- Jonsell, M., Hansson, J. & Wedmo, L. 2007. Diversity of saproxylic beetle species in logging residues in Sweden - Comparisons between tree species and diameters. - *Biological Conservation* 138: 89-99.
- Jonsson, B. G. & Kruys, N., red. 2001. Ecology of woody debris in boreal forest. *Ecological Bulletins* no. 49. - Blackwell Science, Oxford.
- Jonsson, M., Ranius, T., Ekvall, H., Bostedt, G., Dahlberg, A., Ehnstrom, B., Norden, B. & Stokland, J. N. 2006. Cost-effectiveness of silvicultural measures to increase substrate availability for red-listed wood-living organisms in Norway spruce forests. - *Biological Conservation* 127: 443-462.
- Jørgensen, P. F. & Bernhard, P. 2004. Elproduksjon basert på biobrensler. Teknisk-økonomisk potensial. - Norges vassdrags- og energidirektorat
- Kellner, O. & Weibull, H. 1998. Effects of wood ash on bryophytes and lichens in a Swedish pine forest. - *Scandinavian Journal of Forest Research*: 76-85.
- Kjønaas, O. J., H., A., Dalen, L. S., de Wit, H. A., Eldhuset, T. & Øyen, B.-H. 2000. Carbon stocks in Norwegian forested systems. Preliminary data. - *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*: 311-314.
- Kålås, J. A., Viken, Å. & Bakken, T., red. 2006. Norsk Rødliste 2006 – Norwegian Red List: 416. - Artsdatabanken, Norway.
- Lal, R. 2005. Forest soils and carbon sequestration. - *Forest Ecology and Management* 220: 242-258.
- Langerud, B., Størdal, S., Wiig, H. & Ørbeck, M. 2007. Bioenergi i Norge – potensialer, markeder og virkemidler. - ØF-rapport 17/2007
- Larsson, P. 1998. Biobränsle och mångfald - på kollisionskurs i skogen? Riktlinjer för naturvårdsanpassad biobränsleanvändning. - Rapport 9417/98. 25 s. Naturskyddsföreningen, Stockholm.
- Linder, P. & Ostlund, L. 1998. Structural changes in three mid-boreal Swedish forest landscapes, 1885-1996. - *Biological Conservation* 85: 9-19.
- Lindhe, A. & Lindelow, A. 2004. Cut high stumps of spruce, birch, aspen and oak as breeding substrates for saproxylic beetles. - *Forest Ecology and Management* 203: 1-20.
- Lunnan, A., Moen, K. J. & Risholt, O. 1990. Samfunnsøkonomisk potensiale for bioenergi i år 2000. - SEFO-rapport 1990:2
- Mahmood, S., Finlay, R. D. & Erland, S. 1999. Effects of repeated harvesting of forest residues on the ectomycorrhizal community in a Swedish spruce forest. - *New Phytologist* 142: 577-585.
- Miljøverndepartementet. 2007. "Klimameldingen". Norsk klimapolitikk. - Stortingsmelding 34 (2006-2007)
- Miljøverndepartementet. 2007. St.meld. nr. 26 (2006-2007) Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand.
- Morgan, R. P. C. 2005. Soil Erosion and Conservation. - Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK.
- Niemelä, J. 1997. Invertebrates and boreal forest management. - *Conservation Biology* 11: 601-610.
- Nitterus, K. 2006. Biodiversity & Biofuel - Harvest of Logging Residue Affects Forest Arthropods. PhD thesis. - Göteborgs universitet.
- Nitterus, K., Gunnarsson, B. & Axelsson, E. 2004. Insects reared from logging residue on clear-cuts. - *Entomologica Fennica* 15: 53-61.
- NoBio. 2007. Strategiplan for Norsk Bioenergiforening for perioden 2007-2012. <http://www.nobio.no/images/stories/strategiplan%202005-2010.doc>.
- Norden, B., Gotmark, F., Tonnberg, M. & Ryberg, M. 2004. Dead wood in semi-natural temperate broadleaved woodland: contribution of coarse and fine dead wood, attached dead wood and stumps. - *Forest Ecology and Management* 194: 235-248.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. - *Conservation Biology* 4: 355-364.
- NOU. 2006. Et klimavennlig Norge. "Lavutslipputvalgets innstilling". - NOU 2006: 8
- Olsson, B. A. & Staaf, H. 1995. Influence of Harvesting Intensity of Logging Residues on Ground Vegetation in Coniferous Forests. - *Journal of Applied Ecology* 32: 640-654.
- Page-Dumroese, D., Jurgensen, M., Elliot, W., Rice, T., Nesser, J., Collins, T. & Meurisse, R. 2000. Soil quality standards and guidelines for forest sustainability in northwestern North America. - *Forest Ecology and Management* 138: 445-462.
- Pitman, R. M. 2006. Wood ash use in forestry - a review of the environmental impacts. - *Forestry* 79: 563-588.
- Ranius, T. & Jansson, N. 2000. The influence of forest regrowth, original canopy cover and tree size on saproxylic beetles associated with old oaks. - *Biological Conservation* 95: 85-94.
- Riksrevisjonen. 2006. Riksrevisjonens undersøkelse av myndighetenes arbeid med kartlegging og overvåking av biologisk mangfold og forvaltning av verneområder. - Dokument 3:12 (2005–2006). 104 s.
- SFT. 1997. Tilvekst og avgang i norsk skog. - Rapport 97:15. 73 s.
- SFT. 2006. Virkemidler for økt bruk av biodrivstoff i Norge. - Utredning. 61 s.
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forest as an example. - *Ecological Bulletin* 49: 11-41.

- Sippola, A. L., Siitonen, J. & Kallio, R. 1998. Amount and quality of coarse woody debris in natural and managed coniferous forests near the timberline in Finnish Lapland. - *Scandinavian Journal of Forest Research* 13: 204-214.
- Skogsstyrelsen. 2001. Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling. - *Meddelande* 2-2001. 16 s.
- Soria Moria erklæringen. 2005. Plattform for regjeringssamarbeidet Ap, SV og Sp 2005-2009.
- SSB. 2006. Naturressurser og miljø 2006. - Statistisk sentralbyrå. 360 s.
- SSB. 2007. http://www.ssb.no/emner/10/04/20/nos_skogstat/nos_d367/tab/2.6.html.
- Stokland, J. N. 1997. Representativeness and efficiency of bird and insect conservation in Norwegian boreal forest reserves. - *Conservation Biology* 11: 101-111.
- Sverdrup-Thygeson, A., Borg, P. & Bergsaker, E. 2005. Miljøhensyn på hogstflatene - før og etter Levende Skog. - NORSKOG-rapport 2005-1. 62 s. NORSKOG, Oslo.
- Sverdrup-Thygeson, A., Borg, P., Lie, M. 2002. Landskapsøkologi i boreal skog. En sammenstilling av studier innen økologi og friluftsliv med relevans for landskapsøkologisk planlegging i norsk skogbruk. - NORSKOG og Prevista, Oslo.
- Sverdrup-Thygeson, A., Brandrud, T. E. & Ødegaard, F. 2007. Fordeling av trua arter i Norge: Betydningen av "hotspot-habitater". - *Naturen* 5: 244-250.
- Sverdrup-Thygeson, A. & Ims, R. A. 2002. The effect of forest clearcutting in Norway on the community of saproxylic beetles on aspen. - *Biological Conservation* 106: 347-357.
- Sverdrup-Thygeson, A. & Ims, R. A. 2005. Tresatt impediment og livsløpstrær av osp på hogstflater. Effektive tiltak for artsmangfoldet i norsk skog? NINA Rapport 71. - 56 s.
- The Royal Society. 2001. The role of land carbon sinks in mitigating global climate change. - Policy document 10/01. 35 s.
- Trømborg, E., Bolkesjø, T. F. & Solberg, B. 2007. Skogbasert bioenergi til oppvarming - økonomisk potensiale i Norge og effekt av økonomiske virkemidler. - INA fagrapport 9. 28 s. Institutt for naturforvaltning, UMB
- Vennesland, B., Hobbestad, K., Bolkesjø, T., Baardsen, S., Lileng, J. & Rolstad, J. 2006. Skogressursene i Norge 2006. Muligheter og aktuelle strategier for økt avvirkning. - Viten fra Skog og landskap 03/2006
- Ødegaard, F., Blom, H. H., Brandrud, T. E., Jordal, J. B., Nilsen, J. E., Stokland, J., Sverdrup-Thygeson, A. & Aarrestad, P. A. 2006. Kartlegging og overvåking av rødlistearter. Delprosjekt II: Arealer for Rødlistearter - Kartlegging og Overvåking (AR-KO). Framdriftsrapport 2003-2004. - NINA Rapport 174. 54 s. NINA, Trondheim.
- Aarrestad, P. A., Blom, H. H., Brandrud, T. E., Nilsen, J. E., Stokland, J., Sverdrup-Thygeson, A. & Ødegaard, F. 2006. Kartlegging og overvåking av rødlistearter. Delprosjekt II: Arealer for Rødlistearter - Kartlegging og Overvåking (AR-KO). Framdriftsrapport 2005. - NINA Rapport 175. 42 s. NINA, Trondheim.
- Åström, M., Dynesius, M., Hylander, K. & Nilsson, C. 2005. Effects of slash harvest on bryophytes and vascular plants in southern boreal forest clear-cuts. - *Journal of Applied Ecology* 42: 1194-1202.

Vedlegg 1: Signaler fra norske myndigheter i "Klimameldingen"

En evaluering av positive og negative effekter av økt bioenergi bruk for biologisk mangfold er sterkt avhengig av *hvordan* denne økningen skjer. Klimameldingen (Miljøverndepartementet 2007) gir et nyansert bildet av hvordan myndighetene ser på den framtidige satsingen på bioenergi. I Klimameldingens Kap. 8, som beskriver regjeringens forslag til tiltak og sektorvise mål, står følgende:

"Regjeringen vil i tillegg foreslå følgende: (...)

- Sikre målrettet og koordinert virkemiddelbruk for økt utbygging av bioenergi med inntil 14 TWh innen 2020." (s. 67)
- "Sende på høring forslag til forskriftsendringer som stiller krav om at minimum to volumprosent av årlig omsatt volum drivstoff til vegtrafikk skal bestå av biodrivstoff fra og med 2008, stigende til fem volumprosent fra og med 2009. Regjeringen vil arbeide videre med en nasjonal målsetting om ca sju volumprosent biodrivstoff fra 2010." (s. 69)
- "Tilrettelegge for økt skogplanting og aktiv skogkultur for økt skogproduksjon, med basis i eksisterende virkemidler og slik at det prioriteres tiltak som har positiv effekt både for å motvirke klimaendringer og for bevaring av biologisk mangfold og andre miljøverdier." (s. 70)

De enkelte tiltakene er nærmere beskrevet i sektorvise kapitler (kap. 9-17). I Energisektorens kapittel (Kap 13) finner vi en nærmere presisering av målsetningen for utbygging av bioenergi:

"Satsing på bioenergi.

Regjeringen ønsker økt produksjon og bruk av bioenergi. Ulike departementer forvalter virkemidler som påvirker utviklingen i produksjon og bruk av bioenergi. Regjeringen vil sikre målrettet og koordinert virkemiddelbruk for økt utbygging av bioenergi med inntil 14 TWh innen 2020. Tiltakene vil ta utgangspunkt i eksisterende økonomiske virkemidler og nye eller justerte lovbestemmelser. Tiltakene kan blant annet være støtte til utbygging av infrastruktur, justering av plan- og bygningslovens bestemmelser med sikte på strengere krav til kommunene om planlegging for miljøvennlig energibruk, miljøvennlig materialvalg i bygg og anlegg, målrettet bruk av Enovas og Landbruks- og matdepartementets virkemidler for økt produksjon av biobrensel og leveranse av biovarme." (s. 115)

I Landbrukssektorens kapittel (Kap.13) beskrives handlingsplanen for landbrukssektoren i mer detalj. Det sies i innledningen at "Generelt vil man i klimapolitikken prioritere tiltak som har positiv effekt både for å motvirke klimaendringer og for bevaring av biologisk mangfold og andre viktige miljøverdier, jf St.meld. nr. 26 (2006–2007) Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand."

Noe senere gis en vurdering av potensialet for bioenergi-produksjon, dersom man kun ser på ressurstilgang: "Samlet sett tyder anslagene over ressurstilgangen på at det er potensial for å tredoble bioenergiproduksjonen til 40–50 TWh på relativt kort sikt – med basis i flere råvarekilder (trevirke, jordbruksvekster, avfall fra jord- og skogbruk og matavfall). Det gjenstår å vurdere konsekvensene av en eventuell tredobling for biologisk mangfold og andre miljøverdier." (s. 128)

Samtidig slås det fast at "Uttaket av råvare til bioenergi og biodrivstoff vil måtte skje i tråd med prinsippene om bærekraftig skogbruk. Dersom uttak av bioenergi aktualiserer nye produksjonsmåter, utnyttingsformer eller arealbruksendringer, må det gjennomføres naturfaglige konsekvensutredninger i samarbeid med miljøvernmyndighetene." (s. 129)

Noe senere beskrives hvilke virkemidler LMD ser for seg for å oppnå målsetningene: "Bioenergi vil være ett av de store satsingsområdene til Landbruks- og matdepartementet i årene som kommer. Satsingen vil skje både gjennom virkemidler som sikrer tilgangen på råstoff i form av biomasse fra landbruket – særlig skogen, og gjennom mer direkte stimulerings tiltak. Land-

bruks- og matdepartementet vil også bidra i de ulike prosessene knyttet til fornybar energi under andre sektors ansvarsområder.

Landbruks- og matdepartementet tar sikte på å utvikle bioenergiprogrammet. I tillegg til produksjon av biogass fra husdyrgjødsel, vil omlegging til bioenergi i veksthus kunne være satsingsområder på kort sikt. Videre vil støtten til etablering av produksjon av biobrensel og biovarme videreføres, både til bruk innen landbruket og for leveranse til andre samfunnssektorer." (s. 131)

LMD beskriver også en målsetning som er formulert som "Landbruks- og matdepartementets satsing på bioenergi må sees i sammenheng med Enovas virkemidler for økt produksjon av ny fornybar energi. Det er Enovas virkemidler som vil utløse bioenergi av noe større dimensjoner. I Landbruks- og matdepartementets strategi for næringsutvikling 2007– 2009 «Ta landet i bruk», er bioenergi ett av seks hovedsatsingsområder. Her legges det til grunn at strategien skal støtte opp under det nasjonale målet for økt produksjon av ny fornybar energi og energiefektivisering på 30 TWh innen 2016, samt målet skognæringen selv har satt om å øke produksjonen av bioenergi med 10 TWh innen 2015.

Angående henvisningen til skognæringens mål er dette sannsynligvis en henvisning til Norsk Bioenergiforenings (NoBio) Strategiplan for perioden 2007-2012, der et av Hovedmålene er at "produksjonen av bioenergi i Norge økes med 10 TWh innen 2015" (NoBio).

Satsing på bioenergi er nært knyttet til regjeringens ambisjon om forbedrede muligheter for lønnsomt skogbruk, som igjen er knyttet til LMDs strategier for økt avvirkning. Stortinget anmodet i 2005 regjeringen om å starte arbeid med å utvikle en nasjonal strategi for økt avvirkning av skog. I Klimameldingen står følgende om økt avvirkning: "Avvirkningen ligger i dag på 8–11 millioner m³. Vurderinger gjort ved Norsk institutt for skog og landskap viser at det er mulig å øke denne til 15 millioner m³ innenfor de rammer som er fastlagt i henhold til bransjestandarden Levende Skog og skogloven med tilhørende forskrifter. Artsdatabanken har i Norsk Rødliste 2006 sagt at en økt avvirkning på 5 millioner m³ vil innebære store utfordringer når det gjelder å ivareta hensyn til truede arter i skog." (s. 128)

"Regjeringen har blant annet i Soria Moria-erklæringen lagt opp til å ta et medansvar for plantering av skog. Regjeringen vil tilrettelegge for økt skogplanting og aktiv skogkultur for økt skogproduksjon med basis i eksisterende virkemidler og slik at det prioriteres tiltak som har positiv effekt både for å motvirke klimaendringer og for bevaring av biologisk mangfold og andre miljøverdier.

I tillegg til klimaeffekten har flere av tiltakene også positiv effekt på biologisk mangfold. Norge har et stort handlingsrom når det gjelder å ta i bruk skogressursene, og det er viktig at vi ikke reduserer dette handlingsrommet for våre etterkommere. Skogens økonomiske verdier og bidrag i klimasammenheng tilsier at det er viktig å øke produksjonen av skog. Økt skogproduksjon vil gi mulighet for større CO₂-binding og større energi- og miljøgevinster. Skog er således et viktig element i det nasjonale og internasjonale klimaarbeidet.

Skogarealene er svært viktige for biologisk mangfold, friluftsliv og naturopplevelse. Økt hogst innebærer derfor store miljømessige utfordringer. Landbruks- og matdepartementet og Miljøverndepartementet vil samarbeide nært i oppfølgingen av klimatiltakene med sikte på å ivareta disse utfordringene." (s. 132)

Henvisningen til Norsk Institutt for skog og landskap gjelder en rapport som Skog & landskap utarbeidet på oppdrag fra LMD som et forbedret og oppdatert kunnskapsgrunnlag for arbeidet med en nasjonal strategi for økt avvirkning og verdiskaping knyttet til skog, inkludert en oversikt over aktuelle tiltak (Vennesland et al. 2006).

Landbruks- og matminister Terje Riis-Johansen har i ulike sammenhenger slått fast at norsk matjord bare skal brukes til matproduksjon og ikke bioenergi, og at i Norge er det skogen som er svaret på etterspørselen etter bioenergi" (se LMDs nettside, Nyhet, publisert 19.09.2007)

NINA Rapport 311

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1875-7



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no