



**Samordning av intensiv overvåking
i skog**

Utredning fra arbeidsgruppe – nov. 2004.



NIJOS dokument 41/04

Tittel: Samordning av intensiv overvåking i skog med sikte på mer effektiv virkemiddelbruk og forbedret rapportering.		NIJOS-dokument: 41/04	
Forfatter: Rune H. Økland, Erik Framstad, Odd Eilertsen og Hans H. Blom		ISBN nummer:	
Oppdragsgiver: Landbruks- og matdepartementet, Direktoratet for naturforvaltning og Statens forurensningstilsyn		Dato: 15.11.2004	
Fagområde: Intensiv overvåking		Sidetall: 91	
Utdrag: Flere utredninger, deriblant 'Plan for overvåking av biologisk mangfold' (DN-rapport 1998–1) og rapporten fra arbeidsgruppa med ansvar for å foreslå tiltak for skog for å utvikle 'Nasjonalt program' (Skoggruppas rapport, 2002) slår fast at det bør etableres en infrastruktur for intensiv, områdebasert overvåking med utgangspunkt i områdene til dagens programmer for intensiv overvåking i skog. Formålet med etablering av intensiv overvåking i et samordnet nasjonalt nettverk er å dokumentere endringer i biologisk mangfold, effekter av klimaendringer og langtransportert luftforurensning på skog, samt å være referanseområder for skogsområder som er i bruk.			
Abstract:			
Andre NIJOS publikasjoner fra prosjektet:			
Emneord: Intensiv overvåking	Keywords:	Ansvarlig underskrift: Jan-Erik Ørnelund Nilsen (sign)	Pris kr.:
Utgiver: Norsk institutt for jord- og skogkartlegging Postboks 115, 1430 Ås Tlf.: 64949700 Faks: 64949786 e-mail: nijos@nijos.no			

Samordning av intensiv overvåking i skog med sikte på mer effektiv virkemiddelbruk og forbedret rapportering

Rune H. Økland, Erik Framstad, Odd Eilertsen og Hans H. Blom

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Bakgrunn for denne utredningen

St.meld. 42 (2000–01) 'Biologisk mangfold. Sektoransvar og samordning' slår fast at det er behov for et nytt forvaltningssystem for biologisk mangfold i Norge, og foreslår at det innen 2007 etableres et Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold som et sentralt element i dette nye forvaltningssystemet.

Flere utredninger, deriblant 'Plan for overvåking av biologisk mangfold' (DN-rapport 1998–1) og rapporten fra arbeidsgruppa med ansvar for å foreslå tiltak for skog for å utvikle 'Nasjonalt program' (Skoggruppas rapport, 2002) slår fast at det bør etableres en infrastruktur for intensiv, områdebasert overvåking med utgangspunkt i områdene til dagens programmer for intensiv overvåking i skog. **Formålet med etablering av intensiv overvåking i et samordnet nasjonalt nettverk er å dokumentere endringer i biologisk mangfold, effekter av klimaendringer og langtransportert luftforurensning på skog, samt å være referanseområder for skogsområder som er i bruk.**

Den foreliggende utredningen av en slik samordnet intensiv overvåking i skog er resultatet av et oppdrag Direktoratet for naturforvaltning, Statens forurensningstilsyn og Landbruksdepartementet ga NIJOS, NINA og Skogforsk i desember 2003. Utredningen er foretatt av ei utredningsgruppe med deltakere fra de tre institusjonene. Utredningsrapporten adresserer de ni spesifikke punktene knyttet til intensiv overvåking som er presisert i oppdraget. Hovedvekten ved vurderingen er lagt på: NIJOS sin vegetasjonsøkologiske overvåking i granskog, overvåkingen innenfor TOV i bjørkeskog, undersøkelsene i granskog i Solhomfjell-området og Skogforsks overvåking i OPS level 2-flater. I tillegg er undersøkelsene i MiS studieområder og en rekke viktige spesialundersøkelser med relevans for intensiv overvåking trukket inn i vurderingene.

Resultater fra intensiv overvåking av markvegetasjon fram til i dag

I rapporten oppsummeres effekter av klimaendringer, langtransporterte luftforurensninger og endringer i biologisk mangfold i markvegetasjonen, påvist gjennom pågående intensiv overvåking.

- (i) Tendens til avtakende mengde for flere karplantearter med preferanse for noe næringsrike habitater i den sørligste og sørøstligste delen av landet, satt i sammenheng med langvarig jordforsuring.
- (ii) Tendens til økning i mengde for smyle i sørlige deler av landet, satt i sammenheng med nitrogengjødsling.
- (iii) Økt mosedekning i skogbunnen og økt mengde av mange mosearter gjennom 1990-tallet, satt i sammenheng med gunstige klimaforhold for mosevekst. Fortetting av mosedekket kan på sikt resultere i redusert arts mangfold for karplanter fordi det tette mosedekket forhindrer nyetablering og overlevelse av karplantearter i skogbunnen ved fysisk å hindre spirende frø tilgang til vann og næringsstoffer. Dette kan få økonomiske konsekvenser fordi spiring og overlevelse av frøplanter av gran og furu reduseres av et tett mosedekke.

(iv) Tendens til forskjellig utvikling for små moser (som avtar i mengde) og for store moser (som fortsatt øker i mengde), observert i rutene for overvåking av markvegetasjon siden omkring midten av 1990-tallet, satt i sammenheng med økningen i mosedekning. Om denne utviklingen fortsettes, kan arts mangfoldet av moser i skogbunnen på sikt avta.

De observerte endringene og mulighetene for framtidige endringer er viktige argumenter for videreføring og videreutvikling av intensiv overvåking av markvegetasjon i skog.

Hovedanbefalinger fra utredningsgruppa

Utredningsgruppa oppsummerer sine forslag i 14 anbefalinger og 12 forslag om nye utredninger. Hovedanbefalingene er:

Anbefaling 1 Det opprettes et *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog*, med markvegetasjon og skogstruktur som kjernetemaer for intensiv overvåking. Det foreslås at nettverket skal baseres på 25 referanseområder hvorav åtte av disse er NIJOS-områder i granskog, seks TOV-områder i bjørkeskog og ett TOV-område i granskog (Solhomfjell-området), dvs. til sammen 15 områder. Denne grunnstammen av områder suppleres med 10 områder, listet opp i en begrunnet og prioritert rekkefølge. Utvalgte OPS-områder, MiS-områder og andre relevante områder kan inngå i de 10 supplerende områdene.

Anbefaling 2 Det anbefales at gjennomføringen av samordningen gjøres ut i fra følgende premisser:

(a) Samordningsoppdraget gjennomføres i fellesskap av de institusjonene som i dag utfører intensiv overvåking.

(b) Dagens fordelingsnøkkel for oppdragsmidler og arbeidsinnsats mellom NINA, Skogforsk og NIJOS opprettholdes ved samordningen (med justering for eventuelle endrete rammer). Dette kan gjøres ved å omfordele arbeidsoppgaver innen hvert overvåkingsområde eller ved overføring av ansvar for enkeltområder mellom institusjoner.

Anbefaling 3 Metodikken for overvåking av markvegetasjon og skogvariabler baseres på *Det norske konseptet for vegetasjonsøkologisk intensivovervåking*. Ved utvalg av overvåkingsområder skal det legges spesiell vekt på valg av naturskogsområder som inneholder variasjon langs økologiske hovedgradienter, som er sikret mot hogst og der omfanget av kjente suksesjoner er minst mulig.

Forslag til arbeidsoppgaver som ledd i etableringen av nasjonalt nettverk

Utredningsgruppa poengterer at det foreløpig ikke foreligger spesifikke rapporteringskrav fra CBD, EEA, Forest Focus eller andre internasjonale fora, men at resultater fra intensiv overvåking har stor relevans for de tilstandsbeskrivelser for skogøkosystemer som forventes etterspurt. Spesifikke indikatorsett er under utvikling i regi av flere av disse institusjonene og deler av disse bør også kunne fanges opp ved det opplegget for intensivovervåking som skisseres her.

Utredningsgruppa legger fram to modeller for samordning av eksisterende intensiv overvåking:

modell 1 med liten samordningsgrad (administrativ samordning og felles rapportering basert på kvalitativ vurdering av resultater når der er hensiktsmessig, men videreføring av parallelle dataserier), og

modell 2 med stor samordningsgrad (metodeharmonisering og utvikling av et enhetlig nettverk av referanseområder med sikte på felles bearbeiding og rapportering).

Utredningsgruppa foreslår at det, for å finne en omforent, faglig god løsning på samordningsspørsmålet, gjennomføres to utredninger som grunnlag for valg av samordningsmodell. Først når disse er utført, velges samordningsmodell.

Utredning 1 Konsekvenser av valg av samordningsgrad ved etablering av det nasjonale nettverket. Utredningen må vurdere fordeler og ulemper ved de to hovedmodellene for rapportering til ICP Forests Level 2 (og andre rapporteringskrav). I modell 1, med liten grad av samordning, vil Skogforsks Level 2 flater videreføres (som hittil eller i endret omfang) med sikte på at det er registreringene i disse flatene som skal rapporteres til ICP Forests Level 2. Modell 2, innebærer stor grad av samordning av NIJOS granskog, TOV bjørkeskog og Skogforsks OPS level 2 flater til ett *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* (25 områder), hvorfra et utvalg flater velges ut for rapportering til ICP Forests og om nødvendig oppgraderes slik at de (minst) tilfredsstillende minimumskravene til rapportering.

Hvis konklusjonen fra denne utredningen blir liten samordning (modell 1), vil dataseriene fra OPS-flatene primært videreføres som separate dataserier (som før), mens de 25 flatene i *Nasjonalt nettverk* bygges opp som et parallelt system for rapportering av klimaeffekter og endringer i biologisk mangfold. Innenfor flatene i *Nasjonalt nettverk* vil imidlertid flere utvidede OPS-flater kunne inngå. Hvis konklusjonen blir stor grad av samordning (modell 2), vil flere av OPS flatene legges ned med unntak av de som etter utvidelse inkluderes i det nasjonale nettverket.

Utredning 2 Valg av indikatorvariabler innenfor temaet skogstruktur som bør overvåkes i *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert skog*, i ekstensive overvåkingsnett, og i begge. Denne utredningen er også relevant for innarbeidelse av eventuelle nye parametre i ekstensiv overvåking (Landsskogtakseringen eller utvalgte deler av Landsskogtakseringen). Den foreliggende utredningsrapporten oppsummerer det faglige grunnlaget for Utredning 2 (variabler som kan egne seg for ekstensiv overvåking og variabler med relevans for utvikling av Landsskogtakseringen; se tabell 7).

Utredningsgruppa anbefaler at samordningsmodell først velges når utredningene 1 og 2 er utført. Som en tredje nødvendig forutsetning for etablering av *Nasjonalt nettverk* foreslår utredningsgruppa at en Utredning 3 gjøres parallelt med de to andre:

Utredning 3 Som grunnlag for praktisk etablering av *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* vurderes valg og etablering av suppleringsområder, samt kostnader ved etablering og ordinær drift. Utredning og befaringer anbefales gjennomført i 2005. Konkret foreslås at 10 nye områder (om mulig basert på OPS, MiS studieområder m.v.) etableres som et ledd i Interdep.satsingen i forbindelse med oppfølging av St.meld. 42(2000–01) i 2005 og 2006. Det forutsettes at langsiktig oppfølging av områdene finansieres fra rasjonaliseringsgevinsten fra samordning av eksisterende overvåking.

I tillegg anbefaler utredningsgruppa ytterligere 9 utredninger, men disse har lavere prioritet enn de 3 første utredningsoppgavene. Eksempler på utredningsbehov er utvikling av GIS-baserte landskapsmodeller, skoghistoriske undersøkelser, og uttesting av nye indikatorvariabler innenfor temaet markvegetasjon.

Det er en utfordring i nasjonal overvåking av biologisk mangfold å få tilstrekkelig innsikt i konsekvensene av endringer i arealbruk for biologisk mangfold. Utredningsgruppa anbefaler at det legges an et utvidet arealperspektiv på intensiv overvåking av biologisk mangfold for bl.a. å fange opp mulige effekter av arealbruksendringer. Det bør derfor vurderes å opprette et nettverk av flater på en grovere arealskala enn *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog*. Flatene i dette nettverket bør være store nok til å romme flere viktige livsmiljøer i skog (jf. MiS), og formålet med denne overvåkingen skal være overvåking av generelle utviklingstrender for biologisk mangfold i skog, herunder effekter av skogbruk og ulike forvaltningsregimer. Slike større områder kan baseres på geografisk utvidelse av noen av de foreslåtte 25 områdene innenfor *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* og på de etablerte MiS-områdene. Utredningsgruppa anbefaler følgelig at det utredes hvordan registreringene i MiS-områdene i 1997–98 kan videreutvikles til et kostnadseffektivt opplegg for intensiv overvåking av det totale biologiske mangfoldet i utvalgte organismegrupper på utvalgte substrater i skog på en grov skala, slik at første reanalyse kan utføres etter 10 år (i 2007–08).

Utredningsoppgavene 1-3 ønskes gjennomført og finansiert som del av Interdep. satsingen.

INNHold

1. MANDAT OG FØRINGER

- 1.1. Bakgrunn
- 1.2. Mandat
- 1.3. Føringer
- 1.4. Arbeidsgruppas arbeid og metode
- 1.5. Rapportens oppbygging

2. INTENSIV OVERVÅKINGS ROLLE INNENFOR NASJONALT PROGRAM FOR OVERVÅKING AV BIOLOGISK MANGFOLD

- 2.1. Innledning om behovet for overvåking av biologisk mangfold
- 2.2. Overvåking av biologisk mangfold – begreper og strategier
 - 2.2.1. Indikatorer og indikatorvariabler
 - 2.2.2. Strategier for overvåking av biologisk mangfold
- 2.3. Sammenhenger mellom overvåkingstema og overvåkingsstrategi
- 2.4. Kjerne temaer for intensiv overvåking i skog – skogstruktur og markvegetasjon
 - 2.4.1. Skogstruktur
 - 2.4.2. Markvegetasjon
- 2.5. Hvilke spesifikke behov skal data fra intensiv overvåking dekke?
 - 2.5.1. Intensiv overvåkings betydning for miljøforvaltningens kunnskapsbehov
 - 2.5.2. Nasjonale resultatmål
 - 2.5.3. Internasjonale forpliktelser
 - 2.5.4. Formidling av tilstand for biologisk mangfold

3. OVERSIKT OVER PÅGÅENDE INTENSIV OVERVÅKING I SKOG

- 3.1. Overblikk over grupper av eksisterende dataserier og overvåkingstemaer som dekkes
- 3.2. Det norske konseptet for vegetasjonsøkologisk intensiv overvåking
- 3.3. Oversikt over datasett med relevans for intensiv overvåking av kjernevariablene markvegetasjon og skogstruktur i skog
 - 3.3.1. NIJOS sin vegetasjonsøkologiske overvåking i granskog
 - 3.3.2. Vegetasjonsovervåkingen i bjørkeskog i TOV
 - 3.3.3. Overvåkingsundersøkelsen i Solhomfjell-området
 - 3.3.4. Skogforsks flater i OPS level 2 (OPS intensivovervåking)
 - 3.3.5. Andre relevante dataserier
- 3.4. MiS studieområder
- 3.5. Overblikk over endringsmønstre observert i intensiv overvåking av markvegetasjon
- 3.6. Sammenlikning mellom Skogforsks vegetasjonsovervåking innenfor OPS Level 2 og vegetasjonsovervåkingen i NIJOS- og TOV-flatene
- 3.7. Kostnader ved pågående intensiv overvåking i skog

4. SAMORDNING AV INTENSIV OVERVÅKING I SKOG: VURDERINGER OG FORSLAG TIL TILTAK

- 4.1. Forslag om fokus på blåbærdominert skog i den intensive overvåkingen i skog
- 4.2. Basiselementer i et overvåkingsopplegg for markvegetasjon og skogstruktur
- 4.3. Vurderinger og forslag til tiltak

4.3.1. Internasjonale rapporteringsforpliktelser idag, rapportering til ICP Forests og andre fora

4.3.2. Innspill til Forest Focus

4.3.3. Vurdering av relevans for effekter av bakkenært ozon

4.3.4. Vurdering av områdenes geografiske dekning

4.3.5. Prioritering mellom flater

4.3.6. Vurdering av variabler

4.3.7. Økonomiske følger av forslagene

4.3.8. Vurdering av synergieffekter ved samordning

4.4. MiS studieområders plass i et nasjonalt program for overvåking av biologisk mangfold i skog

4.5. Oppsummering av anbefalinger og forslag til utredningsoppgaver

1. MANDAT OG FØRINGER

1.1. Bakgrunn

St.meld. 42 (2000–01) ‘Biologisk mangfold. Sektoransvar og samordning’ slår fast at det er behov for et nytt forvaltningssystem for biologisk mangfold i Norge, og foreslår etablering av Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold som sentralt element i dette nye forvaltningssystemet. I St.meld. 25 (2002–03) ‘Regjeringens miljøvernpolitikk og riketsmiljøtilstand’ gjentar regjeringen sin intensjon om å etablere et nytt forvaltningssystem for biologisk mangfold, og en plan for iverksettelse av dette blir lagt fram. Dette nye forvaltningssystemet, som skal være ferdig etablert innen 2007, skal ha *Nasjonalt program for kartlegging og overvåking* som ett av tre innsatsområder. Som redegjort for i Energi- og miljøkomiteens innstilling til Stortinget om saken (Innst. S. nr. 206 (2001–02)) ble Miljøverndepartementet gitt ansvaret for koordinering av arbeidet med *Nasjonalt program*. Et interdepartementalt utvalg (heretter benevnt Interdep.utvalget) med representasjon fra sju departementer og flere andre relevante institusjoner ble opprettet. Som ledd i Interdep.utvalgets arbeid ble våren 2002 sju tematiske arbeidsgrupper oppnevnt, med deltakelse fra forskningsinstitusjoner, forvaltning og frivillige organisasjoner. Skog var tema for en av disse arbeidsgruppene, heretter benevnt Skoggruppa. Skoggruppa leverte sin delrapport, med en rekke konkrete forslag til tiltak, i oktober 2002. Interdep.utvalget konkluderte sitt arbeid med å legge fram forslag om at tiltak innenfor kartlegging av biologisk mangfold i skog skulle prioriteres innenfor 2003- og 2004-budsjettene og at overvåking skulle prioriteres i 2005 og 2006. Kartleggings- og overvåkingsprogrammet er forventet å være fullt operativt fra 2007.

Som ledd i oppfølgingen av Skoggruppas forslag til tiltak innenfor temaet overvåking sendte Landbruksdepartementet (LD), Statens forurensningstilsyn (SFT) og Direktoratet for naturforvaltning (DN) den 5. desember 2003 et brev (heretter referert til som Desemberbrevet) til det koordinerende utvalg for Overvåkingsprogram for skogskader (OPS), der det tas til orde for ‘å få utredet hvordan programmene OPS, TOV, samt NIJOS sin intensivovervåking i skog, Skogforsks MiS-flater og andre relevante flater kan samordnes’. Hovedpunktene i Desemberbrevet ble utdypet i et nytt brev datert 24. mai 2004 (heretter referert til som Maibrevet), direkte adressert til Skogforsk, Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS). I Maibrevet blir de tre utøvende institusjonene bedt om å utrede hvordan allerede eksisterende intensivovervåking i skog kan samordnes til ett nasjonalt nettverk. Maibrevet forankrer dette oppdraget eksplisitt i de to tiltakene Skoggruppa foreslår for intensiv overvåking i skog:

- (i) ‘en infrastruktur for intensiv, områdebasert overvåking bør etableres med utgangspunkt i områdene til dagens programmer for intensiv overvåking i skog’; og
- (ii) ‘det bør vurderes behov for supplering og rasjonalisering av dagens områder for intensiv overvåking i skog.’

1.2. Mandat

Desember- og Maibrevene gir de tre adresserte institusjonene (heretter referert til som oppdragstakerne) et mandat for utredningsarbeidet. I Desemberbrevet er dette formulert slik: ‘For å bruke overvåkingsmidlene på en mest mulig effektiv måte ønsker LD, SFT og DN å få utredet hvordan programmene OPS, TOV, samt NIJOS sin intensive overvåking i skog, Skogforsks MiS-flater og andre relevante flater kan samordnes. Ved siden av en effektivisering av virkemiddelbruken vil en slik samordning også kunne bidra til å forbedre rapporteringen knyttet

til biologisk mangfold i skog, effekter av sur nedbør og nitrogenforurensning på skog, effekter av klimaendringer og eventuelt effekter av bakkenær ozon. En rammebetingelse for arbeidet er at samordningen ikke fører til et økt behov for overvåkingsmidler, men at midlene blir utnyttet på en mer rasjonell måte.’

Oppdragstakerne finner imidlertid at mandatet, slik det er formulert i Desemberbrevet, kan tolkes på ulike måter:

(i) Den vide tolkningen også omfatter intensiv overvåking av biologisk mangfold i seg sjøl, det vil si i forhold til alle mulige påvirkningsfaktorer.

(ii) Den snevre tolkningen omfatter intensiv overvåking av biologisk mangfold i relasjon til de påvirkningsfaktorene som er spesifisert (‘effekter av sur nedbør og nitrogenforurensning på skog, effekter av klimaendringer og eventuelt effekter av bakkenær ozon’).

Oppdragstakerne har etter kontakt med DN valgt å legge den vide tolkningen (i) til grunn for sitt arbeid. Det gir muligheter for å kunne vurdere hele spekteret av etablerte refereranseområder, inkludert Skogforsks MiS-flater som eksplisitt er nevnt i de to brevene, under ett.

Fra den første etableringen av intensiv overvåking i skog i Norge på 1980-tallet har hovedfokus vært på det som i Skoggruppas rapport omtales som ’kjernevariablene markvegetasjon og skogstruktur’. I praksis har intensiv overvåking vært begrenset til et utsnitt av den økologiske spennvidden som finnes innen skogøkosystemet (’blåbærdominert skog’), og dermed til et begrenset utvalg arter. En metodikk med små ruter (fin arealskala), beskrevet som *Det norske konseptet for vegetasjonsøkologisk intensiv overvåking* (Lawesson et al. 2000), har vært benyttet fordi små ruter har vært ansett hensiktsmessig for tidlig å kunne påvise eventuelle effekter av påvirkningsfaktorer som langtransporterte forurensninger og klimaendringer (T. Økland et al. 2001, 2004a). Den vide tolkningen av mandatet åpner for et videre perspektiv på intensiv overvåking som også inkluderer måltall for utvikling av biologisk mangfold generelt (samlet i forhold til alle påvirkningsfaktorer), på en grovere arealskala (som i MiS) eller i forhold til andre påvirkningsfaktorer enn de som er spesifisert i brevene. Intensiv overvåking av biologisk mangfold i forhold til slike utvidete perspektiver foregår ikke i Norge idag. I Desemberbrevet blir det presisert at ’en rammebetingelse for arbeidet er at samordningen ikke fører til et økt behov for overvåkingsmidler, men at midlene blir utnyttet på en mer rasjonell måte’. Oppdragstakerne har, med referanse til Maibrevet, lagt til grunn for den foreliggende utredningen at *det er den pågående intensive overvåkingen (på fin arealskala) som skal samordnes innenfor eksisterende økonomiske rammer* og forutsetter derfor at en utvidelse av perspektivet for intensiv overvåking i skog også vil innebære utvidete ressursrammer. Oppdragsgiverne finner hjemmel for denne vurderingen i et avsnitt i Maibrevet der det presiseres at påvirkningsfaktorene forurensninger og klimaendringer fortsatt skal være kjernen i intensivovervåkingen i skog innenfor Nasjonalt program: ’Overvåkingen i skog har fortløpende vist at skogøkosystemet er i endring, og at disse endringene kan relateres til viktige påvirkningsfaktorer som langtransporterte forurensninger (jordforsuring, nitrogennedfall) og klimavariasjoner. DN ønsker derfor at denne overvåkingen sikres videreføring som ledd i et nasjonalt nettverk for intensiv overvåking i skog.’ Dette er også i tråd med de føringene for arbeidet med oppfølging av St.meld. 42 (2000–01) som er gitt i Skoggruppas rapport: ’Natuovervåking må skje med grunnlag i en felles og så langt mulig varig infrastruktur av overvåkingsflater og overvåkingsområder. Gruppen mener ut fra dette at det bør legges opp til ... en infrastruktur for intensiv overvåking basert på samordning av områder i dagens viktigste programmer for slik overvåking. ... Det må etableres et nasjonalt nettverk av områder for intensiv overvåking av biomangfold i skog (jf. over). Dette bør baseres på de overvåkingsområdene som inngår i dagens Overvåkingsprogram for skogskader (OPS level 2), Terrestrisk naturovervåking (TOV) og NIJOS sin intensive overvåking i granskog, med nærmere vurdering av behov for supplering og rasjonalisering av dagens områder.’ I Maibrevet vises dessuten eksplisitt til en rapport fra et utvalg nedsatt av Norges forskningsråd, som har ’anbefalt

videreføring av intensivflater i skog som lange tidsserier'. I NFR-rapporten 'Lange tidsserier for miljøovervåking og forskning – viktige terrestriske og limniske dataserier' står skrevet: 'Innenfor intensiv overvåking anbefales, i tråd med oppfølgingsarbeidet for St. meld. 42, at Nasjonalt nettverk av flater for intensiv overvåking i skog (NIJOS) videreføres som en integrert langtidsserie for skogvegetasjonsovervåking. Første ledd i samordning på veien mot én serie fant sted i 1993 da TOV bjørkeskog ble metodisk koordinert med NIJOS sin vegetasjonsøkologiske overvåking i granskog. Et naturlig neste og siste ledd i denne samordningsprosessen er at vegetasjonsovervåkingen innen OPS level 2 samordnes med de to andre tidsseriene slik oppfølgingsarbeidet til St. meld. 42 legger opp til.'

Kartleggingen av biologisk mangfold i MiS studieområder kan danne grunnlag for overvåking av biologisk mangfold i skog på generelt grunnlag, innenfor et utvidet perspektiv på intensiv overvåking. MiS studieområder er også kandidater ved supplering av dagens nett av referanseområder for intensiv overvåking.

Mandatet er begrenset til utredning av *intensiv* overvåking i skog; som er en del av det samlede behovet for overvåking av biologisk mangfold i Norge (jf. DN-rapport 1998–1 'Plan for overvåking av biologisk mangfold'). Videreutvikling av strategier/programmer for ekstensivovervåking finner sted i andre fora, og opplegg for spesialobjektovervåking av biomangfold i skog er under utarbeidelse gjennom prosjektet 'Kartlegging og overvåking av rødlistearter og truede naturtyper – kvalitetssikring, oppdatering av status, metodeutvikling og implementering' ('Rødlisteprojektet'), som finansieres over midler avsatt til iverksettelse av tiltak foreslått av Arbeidsgruppa for truede arter og naturtyper under Inderdep.utvalget. 'Rødlisteprojektet' har to delprosjekter, delprosjekt I, 'Systematisering av lokalitetsopplysninger for rødlistede enkeltarter', som ledes av Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, og delprosjekt II, 'Kartlegging og overvåking av prioriterte lokaliteter for rødlistearter', som ledes av NINA. Mandatet for delprosjekt II omfatter blant annet utvikling av en metodikk for spesialobjekt-overvåking av lokaliteter for trua arter basert på 'hot-spot' lokaliteter. Fokus for denne overvåkingsaktiviteten skiller seg klart fra fokuset for intensiv overvåking som er allmenn-naturen. De to overvåkingsaktivitetene er derfor komplementære, sannsynligvis med minimalt overlapp. Grenseoppgangen mellom disse overvåkingsaktivitetene blir ikke videre diskutert i denne rapporten. Begge delprosjektene har brei deltakelse, blant annet er alle oppdragstakerne i det foreliggende utredningsarbeidet involvert.

Overvåking av biologisk mangfold i forhold til skogbruk som påvirkningsfaktor er vurdert å ligge utenfor oppdragets mandat fordi:

- (i) skogbrukspåvirkning ikke er nevnt som fokusert påvirkningsfaktor verken i Desember- eller Maibrevet; og
- (ii) intensiv overvåking (slik denne overvåkingsaktiviteten er definert i kapittel 2.2.2) ikke i utgangspunktet er egnet for overvåking med hensyn på påvirkningsfaktorer med stor variasjon på lokal skala (jf. kapittel 2.3).

Skoggruppas rapport omtaler tre kjernetemaer for overvåking i skog:

- (i) arealtilstand;
- (ii) skogstruktur; og
- (iii) markvegetasjon.

Oppdragstakerne oppfatter oppdraget dithen at det er overvåkingstemaene skogstruktur og markvegetasjon som skal være fokus for samordningsvurderingene, av to grunner:

- (i) Fordi dette er i tråd med tilrådingene for intensiv overvåking i Skoggruppas rapport: 'Det bør legges opp til en harmonisert registrering av en kjerne av overvåkingsparametere (arealdekke, skogstruktur, markvegetasjon), med supplering for andre biomangfoldparametere i utvalgte områder der problemstillingene tilsier dette (for å dekke andre økosystemkomponenter eller påvirkningsfaktorer).'

(ii) Fordi det først og fremst er temaene markvegetasjon og skogstruktur som har vært fokusert innenfor intensiv overvåking i skog i Norge, og fordi det derfor er innenfor disse temaene det finnes dataserier å samordne.

Faglige begrunnelser for å opprettholde fokuset på skogstruktur og markvegetasjon er gitt i kapitlene 2.4, 4.1 og 4.2.

1.3. Føringer

Maibrevet spesifiserer mandatet i form av konkrete føringer på utredningsarbeidet: 'DN vil videre be institusjonene prioritere utredning av hvordan en slik samordning kan skje, med utgangspunkt i de *føringer* [vår kursivering] som er gitt i brevet av 5. desember 2003.' I hvert av de to brevene listes åtte punkter som oppdragsgiverne 'vil be om særlig fokus på'. Sju av disse er i hovedtrekk de samme i begge brevene og i tillegg inneholder brevene hvert sitt unike punkt. Føringene er dermed spesifisert i ni punkter som er listet nedenfor. Hvert punkt er gitt en kort heading, som finnes igjen i denne utredningsrapportens diskusjons- og anbefalingsdel (kapittel 4). Under hvert punkt er også anført sitater fra Skoggruppas rapport og fra NFR-rapporten om lange tidsserier i den grad disse er egnet til å utdype de enkelte punktene.

(i) *Oversikt over pågående intensiv overvåking i skog* – 'å gi en oversikt over hvem som har ansvaret for å finansiere og å utføre overvåking i de ulike flatene, og hvilke variabler som blir registrert'. Dette er, motsetning til de andre punktene som innebærer vurderinger og forslag til tiltak, et rent beskrivende punkt.

(ii) *Internasjonale rapporteringsforpliktelser idag, rapportering til ICP Forests og andre fora* – 'forslag til spesifikasjon av hvilke variabler og områder i nettverket som kan rapporteres til ICP-forest på **langtransportert forurensning** (jf. ICP-manualene), inkludert effekter på biologisk mangfold, og til andre internasjonale fora'.

(iii) *Innspill til Forest Focus* – 'forslag til spesifikasjon av variabler og områder i nettverket som Norge bør arbeide for at blir inkludert i EUs nye kommende direktiv på overvåking av skog og miljøinteraksjoner (Forest Focus). Dette gjelder spesielt parametere knyttet til **biodiversitet**, samt indikatorer knyttet til å avdekke effekter av **klimaendringer** (effekter av langtransportert forurensning ivaretas gjennom ICP-forest)'.

(iv) *Vurdering av relevans for effekter av bakkenært ozon* – 'vurdere om noen av parametrene i nettverket har utsagnskraft om effektene av **bakkenært ozon**. Gøteborgprotokollen gir krav om reduksjon av utslipp av VOC og NO_x (som gir O₃), men foreløpig er det ingen rapporteringsplikt på effektene av ozon på naturmiljøet. Følgelig er dette punktet lavest prioritert i samordningsarbeidet', Dette punktet er bare nevnt i Desemberbrevet.

(v) *Vurdering av områdenes geografiske dekning* – 'vurdere den **geografiske dekningen** av områdene, gitt at man skal kunne rapportere effekter av langtransporterte forurensninger, biodiversitet og klimaendringer. Endringer kan bety suppleringer og rasjonalisering'.

(vi) *Prioritering mellom flater* – 'gi en prioritering av flater for overvåking av biodiversitet og effekter av klimaendringer'. I desemberbrevet presiseres dette noe: 'For OPS forutsetter myndighetene at nye flater ikke opprettes, og at flater som er knyttet til andre overvåkingsprogrammer (ICP-IM), ligger nær tilførselsmålinger og/eller er langtidsserier prioriteres.' Skoggruppas rapport angir, mer presist, at det 'med utgangspunkt i dagens områder for intensiv overvåking av biomangfold i skog bør ... vurderes behov for supplering (Vestlandet, Nord-Norge) og rasjonalisering (Sørlandet, Østlandet) av dagens områder.' I rapporten står videre at ledetråden for vurderingen bør være at 'den samlede geografiske dekningen av områder skal sikre at man kan rapportere både i forhold til effekter av langtransporterte forurensninger, biodiversitet og klimaendringer.'

(vii) *Vurdering av variabler* – ‘vurdere de variabler som overvåkes i dag med hensyn på behov for fjerning og supplering’. Skoggruppa skriver imidlertid i sin rapport at ‘det bør legges opp til en harmonisert registrering av en kjerne av overvåkingsparametere (arealdekke, skogstruktur, markvegetasjon), med supplering for andre biomangfoldparametere i utvalgte områder der problemstillingene tilsier dette (for å dekke andre økosystemkomponenter eller påvirkningsfaktorer).’ Videre står at ‘forslaget til samordning skal ... vurdere om enkelte flater bør få nye parametere innlemmet, om parametere kan fjernes, og eventuelle behov for harmonisering av eksisterende metodikk.’

(viii) *Økonomiske følger av forslagene* – i tabells form vise konsekvenser inkl. kostnader ved foreslåtte omprioriteringer.

(ix) *Vurdering av synergieffekter ved samordning* – peke på mulige synergieffekter ved felles bearbeiding av data, rapportering og offentliggjøring av informasjon, f.eks. ved opprettelse av felles internettside for (intensiv)overvåking i skog med pekere fra myndighetenes og institusjonenes egne hjemmesider. Dette punktet er bare nevnt i Maibrevet.

1.4. Arbeidsgruppas arbeid og metode

Gjennom anbefalingene i Skoggruppas rapport var de tre institusjonene (NIJOS, NINA og Skogforsk) allerede tidlig på høsten 2003 innstilt på å utrede en samordning av institusjonenes intensivovervåkingsaktiviteter i skog. NIJOS ved Odd Eilertsen innkalte derfor relevante personer fra hver av de tre institusjonene til et møte med mulighetene for omforente løsninger og felles innspill på dagsorden. På møtet, som ble avholdt på NIJOS 24.10.2003, ble en arbeidsgruppe bestående av Odd Eilertsen (NIJOS), Erik Framstad (NINA), Rune H. Økland (NIJOS/UiO) og Dan Aamlid (Skogforsk) gitt som mandat å utrede saken videre. Dette mandatet ble styrket i Desemberbrevet og endelig formalisert i Maibrevet. Arbeidsgruppa hadde en viss korrespondanse gjennom vinteren, og holdt ett nytt møte på NIJOS 15.04.2004.

Som ledd i samordningsarbeidet forpliktet hver institusjon seg til å bidra med standardisert informasjon om pågående, relevant overvåking i deres institusjons regi, til en samlet tabellarisk oversikt over alle relevante intensivovervåkingsområder. Disse oversiktene ble i hovedtrekk ferdigstilt før sommeren 2004 og oversendt oppdragsgiverne til orientering, sammen med brev datert 25.06.2004. På møtet i april ble det også enighet om at utredningsarbeidet skulle kunne ut i en felles rapport fra de tre institusjonene. NIJOS påtok seg å utarbeide en første skisse til en slik rapport. Arbeidsgruppas neste møte ble avholdt på NIJOS 08.09.2004. På dette møtet ble rapportens oppbygning diskutert og Rune H. Økland påtok seg redaksjonsansvaret for rapporten, basert på bidrag fra resten av arbeidsgruppa og en rekke andre navngitte personer fra de samarbeidende institusjonene (Vegar Bakkestuen og Per Arild Aarrestad fra NINA; Kjell Andreassen, Hans Blom og Ingvald Røsberg fra Skogforsk; og Jan Erik Nilsen og Tonje Økland fra NIJOS). Etter møtet 08.09.2004 har arbeidet pågått kontinuerlig, med elektronisk og telefonisk utveksling av materiale og synspunkter. Et utkast til fullstendig rapport ble gjennomdiskutert i et møte på NIJOS 05.10.2004 og utvekslet mellom samarbeidsinstitusjonene før arbeidet med rapportutkastet ble avsluttet 11.10.2004.

1.5. Rapportens oppbygging

Rapportens oppbygging gjenspeiler intensjonen om å gi klare svar på de ni punktene om samordning av eksisterende aktiviteter innen intensiv overvåking i skog som uttrykkes i føringene fra oppdragsgiver. En faglige bakgrunn for oppdragstakernes svar på disse ni punktene er samlet i kapittel 2, ‘Intensiv overvåkings rolle innenfor nasjonalt program for overvåking av

biologisk mangfold' med underkapitler om sentrale begreper knyttet til overvåking og overvåkingsstrategier, om intensivovervåkingens rolle i forhold til andre overvåkingsstrategier og om det behovet overvåkingsdata skal fylle. De ni punktene faller naturlig i to grupper; beskrivelse av pågående intensiv overvåking (og relaterte aktiviteter) i skog (punkt 1) og en serie av vurderinger og forslag til tiltak innenfor spesifiserte temaer knyttet til intensiv overvåking i skog (punktene 2–9). Fordi beskrivelsen av pågående aktiviteter er fundamentet for alle vurderingene, er den skilt ut som eget kapittel 3, 'Oversikt over pågående intensiv overvåking i skog', mens de resterende åtte punktene er behandlet i kapittel 4, 'Forslag til samordning av intensiv overvåking i skog', i hvert sitt underkapittel i kapittel 4.3, 'Vurderinger og forslag til tiltak'. Konklusjonene på våre vurderinger og forslag til tiltak er delt opp i generelle anbefalinger og utredningsoppgaver som er nummerert fra A1 og U1 og oppover, og markert med rød skrift i dokumentet. Som innledning til vurderingene i kapittel 4 har vi inkludert diskusjoner av markvegetasjon og skogstruktur som indikatorer på biologisk mangfold i skog, og av strategier for intensiv overvåking av markvegetasjon i skog innenfor Nasjonalt program for overvåking av biologisk mangfold.

2. INTENSIV OVERVÅKINGS ROLLE INNENFOR NASJONALT PROGRAM FOR OVERVÅKING AV BIOLOGISK MANGFOLD

2.1. Innledning om behovet for overvåking av biologisk mangfold

Det faglige grunnlaget for et nasjonalt overvåkingsprogram for biologisk mangfold i Norge er utredet i DN-rapport 1998–1, 'Plan for overvåking av biologisk mangfold', og videre utdypet i rapporten om utviklingsarbeidet knyttet til TOV – TOV 2000 (Framstad & Kålås 2001). I den foreliggende rapporten vil vi bare gi en nødvendig bakgrunn og trekke fram begreper og faglige poenger med direkte relevans for våre tilrådinger; for øvrig viser vi til de to rapportene nevnt over.

Begrepet *biologisk mangfold* omfatter ulike aspekter ved mangfoldet i naturen, og brukes om organismene og de sammenhenger de forekommer i naturen (arter og økosystemer), deres fordelingsstruktur (i tid og rom, f.eks. fordelingen av individer av en art eller et gitt økosystem innen et avgrenset område) og de funksjonelle prosesser som bestemmer denne fordelingen (f.eks. hvordan individer av ulike arter påvirker hverandre, og økologiske prosesser som jordsmonndannelse og erosjon). Disse ulike aspektene ved biologisk mangfold kan gjenfinnes på flere biologiske organisasjonsnivåer: gener, arter, biosamfunn, økosystemer og landskap (Noss 1990).

Overvåking av biologisk mangfold innebærer innsamling av tidsserier av data ved bruk av en standardisert metodikk som

(i) gjør det mulig for andre observatører på et seinere tidspunkt å gjenta registreringene på nøyaktig samme måte (reperbarhet); og som

(ii) oppfyller kravene til analyse av variasjonen ved bruk av følsomme statistiske metoder.

Hovedmotivasjonen for overvåking har vært å oppdage endringer i det biologiske mangfoldet forårsaket av menneskebetenget påvirkning. Slike endringer er ofte raskere, mer omfattende og annerledes i innretning eller variasjonsmønster enn naturlige endringer. Framstad & Kålås (2001) oppsummerer de viktigste påvirkningsfaktorene i fem grupper:

(i) arealbruk, særlig jordbruk og skogbruk, og andre arealinngrep;

(ii) høsting (og tilrettelegging for høsting, inkludert bekjempelse av uønskete organismer);

(iii) langtransporterte forurensninger og miljøgifter;

(iv) klimaendringer; og

(v) introduksjoner av fremmede arter og genotyper (inkl. genmodifiserte organismer).

Den vekten som tillegges hver enkelt påvirkningsfaktor vil variere over tid. Således var miljøgifter sterkt fokusert på 1960-tallet og langtransporterte luftforurensninger på 1980-tallet, mens klimaendringer nå får global oppmerksomhet. Fordi artenes, og dermed økosystemenes, utbredelse i stor grad bestemmes av klimaet, er det hevet over enhver tvil at dersom klimaet kommer til å endre seg så mye som prediksjonene fra enkelte klimamodeller indikerer, vil vi komme til å få se store endringer i artenes utbredelse, lokalt og regionalt. Forsuringseffektene av svovelnedfall avtar imidlertid, mens forsuringseffekter og eutrofieringseffekter av nitrogen fortsatt ser ut til å opprettholdes på dagens nivå eller endog øke (Aas et al. 2004). Også effektene av bakkenært ozon vil trolig øke i tiden framover (Anfossi et al. 1991, Emberson et al. 2000), på samme måte som utslipp og effekter av en del organiske miljøgifter (se bl.a. Framstad & Kålås 2001). Effektene av disse påvirkningsfaktorene på terrestrisk biologisk mangfold vil neppe være akutte, men omfattende og langsiktige virkninger kan ikke utelukkes. De største effektene på terrestrisk biologisk mangfold har i nær fortid vært de som er forårsaket av endringer i arealbruk og andre fysiske naturinngrep som endrer omfang, kvalitet og struktur for artenes leveområder og påvirker ulike økosystemprosesser. De umiddelbare effektene av arealbruk på biologisk mangfold er ofte rimelig godt forstått. Høsting og introduksjoner vil sannsynligvis ikke ha så brede og

omfattende virkninger på terrestrisk biologisk mangfold som klimaendringer, forurensninger og arealbruksendringer (Framstad & Kålås 2001).

2.2. Overvåking av biologisk mangfold – begreper og strategier

2.2.1. Indikatorer og indikatorvariabler

Overvåking av biologisk mangfold innebærer registrering av *indikatorvariabler*; tallfestede observasjoner av en *indikator* på biologisk mangfold (en utvalgt komponent i eller egenskap ved naturen) som følges over tid. I 'Plan for overvåking av biologisk mangfold' (DN-rapport 1998–1) deles indikatorene inn i tre kategorier:

(i) *Strukturvariabler*, som beskriver viktige egenskaper ved et økosystem og/eller direkte beskriver biologisk mangfold på økosystemnivå (f.eks. nitrogeninnholdet i humuslaget i skog; det totale areal dekket av myr i Norge; andelen av myrarealet som er upåvirket av grøfting; og graden av habitatfragmentering innenfor et større areal).

(ii) *Funksjonsvariabler*, som beskriver funksjonelle sammenhenger mellom organismer eller organismegrupper innen et økosystem. Typiske funksjonsvariabler er predasjonsrate (f.eks. hvor stor andel av fjelltypeindividene innenfor et område som dør pr. år som følge av predasjon) og etableringssuksess (f.eks. hvor stor andel av granas frøproduksjon i et gitt år som resulterer i etablering av nye granplanter).

(iii) *Komposisjonsvariabler*, som beskriver mangfoldet av organismer i et økosystem. Typiske komposisjonsvariabler er:

(a) *artssammensetning* - hvilke arter som forekommer innen et område og i hvilken mengde;

(b) *artsantall* - antallet arter av en organismegruppe innen et område, f.eks. antall karplantearter i permanente ruter i granskog innenfor et naturreservat;

(c) *artsmengde* - mengden av en art, f.eks. en plantearts smårutefrekvens i en rute med standardisert størrelse;

(d) *populasjonsstørrelse* - estimert totalt antall individer av en art på en lokalitet som er mer eller mindre adskilt fra andre populasjoner av samme art, f.eks. individantall for ulike smågnagerarter innenfor et naturreservat fanget i feller i et gitt tidsrom eller antall trønderlavthalli i Norge i et gitt år; og

(e) *vitalitet* - et mål på individers tilstand, f.eks. gjennomsnittlig kronetetthet for gran i Norge registrert i et gitt år.

Indikatorvariabler for biologisk mangfold på genetisk nivå hører også til komposisjonsvariablene.

Artssammensetning skiller seg fra alle andre indikatorvariabler ved å være *en* kompleks (flervariabel) indikatorvariabel som består av mange enkeltvariabler (*n* enkle (envariabel) indikatorer – mengde for hver enkelt art). Ved å registrere fullstendig artssammensetning samles altså samtidig informasjon om mengde for alle arter, og indikatorvariabelen artsantall, som ligger nært opptil den intuitive oppfatningen folk flest har av hva biologisk mangfold egentlig er, kan lett regnes ut. I naturen lever tallrike arter sammen i samme miljø, f.eks. finnes oftest mer enn hundre arter av karplanter, moser og lav i skogbunnen i granskog i Øst-Norge pr. km² (T. Økland 1996). For insekter og andre dyregrupper kan dette tallet være mye større. Hver systematiske hovedgruppe (f.eks. enfrøbladete karplanter, bladmoser, levermoser, saprofyttiske sopp, løpebiller) rommer stor variasjon i livs- og reproduksjonsstrategier og fysiologiske tilpasninger til miljøet. Registreringer av artssammensetning er derfor en svært følsom indikator på biologisk mangfold, overfor mange (påvirknings)faktorer.

Funksjons- og komposisjonsvariablene er *direkte indikatorer* på biologisk mangfold fordi de direkte beskriver det biologiske mangfoldet på organisme- eller genetisk nivå. Strukturvariabler som f.eks. pH i humuslaget i skog er *indirekte indikatorer* på biologisk mangfold som beskriver viktige egenskaper ved økosystemet, men ikke det biologiske mangfoldet i seg selv. Indirekte indikatorer kan likevel ha stor relevans for overvåking av biologisk mangfold, dels fordi de beskriver forutsetningene for biologisk mangfold, dels fordi de ofte vil være korrelert med direkte indikatorer på biologisk mangfold og derfor kan brukes som surrogat for direkte indikatorer som er vanskelige eller ressurskrevende å registrere. Strukturvariabler som beskriver biologisk mangfold på økosystemnivå (f.eks. myrarealet i Norge) er direkte indikatorer på biologisk mangfold på økosystemnivået, og samtidig ofte gode indirekte indikatorer på biologisk mangfold på organisme- eller genetisk nivå.

2.2.2. Strategier for overvåking av biologisk mangfold

Plan for overvåking av biologisk mangfold (DN-rapport 1998–1) grupperer overvåkingsaktivitetene i fire strategier:

(i) *Ekstensiv overvåking* er en strategi for å framskaffe arealrepresentative tall for tilstand og utvikling i indikatorvariabler innenfor et gitt, gjerne større, område (f.eks. Norge, en landsdel, eller et fylke). Ekstensiv overvåking kan utføres som totalkartlegging av hele undersøkelsesområdet eller som utvalgskartlegging; registreringer foretatt på et representativt (gjerne systematisk) utvalg av lokaliteter. Utvalgskartlegging kan i sin tur gjøres på to måter; arealorientert (ved tolkning av fjernmåledata) og ved registreringer i felt. Totalkartlegging er alltid arealorientert. Arealorientert ekstensiv overvåking brukes ved overvåking av arealtilstandsindikatorer (f.eks. areal skadet ved overbeite, grad av landskapsfragmentering, grad av gjengroing i tidligere ekstensivt drevet jordbrukslandskap, areal der hogst nylig er foretatt).

(ii) *Intensiv overvåking* i faste overvåkingsområder er en strategi for sammenliknbar registrering av forskjellige indikatorer innenfor utvalgte, sammenliknbare (f.eks. av samme naturtype), avgrensede referanseområder spredt over et større geografisk område (f. eks. Norge).

(iii) *Spesialobjektovervåking* er tilpassete overvåkingsopplegg for *spesialobjekter*, indikatorer som verken lar seg effektivt overvåke gjennom ordinær ekstensiv, arealrepresentativ overvåking eller ved intensiv overvåking i referanseområder. De viktigste spesialobjektene er rødlistearter av planter og dyr (som er for sjeldne til å fanges opp i ekstensive og intensive overvåkingsopplegg), naturtyper som dekker svært små arealer men som det knytter seg stor overvåkingsinteresse til (trua naturtyper), og svært bevegelige arter (f.eks. fisk og større pattedyr som det knytter seg sterke forvaltningsinteresser til).

(iv) *Forsknings- og utredningsaktiviteter (FoU), herunder effektstudier, nært knyttet opp til rutinemessig overvåking*. Overvåkingen som sådan framskaffer data om hvordan miljøtilstanden utvikler seg. Ethvert overvåkingsprogram forutsetter at det er lagt ned stor forskningsinnsats på indikatorutvikling (påvisning av sammenhenger mellom en indikator og en eller flere påvirkningsfaktorer), metodeutvikling og utvikling av dose-respons eller andre typer modeller for tolkning av overvåkingsresultater. Tolkning av overvåkingsdata er i seg sjøl en aktivitet i grenselandet mellom overvåking og forskning. Utvikling av indirekte indikatorer på biologisk mangfold, f.eks. strukturvariabler til bruk som indirekte indikator på mangfoldet av organismegrupper som er svært tidkrevende eller på annen måte vanskelig å registrere direkte (som f.eks. dødvedmengde i skog som indirekte indikator på mangfoldet av soppmygg) er en viktig overvåkingsrelatert forskningsaktivitet.

Overvåkingsens hovedformål er å gi pålitelige varsler om endringer i det biologiske mangfoldet så tidlig som mulig og, så langt det er mulig, å gi grunnlag for å sette de observerte endringene inn i en årsakssammenheng. *Signalstyrken* i overvåkingsresultatene (det vil si tydeligheten av de observerte utviklingstendensene) bestemmes av datainnsamlingsmetodene

(bl.a. om dataene er egnet for relevant bearbeiding) og av datamengden (antallet observasjonspunkter, registreringshyppigheten og tidsserienes lengde). Et overvåkingsopplegg vil derfor først gi resultater etter å ha vært i drift en periode. Lange tidsserier av gode overvåkingsdata er særlig verdifulle, fordi tida fram til sikker påvisning av utviklingstendenser er mulig er kortere desto lengre serien er (NFR-rapporter om lange terrestriske og limniske tidsserier). Planen for overvåking av biologisk mangfold slår derfor fast som et viktig prinsipp at *lange, eksisterende serier av gode overvåkingsdata skal utgjøre grunnstammen i det nye overvåkingsprogrammet*. Dette er seinere gjentatt i Skoggruppas rapport og i de brevene som ligger til grunn for dette utredningsarbeidet.

2.3. Sammenhenger mellom overvåkingstema og overvåkingsstrategi

'Plan for overvåking av biologisk mangfold' slår fast at 'ekstensiv overvåking er særlig velegnet for overvåking av påvirkningsfaktorer og biologiske indikatorer med liten lokal variasjon og stor regional variasjon. Ekstensiv overvåking blir bedre og bedre egnet jo større andel av overvåkingslokalitetene som er relevante for en indikatorvariabel. For indikatorvariabler på art/populasjonsnivå blir ekstensiv overvåking bedre og bedre egnet (i) jo videre utbredt en art er langs de viktigste økologiske gradientene, (ii) jo større utbredelse en art har; (iii) jo større en arts lokale populasjonsstørrelse (i gjennomsnitt) er, (iv) jo mindre bevegelig en art er, og (v) jo større individstørrelse en art har.' Blant eksempler på indikatorer som er velegnet for ekstensiv overvåking nevnes blyinnhold i mose og tungmetallinnhold i lever og nyre hos ryper i Norge. I plandokumentet konkluderes med at 'ekstensiv overvåking kan egne seg for vitalitet og populasjonsstørrelse for vanlige, vidt utbredte arter Mindre vanlige arter vil derimot normalt bli for sparsomt representert i slike utvalg til at sikker påvisning av endringer i mengde over tid er mulig.' Et viktig punkt er også at 'når enklere indikatorvariabler med stor lokal variasjon registreres i ekstensiv overvåking, er det svært viktig for tolkning av dataene at lokale økologiske faktorer og historiske forhold (tidligere bruk etc.) også blir registrert (integret overvåking).'

Intensiv overvåking i referanseområder er en strategi for overvåking av indikatorvariabler med stor variasjon både på fin skala (lokal variasjon) og på grov skala (naturlig regional variasjon og regional variasjon som skyldes stor-skala påvirkningsfaktorer), og hvor kontroll med den lokale variasjonen er helt nødvendig for å kunne skille variasjonen som skyldes påvirkningsfaktorene fra naturlig variasjon. Komposisjonsvariabler som *artssammensetning*, *artsantall* og *artsmengder* er typiske eksempler på indikatorvariabler som er velegnet for intensiv overvåking. Kontroll med den lokale variasjonen oppnås ved at det, fra hvert referanseområde, samles inn et datamateriale stort nok til å tillate grundig områdevis analyse av lokale variasjonsmønstre. Regionale mønstre påvises ved sammenlikning av utviklingstrekk mellom referanseområdene. I 'Plan for overvåking av biologisk mangfold' påpekes at intensiv overvåking har en helt klar rolle i et helhetlig overvåkingsprogram: 'Intensiv overvåking i avgrensede områder er den eneste strategien som egner seg for overvåking av artssammensetning og artsantall. Spesielt viktig er intensiv overvåking for effekter av regionale påvirkningsfaktorer på stasjonære organismer. Integret intensiv overvåking [integret overvåking innebærer at mange ulike typer indikatorvariabler registreres i de samme observasjonspunktene] i avgrensede områder bør knyttes til overvåking av effekter av regionale påvirkningsfaktorer, slike som langtransporterte luftforurensninger og klimaendringer, og i enkelte tilfeller lokale påvirkningsfaktorer.' Utredningsrapporten spesifiserer også krav som bør stilles til referanseområder som skal inngå i et intensivt overvåkingsopplegg. De bør 'i størst mulig grad representere samme suksesjonstrinn' og 'være mest mulig like med hensyn til andre påvirkningsfaktorer (hogstsuksesjoner, tråkkslitasje, beitetrykk etc.), samtidig som de utspenner den regionale variasjonen best mulig. I skog ... er dette lettest å gjennomføre ved valg av overvåkingsområder som er lite berørt av menneskelige inngrep.' Det påpekes dessuten at

'eksisterende naturreservater og andre verneområder er særlig velegnet som overvåkingsområder, ettersom deres verneverdi ofte er knyttet til urørthet, typiskhet og variasjon.'

Ekstensiv og intensiv overvåking er altså komplementære overvåkingsstrategier, som til dels er velegnet for ulike typer indikatorvariabler og for ulike typer påvirkningsfaktorer. Likevel finnes det viktige og naturlige koblinger mellom intensiv og ekstensiv overvåking. Intensiv overvåking i referanseområder er spesielt innrettet mot tidlig påvisning av mulige effekter av påvirkningsfaktorer med variasjon på regional skala. Noen av de viktigste resultatene av intensiv overvåking vil derfor være forslag til indikatorvariabler som det gjennom overvåking i ekstensive nett kan framskaffes arealrepresentative data for. Typiske eksempler på slike indikatorvariabler vil være mengde og/eller vitalitet av enkeltarter og/eller artsgrupper som avtar eller øker i mengde i referanseområdene for intensiv overvåking. Ett typisk eksempel er observasjonene i flere intensiv overvåkingsområder i granskog av økning i mengde av moser i skogbunnen gjennom 1990-tallet (T. Økland et al. 2001) som har resultert i at et linjetakseringssystem for mengde av dominerende moser i 2004 utprøves med sikte på inkludering i niende landstakst i Landsskogtakseringen, med planlagt oppstart i 2006.

For kjernetemaet arealtilstand har ekstensiv overvåking en helt sentral plass fordi forvaltningen primært er interessert i arealrepresentative tall for arealtilstandsvariablene, men også fordi de skalene som adresseres (hele landet eller landsdeler) er for grove for intensiv overvåking som er basert på utvalgte, mindre referanseområder. Kun for spesielle problemstillinger knyttet til arealbruk vil intensiv overvåking kunne spille en rolle (som for overvåking av utvikling i bestandsmosaikk i skoglandskap; se Framstad & Kålås (2001) og kapittel 4.3.6).

For kjernetemaet skogstruktur har såvel ekstensiv som intensiv overvåking stor relevans. Tretilvekst og stående trebiomasse har vært hovedtemaer for ekstensiv overvåking i Landsskogtakseringen siden 1919 ('Skog 96'; Anonym 1996) og siden 1989 i 'Landsrepresentativ overvåking av skogens vitalitet i Norge' (Hysten & Larsson 2004), som er et ledd i 'Overvåkingsprogram for skogskader' og rapporteringen til ICP Forests Level 1. Samtidig har en rekke skogstrukturindikatorer, til dels de samme som inngår i ekstensiv overvåking, blitt overvåket i referanseområder for intensiv overvåking siden 1980-tallet (se Aamlid et al. 1990, Andreassen et al. 2004). Såvel intensiv som ekstensiv overvåking av skogstrukturvariabler har frambrakt interessante og viktige resultater. Det er imidlertid ikke foretatt noen grundig vurdering av hvilke indikatorer innenfor skogstrukturtemaet som bør overvåkes i ekstensivt nett, hvilke som bør overvåkes i ekstensivt nett og hvilke som bør overvåkes med begge strategier.

For kjernetemaet markvegetasjon er den sentrale indikatorvariabelen artssammensetning i praksis bare mulig å registrere som ledd i intensiv overvåking. Intensiv overvåking er imidlertid spesielt velegnet for overvåking av artssammensetning (og dermed også for artsantall og enkeltarters mengde). Men fordi intensiv overvåking er ressurskrevende, er overvåking av markvegetasjonens artssammensetning i realiteten bare gjennomførbar i forhold til påvirkningsfaktorer med variasjon på regional skala. Ekstensiv overvåking kan egne seg for utvalgte markvegetasjonsvariabler, som utvalgte indikatorarters mengder.

Skogstruktur og markvegetasjon blir derfor kjernetemaer for intensiv overvåking i skog.

2.4. Kjernetemaer for intensiv overvåking i skog – skogstruktur og markvegetasjon

Redegjørelsen for de ulike overvåkingsstrategienes egnethet for overvåking av hvert av de tre kjernetemaene for overvåking i skog (arealtilstand, skogstruktur og markvegetasjon) i kapittel 2.3 konkluderer med at intensiv overvåking (og i noen grad spesialtilpassete overvåkingsopplegg) er eneste strategi som egner seg godt for overvåking av markvegetasjon, mens skogstruktur inneholder noen indikatorvariabler som er best egnet for ekstensiv overvåking, noen som er best

egnet for intensiv overvåking og noen som er godt egnet for begge strategier. En gjennomgang av motivasjonen for intensiv overvåking av hvert kjernetema er gitt nedenfor.

2.4.1. Skogstruktur

Med skogstruktur forstås trær som enkeltindivid og som skogbestand.

Skogstrukturens beskaffenhet er svært viktig for hele skogøkosystemet, dvs. både for arter som lever på og i trærne, og for arter i umiddelbar nærhet av trærne (annen vegetasjon, insekter og dyr). Dette gjelder både som levested, skjul og som næringsgrunnlag. Omfanget av andre arter, insekter, dyr og planter, som er avhengig av skogstruktur er meget stort. Endringer i skogstrukturen vil derfor i mange tilfeller umiddelbart påvirke resten av skogøkosystemet, avhengig av hvor omfattende endringene er. Trekomponenten utgjør vanligvis den største biomasseandelen i skogøkosystemet, og skogstruktur omfatter mengde, dimensjonsfordeling og kvalitet (for eksempel vitalitet) av trær, inkludert treslag. En grundig gjennomgang av motivasjonen for overvåking av skogstruktur gitt blant andre av Horntvedt et al. (1992) og i den generelle manualen for ICP Forests (Manual Part I; Haußmann & Lorenz 2004).

Kunnskaper om samspillet mellom endringer i skogstruktur, påvirkningsfaktorer (deposisjon, ozon, klima m.m.) og voksestedsfaktorer (bonitet, markvegetasjon, økologiske gradienter m.m.) er helt sentralt for å forstå ulike påvirkningsfaktorerens virkning på skogøkosystemet. Noen indikatorer som varierer gjennom hele vekstsesongen kan ha stor påvirkning på enkelte arter, som for eksempel kronedrypp og jordvann. Sjøl om gjennomsnittsverdien for konsentrasjonene av enkelte elementer i kronedryppet skulle være tilsynelatende normal gjennom en vekstsesong, kan enkeltepisoder kan ha alvorlige følger for enkelte arter. Enkeltrær og individer av andre arter *kan* reagere mye på for eksempel tørke, mens gjennomsnittsbestandet reagerer lite. En del indikatorer varierer lite (for eksempel bestandsvolum av trær og jordkjemi) og trenger derfor vanligvis ikke å registreres mer enn henholdsvis hvert femte og tiende år (jf. ICP Forests manualer).

I Norge og andre land tilknyttet ICP Forests har skogstruktur vært overvåket i flere år. Dette har gitt betydelig kunnskaper om virkinger av for eksempel langtransporterte forurensninger. En overvåking av mange *kjernevariabler* (skogstruktur, markvegetasjon, biologisk mangfold, jord, deposisjon, klima m.m.; se ICP Forests-manualene, f.eks. Stefan et al. 2000, Dobbertin 2004, Eichhorn udatert) på samme flate i hver av et (stort) antall flater fordelt geografisk i landet er svært viktig for å forstå endringer i skogøkosystemet og systemets følsomhet overfor viktige påvirkningsfaktorer. Overvåking av for eksempel vitalitet har vært sentralt i landene tilknyttet ICP Forests.

Siden endringer i skogøkosystemet kan utvikle seg over lang tid, og det også normalt forekommer betydelig variasjon innen og mellom år, er det svært viktig å ta vare på lange tidsserier – spesielt viktige er tidsserier fra integrert overvåking; studier i referanseområder der mange av kjernevariablene overvåkes sammen. På de OPS Level 2-flater som fortsatt er i drift, overvåkes de fleste av kjernevariablene som er nevnt over. Den intensive observatørdriften har imidlertid vært innstilt på ytterligere 6 felter i bare 1 år. Disse siste 6 feltene er imidlertid fortsatt intakte og med 15-18 års tidsserie kan observatørdriften godt gjenopptas dersom dette kan finansieres. Siden hovedfokus i denne utredningsrapporten er Markvegetasjon, temaet Skogstruktur utredes i mer detalj i en egen rapport (se kapittel 4.5, utredningsforslag 2).

2.4.2. Markvegetasjon

Med markvegetasjon forstås karplanter, moser og makrolav.

Markvegetasjonen i skog har en rekke egenskaper som gjør den velegnet som kjernevariabel for intensiv overvåking, som oppsummert bl.a. i motivasjonen for å inkludere

markvegetasjonen som overvåkingstema i ICP Forests (ICP Forests Level 2 Manual 8 'Assessment of ground vegetation'; Aamlid et al. 2002), 'Plan for overvåking av biologisk mangfold' og TOV 2000 (Framstad & Kålås 2001):

(i) Den er en hovedkomponent i skogøkosystemet, både med hensyn til biomasse, produksjon, artsmangfold og funksjon. Markvegetasjonen utgjør en betydelig del av artsmangfoldet i skogøkosystemet, og er den biotiske komponenten i skogøkosystemet som i sterkest grad fungerer som nøkkelorganismer for andre organismegrupper; som kilde til mat, levested etc. Markvegetasjonen har også en direkte virkning på skogens abiotiske miljø, bl.a. ved å influere vann- og næringssirkulasjonen.

(ii) Markvegetasjonen omfatter et stort spekter av livsformer og økologiske tilpasninger, og utgjør derfor et bredspektret sett av indikatorer på miljøendringer. Karplanter er *endohydriske*, de tar opp vann og næringsstoffer gjennom røtter i øvre jordlag, og er derfor følsomme overfor endringer i jordas næringstilstand og forsuringstatus (Falkengren-Grerup 1989, Falkengren-Grerup & Tyler 1993, Rodenkirchen 1998), og vanntilgang. De fleste skogsmoser er derimot *ektohydriske*, de tar opp vann og næringsstoffer gjennom hele overflata. Skogsmosenes samliv med nitrogenfikserende blågrønnbakterier (som sitter på mosenes overflate; DeLuca et al. 2002) ser ut til å forklare et gammelt paradoks i skogøkologien (Tamm 1953); at ikke ektohydriske mosers vekst er nitrogenbegrenset selv i områder med svært små konsentrasjoner av nitrogen i luft og nedbør. Moser har imidlertid vist seg å være særlig følsomme indikatorer på klimaforholdene og endringer i disse, fordi mosenes vekst er begrenset av fuktighetstilførsel gjennom det meste av vekstsesongen (Stålfelt 1937, Potter et al. 1995, R. Økland 1997, 2000a, T. Økland et al. 2004a).

(iii) Kunnskapen om autøkologien til markvegetasjonsartene i skog i Norge (artenes fordeling langs økologiske hovedgradienter) er nå rimelig god (se R. Økland & Eilertsen 1993, T. Økland 1996, R. Økland et al. 2001, m.fl.). Det gir mulighet for mer presise hypoteser om sammenhenger mellom observerte endringer i artsmengder og artssammensetning, og endringer i miljøet.

(iv) De aller fleste markvegetasjonsartene er relativt stasjonære (R. Økland 1995a, 1995b). Markvegetasjonen gir derfor mulighet for tidlig og kostnadseffektiv påvisning av relativt små endringer i artssammensetning og enkeltartsmengder gjennom nøyaktige registreringer i relativt små permanente ruter.

(v) Et overvåkingsopplegg for markvegetasjon der hovedgradienter i artssammensetning er identifisert gjennom en vegetasjonsøkologisk basisundersøkelse (jf. punkt 6 i 'Det norske konseptet', se kapittel 3.2) vil være velegnet også som utgangspunkt for overvåking av andre organismegrupper, som f.eks. storsopp og flere grupper invertebrater, som i stor grad responderer på de samme hovedkompleksgradientene i økologiske forhold (f.eks. Bendiksen et al. 2004), og med tilpasninger også for overvåking av skogstruktur.

2.5. Hvilke spesifikke behov skal data fra intensiv overvåking dekke?

Overvåkingens generelle hovedoppgave er å dekke miljøforvaltningens kunnskapbehov. Mer spesifikt skal overvåkingsdata dekke forvaltningens konkrete behov for informasjon på tre spesifikke områder. Framstad & Kålås (2001) lister tre hovedområder der overvåkingsdata er viktige:

- (i) nasjonale resultatmål;
- (ii) internasjonal rapportering; og
- (iii) formidling til offentligheten om naturtilstanden.

Et naturlig startpunkt for beskrivelsen av intensivovervåkingens roller er en oversikt over hovedtemaer som er nevnt i Miljøverndepartementets strategidokument 'Miljøvernforvaltningens

kunnskapsbehov 2005–2009’ og fortsetter med en gjennomgang av de tre hovedområdene Framstad & Kålås (2001) nevner, basert på deres redegjørelse

2.5.1. Intensiv overvåkings betydning for miljøforvaltningens kunnskapsbehov

Intensiv overvåking i skog er særlig relevant for fire hovedtemaer i Miljøverndepartementets strategidokument ’Miljøvernforvaltningens kunnskapsbehov 2005–2009’:

(i) Dokumentasjon av sammensetning av og utvikling i det biologiske mangfoldet; nødvendig som grunnlag (bakgrunnsinformasjon) for å nå målet om å stanse tapet av biologisk mangfold (jf. St.meld. 58 (1996–97) ’Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling’) innen 2010 (mål konkretisert i St.prp. nr. 1 (2004–05)). Det presiseres i strategidokumentet at ’videreføring av eksisterende langtidsserier skapt gjennom overvåking og forskning er ... avgjørende for å kunne vurdere langsiktige endringer i norsk natur. Det er behov for bedre kunnskap som grunnlag for utvikling av nøkkeltall i naturforvaltningen, overvåking av hverdagsnaturen og av arter som styrer dynamikken i økosystemene. Design av overvåking og tolkning av lange tidsserier krever også mer forskning.’

(ii) Økosystemers dynamikk og funksjon i forhold til naturlige og menneskeskaptede påvirkninger. I strategidokumentet framheves betydningen av basal økologisk kunnskap i flere sammenhenger, blant annet for gjennomføringen av prinsippet om økosystemtilnærming i norsk naturforvaltning (jf. også ’Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling’). For av tre temaene som omhandles i dokumentet, ’metodeutvikling for overvåking av biologisk mangfold’, ’utvikling av nøkkeltall’ og ’økologiske effekter av klimaendringer’, vurderes kunnskapsmanglene som store. I strategidokumentet poengteres også betydningen av studier av utviklingstrender over tid og av scenarieutvikling for storskala økosystem- og landskapsendringer for å kunne estimere framtidige effekter i tid og rom.

(iii) Økologiske effekter av klimaendringer. Det pekes i strategidokumentet på store kunnskapsmangler fordi økologiske effekter av klimaendringer hittil har stått i skyggen av den øvrige klimaforskningen i Norge. Stadig forbedrete klimascenarier og regionale klimamodeller aktualiserer imidlertid, i økende grad, forskning på klimaeffekter på økologiske systemer. Strategidokumentet vektlegger at kunnskapsoppbygging på dette feltet må ha et langsiktig perspektiv, peker på at det er ’behov for oppbygging og utvikling av den nasjonale overvåkingen slik at denne vil kunne avdekke effekter av klimaendringer’, og peker også på de forpliktelser Norge gjennom ’Klimakonvensjonen’ har til kunnskapsoppbygging og forskning på dette området og til å delta i utformingen av framtidige forpliktelser. Intensiv overvåking vil være en hovedleverandør av de lange tidsseriene som framheves som viktige for klimaforskningen i årene som kommer. Av de spesifikke faglige problemstillingene strategidokumentet nevner, er data fra intensiv overvåking i skog særlig relevant for kunnskap om:

- (a) konsekvenser for interaksjoner mellom arter;
- (b) kritiske terskler for irreversible forandringer; og
- (c) samvirkningseffelter av klimaendringer og andre forurensningsproblemer.

(iv) Økologiske effekter av langtransporterte luftforurensninger (bl.a. svovel, nitrogen, bakkenært ozon). Strategidokumentet peker på at det, til tross for at mange kunnskapshull er tettet ved tiårs forskningsinnsats ’fortsatt er store kunnskapshull knyttet til effekten av langtransporterte luftforurensninger’ og at ’for å kunne følge opp og evaluere effekten av eksisterende avtaler, samt å utvikle nye avtaler i tråd med miljøutviklingen, er det sentralt å framskaffe forskning innen dette feltet spesielt med hensyn til effektene av de langtransporterte forurensningene under norske forhold.’ Problemstillinger som nevnes spesielt og der data for intensiv overvåking kan være viktig for kunnskapsbyggingen er:

- (a) konsekvenser av klimaendringer for effekter av langtransporterte luftforurensninger; og

(b) restitusjon av økosystemer etter overskridelse av tålegrenser.

2.5.2. Nasjonale resultatmål

Nasjonale resultatmål for biologisk mangfold er ifølge St.meld. nr. 25 (2002-2003) nedfelt i regjeringens resultatområde 'Bærekraftig bruk og vern av biologisk mangfold'. Det overordnede strategiske målet er at 'Naturen skal forvaltes slik at arter som finnes naturlig sikres i levedyktige bestander, og slik at variasjonen av naturtyper og landskap opprettholdes og gjør det mulig å sikre det biologiske mangfoldets fortsatte utviklingsmuligheter.' I tilknytning til dette strategiske målet skisseres 3 overordnede nøkkeltall og 7 nasjonale resultatmål med tilhørende nøkkeltall:

- (i) et representativt utvalg av norsk natur skal vernes for kommende generasjoner;
- (ii) i truede naturtyper skal inngrep unngås, og i hensynskrevende naturtyper skal viktige økologiske funksjoner opprettholdes;
- (iii) kulturlandskapet skal forvaltes slik at kulturhistoriske og estetiske verdier, biologisk mangfold og tilgjengelighet opprettholdes;
- (iv) høsting og annen bruk av levende ressurser skal ikke føre til at arter eller bestander utrykkes eller trues;
- (v) menneskeskapt spredning av organismer som ikke naturlig hører hjemme i økosystemene, skal ikke skade eller begrense økosystemenes funksjon;
- (vi) truede arter skal opprettholdes på eller gjenoppbygges til livskraftige nivåer;
- (vii) de jordressurser som har potensiale for matkornproduksjon, skal disponeres slik at en tar hensyn til framtidige generasjoners behov.

Disse nasjonale resultatmålene fordrer for det meste arealtilstandsinformasjon og informasjon om utvalgte, gjerne truede arter eller arter som er viktige fra et høstingsperspektiv, det vil si informasjon fra ekstensiv overvåking eller spesialobjektovervåking. Data fra intensiv overvåking vil likevel kunne være relevante når de tilknyttede nøkkeltallene skal videreutvikles, slik at disse i større grad enn nå faktisk fanger opp endringer i økologisk tilstand (jf særlig resultatmål (ii)).

Foruten de nasjonale resultatmålene med tilhørende nøkkeltall har forvaltningen også sektorspesifikke miljømål med identifiserte indikatorer som skal gjøre det mulig å vurdere hvordan en ligger an i forhold til disse målene.

2.5.3. Internasjonale forpliktelser

Norge har inngått en rekke internasjonale avtaler innen miljøvern. Noen av disse har direkte relevans for terrestrisk biologisk mangfold, med overvåking som et viktig element i oppfølging av avtalene. De ulike avtalene gir generelt ikke strenge eller spesifikke krav til overvåking av biologisk mangfold. Vanligvis vil de etterspørre forsikringer fra medlemslandene om at landene ivaretar sine forpliktelser i henhold til konvensjonene, men det er i noen grad opp til medlemslandene selv å velge hvordan dette skjer. Medlemslandene vil i sin rapportering til konvensjonene dels rapportere i generelle vendinger og dels gjøre bruk av utvalgte indikatorer for de enkelte saksområdene. Ofte vil medlemslandenes rapportering omhandle ulike tiltak, handlinger og virkemidler som er satt inn for å oppfylle forpliktelsene i konvensjonene, og mange av indikatorene vil reflektere slike forhold. I den grad medlemslandene rapporterer tilstand og trender for de faktiske deler av naturen som konvensjonenes saksområder omhandler, vil imidlertid overvåking være et viktig instrument for at medlemslandene skal kunne gi troverdig informasjon. De fleste av konvensjonene stiller imidlertid ikke spesifikke krav til overvåking i form av gitte, obligatoriske sett av indikatorer som skal rapporteres. Det vil derfor være opp til medlemslandene selv å finne gode indikatorer som gir relevant informasjon i forhold til behovet for rapportering til konvensjonenes partsmøter etc. Flere av de internasjonale aktørene (bl.a. CBD

og EU/EEA) er imidlertid i ferd med å utvikle kjernesett av indikatorer for biologisk mangfold. Slike sett kan etter hvert bli vedtatt som obligatoriske.

Blant de internasjonale konvensjonene og andre avtaler og institusjoner som Norge er deltaker i og dermed har forpliktelser overfor, er følgende relevante i forhold til overvåking av biologisk mangfold i skog:

(i) *Konvensjonen om biologisk mangfold (CBD)*, som har som formål å bevare det biologisk mangfoldet, bærekraftig bruk av dets komponenter og rettferdig og likeberettiget deling av goder som følger av utnyttelse av genetiske ressurser. Konvensjonen gir et rammeverk for å bevare biologisk mangfold. De fleste artiklene setter policy-retningslinjer som medlemslandene skal følge, snarere enn å sette spesifikke krav eller mål. Fra 2000 pågår et arbeid med å utvikle et felles sett med indikatorer (basert på en 'ecosystem approach') for partenes rapportering mot konvensjonen. Forslag til 5 hovedtyper av indikatorer i et slikt felles sett er nå under diskusjon i ulike fora. Intensiv overvåking vil særlig kunne bidra til å belyse 'trends in abundance and distribution of selected species'.

(ii) *Bern-konvensjonen* har som formål å verne Europas ville flora og fauna og deres naturlige habitater, samt å fremme internasjonalt samarbeid om naturvern blant medlemslandene. Konvensjonen har særlig fokus på truede og sårbare arter og deres habitater (angitt i vedlegg til konvensjonen), og spesielt trekkende arter. For å bidra til å gjennomføre målene anbefaler konvensjonene medlemslandene å utvikle et nettverk av viktige naturområder i et såkalt Emerald Network som kan bevare også viktige områder utenfor formelle verneområder. Opplegget for områder i Emerald Network er lagt tett opp til EUs Natura2000-områder. Fokuset ligger på områdenes betydning for arter og habitater som er oppført i vedleggene til konvensjonen. Relevante indikatorer vil hovedsakelig være spesialobjekter, f.eks. indikatorer for tilstand i områder i Emerald Network.

(iii) *EEA/EU-systemet*. Norge er medlem av EØS og av Det europeiske miljøbyrået (EEA) i København. Norge har reservert seg mot EUs habitat- og fugledirektiver og er dermed ikke bundet av EUs viktigste policy-instrumenter innen naturvern. Disse direktivene spesifiserer i egne vedlegg en rekke arter og habitater som har spesiell naturvernstatus i EU. Som instrument for å ta vare på disse artene har EU også vedtatt at medlemmene skal opprette såkalte Natura2000-områder som skal ivareta viktige leveområder og habitater for de spesifiserte artene og habitattypene (foruten at slike områder også kan være viktige naturområder mer generelt). Selv om Norge ikke er bundet av EUs habitat- og fugledirektiver vil likevel Norge gjennom sitt medlemskap i EEA bli forespurt om informasjon knyttet til de samme saksområdene som EU-medlemmene, i hovedsak status for arealbruk/arealdekke, prioriterte arter og habitattyper og viktige naturområder (både vernet og andre). I forhold til Natura2000-områdene ligger kravene nær opp til de som vil gjelde for Bern-konvensjonens Emerald Network. EU og EEA er i ferd med å utvikle kjernesett med miljøindikatorer. For biologisk mangfold legges dette tett opp mot CBDs forslag til slike indikatorer. I EEAs kjernesett er det særlig indikatoren for artsmangfold som i noen sammenhenger kan tenkes dekket ved intensiv overvåking, men det er foreløpig ikke utvikle en operasjonell definisjon eller anbefalt metoder for denne indikatoren.

I 2003 opprettet EU et program, Forest Focus, som et nytt instrument for 'harmonisert, bredspektret, omfattende og langsiktig overvåking av europeiske skoger' (direkte oversettelse fra lovteksten). Formålet med Forest Focus er å etablere overvåkingsaktiviteter innenfor bl.a. 'beskyttelse mot luftforurensninger og skogbrann; biologisk mangfold, klimaendringer, karbonlagring og jord' og omfatter også 'kontinuerlig evaluering av overvåkingsaktiviteter'. For å oppfylle målsettingene til Forest Focus skal medlemslandene utvikle nasjonale overvåkingsprogrammer. Forest Focus varer foreløpig ut 2008. Fra 2005 skal medlemslandene rapportere til Kommisjonen hvert tredje år om tilstanden i deres skogøkosystemer. Det arbeides fortsatt med utvikling av overvåkingsoppleggene (jf. punkt (iii) i lista over spesifikke temaer til

uttalelse, se kapitler 1.3 og 4.3.2), og indikatorer fra såvel intensiv som ekstensiv overvåking kan være relevante.

EUs 6. rammeprogram for forskning og utvikling har også en betydelig komponent for forskning på biologisk mangfold. Blant de prioriterte problemstillingene i første utlysning i 2003 var utvikling av et nettverk for europeisk langsiktig forskning på biologisk mangfold og økosystemer på landjorda og i ferskvann (tema III.1.1, EU-kommisjonen 2002). En gruppe europeiske forskningsinstitusjoner der også NINA er med, fikk tilslag på sitt prosjektforslag ALTER-Net: A Long-Term Biodiversity, Ecosystem and Awareness Research Network (www.alter-net.info). I dette prosjektet er en av de sentrale arbeidspakkene å utvikle et nettverk av multi-funksjonelle plattformer for langsiktig økosystemforskning (LTER). Dette innebærer blant annet utarbeiding av en oversikt over pågående langsiktig forskning og overvåking på biologisk mangfold i Europa, og utvikling av felles angrepsmåter og metoder for et utvalg av slike områder eller programmer. NINA leder dette arbeidet.

(iv) Konvensjonen om langtransporterte, grenseoverskridende luftforurensninger (CLRTAP) har en rekke underprotokoller med spesifisering av landenes utslippsmål for ulike forurensninger; den siste av disse er 'Multi effect – multi pollutant' protokollen fra 1999. I tilknytning til konvensjonen finnes også sju internasjonale forskningsprogrammer, International Cooperative Programmes (ICP), som omhandler ulike sider ved effektene av de aktuelle forurensningene. I forhold til skog er den mest aktuelle av disse ICP Forests, som omhandler effekter av forurensninger på skogøkosystemer. Også ICP Integrated Monitoring, som tar for seg relasjonene mellom forurensninger og økosystemstruktur, er relevant. Disse programmene har prosedyrer for overvåking av bestemte økosystemkomponenter, basert på indikatorer fra såvel intensiv som ekstensiv overvåking. Fordi utredningsgruppa spesielt er bedt om å uttale seg om Norges rapportering til ICP Forests, er dette noe vi vil komme tilbake til (punkt (ii) i lista over spesifikke temaer til uttalelse, se kapitler 1.3 og 4.3.1).

(v) Den pan-europeiske ministerkonferansen om bevaring av Europas skoger (MCPFE; også kalt Helsinki-prosessen) har under sitt område 4 (biomangfold) listet 9 indikatorer. Først og fremst er dette indikatorer av betydning for biologisk mangfold (økosystemer, arter og karakteristika for mer naturnær skogbehandling) i forbindelse med bærekraftig skogforvaltning. Intensiv overvåking er ikke direkte relevant for noen av disse, slik de er formulert.

(vi) Göteborg-protokollen om reduksjon av utslipp av VOC og NO_x (som forårsaker økte konsentrasjoner av bakkenært ozon). Foreløpig innebærer ikke denne protokollen noen rapporteringsplikt for effekter av ozon på naturmiljøet.

(vii) *Bonn-konvensjonen* – konvensjonen om bevaring av trekkende arter av ville dyr – som har som formål å gi rammer for bevaring av trekkende arter og deres habitater ved hjelp av bl.a. strengt vern og internasjonale avtaler der det er hensiktsmessig. Intensiv overvåking er mindre relevant her, siden spesialobjekt-overvåking (av arter eller spesifikke områder) vanligvis vil være påkrevet.

2.5.4. Formidling av tilstand for biologisk mangfold

Formidlingen av overvåkingsresultater er et helt sentralt element i ethvert overvåkingsprogram, formulert av Det europeiske miljøbyrået EEA i København som en kjede fra overvåking til rapportering, 'the MDIAR chain: Monitoring – Data – Information – Assessment – Reporting'. I denne kjeden foredles overvåkingsdata til informasjon og underkastes kvalifiserte vurderinger før den formidles til brukerne. Et hovedmål for EEA er at denne rapporteringen skal bidra til å underbygge god forvaltning. Formidlingsmål, målgrupper, medier og fagtemaer må vurderes som ledd i utformingen av et overvåkingsprogram.

Framstad & Kålås (2001) oppsummerer miljøforvaltningens formidlingsformål i fem punkter:

- (i) resultatoppfølging på biologisk mangfold-relevante saksområder i egen sektor, spesielt regjeringens system for resultatdokumentasjon (RDS);
- (ii) resultatoppfølging på biologisk mangfold-relevante saksområder i andre sektorer;
- (iii) profilering av biologisk mangfold som forvaltnings- og politikkområde;
- (iv) profilering av Norges biologiske mangfold og forvaltning/politikk om biologisk mangfold overfor utlandet (dels allment, dels rettet mot sentrale aktører som EEA, EU, Europarådet/Bern-konvensjonen/Emerald Network o.a.);
- (v) profilering av biologisk mangfold overfor allmennheten.

Aktuelle målgrupper er sentral forvaltning i egen og andre sektorer; lokal forvaltning i egen og andre sektorer; internasjonal forvaltning, konvensjoner o.a.; forskningsmiljøer i Norge og utlandet; og generelle brukere og den interesserte allmennhet.

Aktuelle formidlingsplattformer og -kanaler kan være innspill til sentrale forvaltnings- og policy-dokumenter; egne og oppdragsutførende institusjoners fagrapporter (som trykte og/eller elektroniske versjoner), populære publikasjoner rettet mot allmennheten; og internettbasert formidling (DNs hjemmeside, utførende institusjons hjemmeside, Miljøstatus i Norge, etc.). Formidlingstemaer vil omfatte alle sider ved overvåkingen og dens resultater, men må tilpasses behovene til de ulike målgruppene og kravene til ulike formidlingsplattformer.

3. OVERSIKT OVER PÅGÅENDE INTENSIV OVERVÅKING I SKOG

3.1. Overblikk over grupper av eksisterende dataserier og overvåkingstemaer som dekkes

Tyngdepunktet i den eksisterende intensive overvåkingen i skog utgjøres av NIJOS' vegetasjonsøkologiske overvåking i granskog, bjørkeskogsovervåkingen innenfor Program for terrestrisk overvåking (TOV) og intensivovervåkingen i barskog innenfor Overvåkingsprogram for skogskader (OPS). Serien av gjenanalyserte vegetasjonsdata fra Solhomfjell-området i Gjerstad, Aust-Agder, som er nå både er en del av TOV-programmet og av NIJOS-nettet, skiller seg tematisk så mye fra overvåkingen i TOVs bjørkeskogsområder at det er naturlig å beskrive denne dataserien separat. Hver av disse fire intensivovervåkingsaktivitetene (se Tabell 1) genererer flere dataserier, som skiller seg med hensyn til overvåkingstema (skogstruktur og/eller markvegetasjon, andre organismegrupper, andre strukturvariabler), samplingmetodikk og registreringskala.

Tabell 1. Oversikt over viktige aktiviteter innenfor intensiv overvåking, og overvåkingstemaene de dekker. En rekke overvåkingsrelevante spesialstudier kommer i tillegg. Disse er omtalt i teksten.

Navn på aktivitet	Institusjon	Beskrivelse	Ant. intensiv-omr.	Overvåkingstema					
				Fugl	Pattedyr	Invertebrater	Markvegetasjon	Epifytter	Trær og skogstruktur
NIJOS' vegetasjons-overvåking	NIJOS	Naturnær granskog; fokus på bakkevegetasjon	10				×	×	×
TOV bjørkeskog	NINA	Naturnær bjørkeskog; innsamling av et stort mangfold av data for flere temaer	6	×	×		×	×	×
TOV/Solhomfjell-området	NIJOS/UiO/	Naturnær gran- og furuskog; bakkevegetasjon, epifytter og fauna	1	×	×		×	×	×
OPS level 2	NINA Skogforsk	Produktiv gran- og furuskog over hele Norge; fokus på tresjiktet, markvegetasjon, kronedrypp, jordvann	18				×	×	×

I tillegg til kjernetemaene skogstruktur og markvegetasjon går temaet 'jord- og andre omgivelsesegenskaper' igjen innenfor alle de fire hovedaktivitetene innen intensiv overvåking (Tabell 1). Bare 8 OPS level 2 felter driftes i 2004. Jord- og omgivelsesvariabler har til dels blitt registrert som eget overvåkingstema (f.eks. innenfor overvåkingen i OPS; Aamlid et al. 1990, Solberg et al. 2003), dels har registreringenes hovedhensikt vært som forklaringsvariabler i den vegetasjonsøkologiske basisundersøkelsen som ligger til grunn for overvåkingen av markvegetasjon (R. Økland & Eilertsen 1993, T. Økland 1996, T. Økland et al. 2004a, Bakkestuen et al. in prep.). Registreringene av skogstruktur har dels vært et formål i seg sjøl (OPS), del hatt som hovedformål å forklare variasjon, og endringer i markvegetasjonen.

Øvrige overvåkingstemaer vil bare bli trukket inn i denne utredningsrapporten i den grad de berøres av forslagene til endringer eller hensynet til overvåkingen av dem har betydning for utfallet av våre vurderinger. Forslag til omprioriteringer vil bli gjort innenfor dagens økonomiske rammer for hovedtemaene skogstruktur og markvegetasjon.

Metodikk og viktige resultater fra overvåkingen av markvegetasjon er gitt i kapitlene 3.3 og 3.5. Overvåkingsresultater for fugl og pattedyr i TOV er blant annet beskrevet av Framstad et al. (2003), som gir referanser til enkeltrapper. Årsrapportene fra OPS (Solberg et al. 2003, Andreassen et al. 2004) gir en oversikt over bredden innenfor overvåkingstemaet skogstruktur.

All overvåking av markvegetasjon innenfor NIJOS' vegetasjonsovervåking, TOV, OPS og i Solhomfjell-området er, som det vil framgå av de detaljerte beskrivelsene av dataseriene (se under), basert på permanente ruter med størrelse 1-m². Registreringene av artssammensetning i MiS studieområder skiller seg fra disse ved å ta utgangspunkt i ruter på 2500 m² (50 × 50 m). De representerer derfor en tilnærming til overvåking av biologisk mangfold på en annen og langt grovere romlig skala.

3.2. Det norske konseptet for vegetasjonsøkologisk intensiv overvåking

På grunnlag av erfaringene med vegetasjonsøkologisk intensiv overvåking i skog (det vil si integrert overvåking av markvegetasjon, skogstruktur og jord- og andre omgivelsesfaktorer) har det gjennom 1980- og 1990-tallet utkrystallisert seg et metodekonsept som har fått betegnelsen *Det norske konseptet for vegetasjonsøkologisk intensiv overvåking* (Lawesson et al. 2000). Dette konseptet (som i det videre vil bli referert til som *Det norske konseptet*) er utfyllende beskrevet i Lawesson et al. (2000) og T. Økland et al. (2001). I stedet for å gjenta detaljer i metodikk i beskrivelsen av alle intensivovervåkingsaktivitetene, har vi valgt å bruke *Det norske konseptet* som en referanse. Konseptet kan oppsummeres i 10 punkter:

(1) Intensiv overvåking er egnet for overvåking av *stor-skala påvirkningsfaktorer* (påvirkningsfaktorer med regionalt fordelingsmønster, f.eks. langtransporterte forurensninger og klimaendringer).

(2) Intensiv overvåking gjøres best *naturtypevis*.

(3) *Antallet overvåkingsområder* (referanseområder) av en gitt naturtype må være så høyt at man får god representasjon av variasjon langs regionale (geografiske og klimatiske) gradienter og langs gradienter i de fokuserte påvirkningsfaktorene.

(4) Mulighetene for tolkning av observerte endringer fremmes ved valg av referanseområder med *minst mulig grad av suksesser* og av annen variasjon som skyldes lokale påvirkningsfaktorer (f.eks. skogsdrift).

(5) Den naturlige variasjonen i *artssammensetning, artsrikdom og miljøforhold* (innen naturtypen) i et overvåkingsområde skal være godt representert i datamaterialet. Dette oppnås ved at rutene spres langs hovedgradientene innen naturtypen i området. Det bør dessuten tilstrebes at mest mulig *sammenliknbar variasjon* langs lokale miljøgradienter (i topografiske forhold, næringsforhold, jordfuktighet etc.) blir inkludert i overvåkingsdatasett fra alle referanseområdene. Dette *variasjonsområdet* bør inkludere voksesteder som er kjent for å inneholde arter som er særlig følsomme overfor de fokuserte påvirkningsfaktorene.

(6) Detaljerte, områdevis vegetasjonsøkologiske *basisundersøkelser* som gir kunnskap om relasjoner mellom arters forekomst og variasjon langs økologiske hovedgradienter ved overvåkingsens starttidspunkt, danner grunnlaget for å identifisere vegetasjonsendringer og å klarlegge hvilke (endringer i) miljøforhold de kan være forårsaket av. Disse undersøkelsene klargjør også variasjonen i arters (og dermed artssammensetningens) fordeling langs viktige gradienter mellom områder.

(7) Trær, jord og andre viktige *miljøfaktorer* registreres i eller i tilknytning til de samme rutene som benyttes for registrering av arter i undervegetasjonen. Denne informasjonen er nødvendig for å identifisere hovedgradienter i vegetasjon og miljøforhold (den vegetasjonsøkologiske basisundersøkelsen for hvert referanseområde), og er dessuten viktig for å

finne relasjoner mellom endringer i tresjikt, undervegetasjon og substrat (jord). Registrering av miljøfaktorer kan dessuten inngå som viktige overvåkingstemaer i seg sjøl.

(8) Rutene må tilfredsstillende de kravene som settes for bruk av statistiske databehandlingsmetoder (envariable og flervariable) til å identifisere hovedgradienter og for å knytte endringer i artssammensetning og miljøfaktorer til påvirkningsfaktorene (se R. Økland 1990a). Disse kravene gjelder *ruteplassing*, *ruteantall* og *rutestørrelse*:

(i) Som *ruteplassingmetode* velges den metoden som gir *optimal representasjon* av variasjon innen naturtypen i området, med *minst mulig grad av subjektivitet*. I skog oppnås dette ved tilfeldig plassering av ruter innen utvalgte storflater (R. Økland 1990a, T. Økland 1990). Subjektiv plassering av et antall storflater sikrer god representasjon av variasjonen langs åpenbare gradienter (topografiske, næringsgradienter etc.) i området. Tilfeldig plassering av enkeltruter innen hver storflate sikrer observatør-uavhengighet på fin skala.

(ii) *Ruteantallet* bestemmes som det laveste antallet som gir tilfredsstillende *representasjon av den lokale variasjonen*. Antall ruter bør være det samme i hvert område fordi det letter sammenlikning av resultatene fra de ulike mellom områdene.

(iii) *Rutestørrelsen* velges som et kompromiss mellom *representativitet* og *homogenitet*. Kravet til representativitet tilsier at hver flate må være stor nok til å fange opp en artssammensetning som er typisk (med mange nok arter) for de lokale økologiske forholdene på observasjonsstedet. Kravet til homogenitet tilsier at hver flate må være så liten at den bare inneholder en liten del av variasjonen i lokale økologiske faktorer innen området. For intensiv overvåking av undervegetasjonen i skog har 1 m² vist seg å være et godt kompromiss.

(9) Alle ruter *merkes permanent*.

(10) *Forekomst* og *mengde* av alle arter registreres i alle flater ved hvert analysetidspunkt på en standardisert og mest mulig *observatøruavhengig* måte. Frekvensmetodikk anbefales som hovedmetodikk for angivelse av forekomst og mengde.

3.3. Oversikt over datasett med relevans for intensiv overvåking av kjernevariablene markvegetasjon og skogstruktur i skog

En oversikt over datasett med relevans for intensiv overvåking av kjernetemaene markvegetasjon og skogstruktur i skog, samt MiS studieområder, er gitt i Tabell 2. Karakteriseringen av områdene følger definisjonene til Rolstad et al. (2002). *Urskog* er 'skog som har oppstått spontant og som ikke har vært utsatt for menneskelig påvirkning.' *Naturskog* er 'skog framkommet ved naturlig foryngelse av stedegent genmateriale. Menneskelig påvirkning har funnet sted i så liten utstrekning, for så lang tid tilbake, eller er utført på en slik måte, at skogens naturlige struktur, sammensetning, og økologiske prosesser ikke er endret i vesentlig grad.'

Den geografiske fordelingen av områdene i Tabell 2 er vist i Fig. 1.

3.3.1. NIJOS sin vegetasjonsøkologiske overvåking i granskog

NIJOS sin vegetasjonsøkologiske overvåking i granskog (heretter referert til som NIJOS granskog) startet opp i 1988 som et utviklingsprosjekt med forankring i 'Program for overvåking av skogens sunnhetstilstand' ved NIJOS. Tema for overvåkingen er markvegetasjonen i boreal granskog, samt økosystemkomponenter med stor betydning for markvegetasjonens sammensetning (trær og omgivelsesvariabler som angitt i vedlegg 2 og 3).

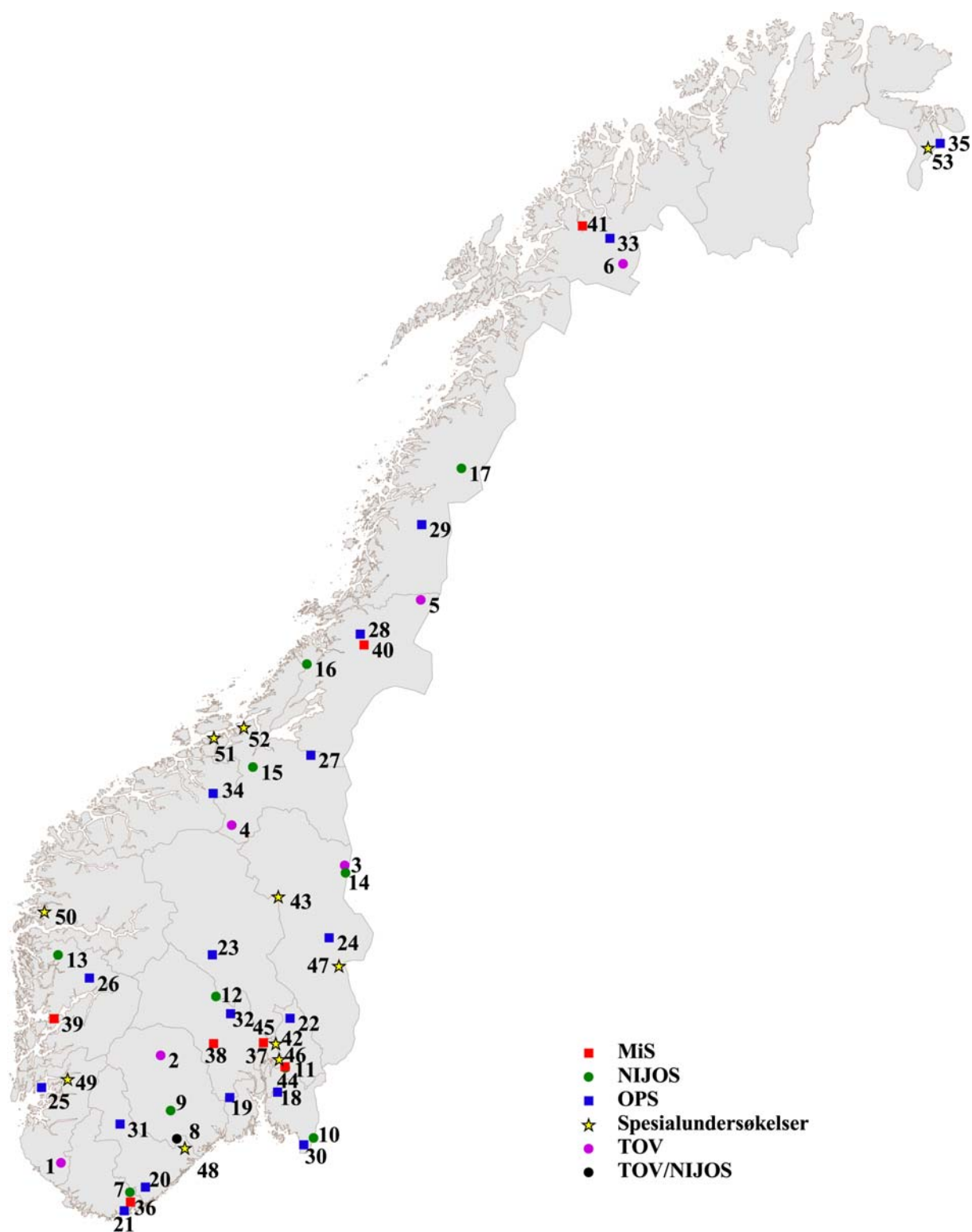


Fig. 1. Geografisk plassering av referanseområder for intensiv overvåking, MiS studieområder og områder der det er foretatt spesialundersøkelser med relevans for intensiv overvåking i skog. Numre refererer seg til venstre kolonne i Tabell 2.

Tabell 2. Oversikt over referanseområder for intensiv overvåking. UTM Sonebelte er bare angitt for andre soner enn 32V. Ter.k. = DN's terrengkalkingsprosjekt. I kolonna 'Dominerende treslag' er følgende forkortelser brukt: B = bjørk; E = eik; El = edle lauvtrær (flere arter); F = furu; G = gran; G* = gransumpskog. Kolonna 'Skogshistorie' gir en grov karakteristikk av skogens historie og oppkomstsett der denne er kjent (U = urskog; N = naturskog; P = tidligere plukkhogd skog som ennå ikke kan kalles naturskog; F = tidligere flatehogd skog). T angir foryngelse ved tilplanting, ellers er antatt at foryngelsen har skjedd naturlig fra stedegent frømateriale; b angir at suksessjoner på grunn av beiting (nåværende eller tidligere) antas å spille stor rolle for markvegetasjonen. Grove anslag for total årlig deposisjon av S og N i kg pr. ha og år for perioden 1988–92 er basert på Tørseth & Pedersen (1994). For definisjoner av urskog og naturskog, se teksten.

Nr	Navn	Pro-gram	Utførende institusjon	Domi-nerende treslag	Skog-histo-rie	Geogr. plass. (fylke: komm.)	UTM	Høyde o.h.	Sone	Sek-sjon	MiS skogs-regio-n	S	N
1	Lund	TOV	NINA	B		Ro: Lund	LK 50, 92	350-420	MB	O2	3	15	23
2	Møsvatn	TOV	NINA	B		Te: Tinn	MM 60, 35	1000-1050	NB	O1	1a	3	4
3	Gutulia	TOV	NINA	B		He: Engerdal	33V UJ 51-52, 80-82	770-850	NB	OC	1a	3	2
4	Åmotsdalen	TOV	NINA	B		STr: Oppdal	NQ 21,25	900-925	NB	OC(-O1)	1a	2	1
5	Børgfjell	TOV	NINA	B		NTr: Røyrvik	33V VN 44-45, 15	520-580	NB	O1	1a	3	3
6	Dividal	TOV	NINA	B		Tr: Målselv	34W DB 50-51, 22	385-615	NB	C1	4a	1	1
7	Paulen	NIJOS	NIJOS	G	P-N	VA: Vennesla	MK 37-38, 63-64	150-275	BN	O2	2a	12	17
8	Solhomfjell	NIJOS / TOV	NIJOS / UiO	FG	N	AA: Gjerstad	ML 88-91, 34-35	350-480	SB	O2	2a	9	11
9	Grytdalen	NIJOS	NIJOS	G	N-U	Te: Drangedal	ML 78-79, 68-69	475-550	MB	(O1-) O2	1a	7	9
10	Lundsneset	NIJOS	NIJOS	G	N	Øf: Aremark	PL 55-58, 49-52	120-240	BN	O2	2a	8	11
11	Rausjømarka	NIJOS	NIJOS	G	P-N	Akh: Enebakk	PM 14, 33-34	220-300	SB	O1	2a	7	8
12	Bringen	NIJOS	NIJOS	G	N-U	Bu: Flå	NN 21, 12-14	600-750	MB	OC	1a	5	5
13	Otterstadstølen	NIJOS	NIJOS	G	N	Ho: Modalen	LN 23-24, 46-47	220-350	SB	O3h	3	11	14
14	Gutulia	NIJOS	NIJOS	G	N-U	He: Engerdal	33W UJ 51-53, 78-79	700-850	(MB-) NB	OC	1a	3	2
15	Urvatnet	NIJOS	NIJOS	G	N	STr: Meldal	NQ 40-41, 98-99	300-400	(SB-) MB	(O1-) O2	1a	2	2
16	Øyenskavelen	NIJOS	NIJOS	G	P-N g	NTr: Namdalseid	NS 94-95, 31	220-300	(SB-) MB	O2 (-O3h)	1c	3	2
17	Granneset	NIJOS	NIJOS	G	N	No: Rana	33V VP 94-95, 77	225-325	MB	O1	1a	3	2
18	Hobøl	OPS	Skogforsk	G	P	Øf: Hobøl	PM 073, 024	95	BN	O1	2a	7	9
19	Lardal	OPS	Skogforsk	G	N-P	Vf: Lardal	NL 492, 905	170	SB	O1	2a	8	12
20	Birkenes	OPS	Skogforsk	G	P	AA: Birkenes	MK 557, 717	198	BN	O2	2a	12	16
21	Søgne	OPS	Skogforsk	G	T	VA: Søgne	MK 327, 404	30	N	O2	2a	15	20

Nr	Navn	Program	Utførende institusjon	Dominerende treslag	Skoghistorie	Geogr. plass. (fylke: komm.)	UTM	Høyde o.h.	Sone	Seksjon	MiS skogsregion	S	N
22	Hurdal	OPS	Skogforsk	G	P	Akh: Hurdal	PM 145, 947	275	SB	OC	1a	7	7
23	Fagernes	OPS	Skogforsk	G	N-P	Op: Nord-Aurdal	NN 122, 634	480	SB	OC	1a	4	4
24	Osen	OPS	Skogforsk	G	P	He: Åmot	PN 533, 977	560	MB	OC	1a	4	4
25	Nedstrand	OPS	Skogforsk	G	T	Ro: Vindafjord	LL 178, 819	100	BN	O3h	3	9	14
26	Voss	OPS	Skogforsk	G	N	Ho: Voss	LN 644, 213	540	MB	O1	2b	6	7
27	Selbu	OPS	Skogforsk	G	N-P	STr: Selbu	PR 096, 197	300	SB	O1	1a	2	2
28	Høylandet	OPS	Skogforsk	G	P	NTr: Høylandet	33V UM 700, 725	120	SB	O1	1c	4	3
29	Tustervatn	OPS	Skogforsk	G	N	No: Hemnes	33V VP 453, 077	400	MB	O1	1a	3	3
30	Prestebakke	OPS	Skogforsk	G	P-T	Øf: Halden	PL 451, 408	150	BN	O2	1a	8	11
31	Valle	OPS	Skogforsk	G	P	AA: Valle	ML 178, 457	280	SB	O1	1a	6	9
32	Langtjern	OPS	Skogforsk	G	N	Bu: Krødsherad	NM 409, 933	560	MB	O1	1a	5	5
33	Dividalen	OPS	Skogforsk	G	P-T	Tr: Målselv	34W DB 371, 549	195	MB	OC	4b	1	1
34	Kårvatn	OPS	Skogforsk	F	N	MR: Surnadal	MQ 945, 616	280	SB	O2	2b	2	2
35	Svanhovd	OPS	Skogforsk	F	N-P	Fi: Sør-Varanger	36W VC 840, 080	25	NB	C1	4a	4	1
36	Kristiansand (Havsåsen)	MiS	Skogforsk	EF		VA: Kristiansand	MK 39-40, 51-52	30-240	N	O2	2a	13	18
37	Ringerike (Oppkuven)	MiS	Skogforsk	G		Bu: Ringerike	NM 84-85, 61-62	505-695	MB	O1	1a	6	5
38	Sigdal (Heimseterfjell)	MiS	Skogforsk	FG		Bu: Sigdal	NM 23-24, 54-56	405-655	MB	O1	1a	5	6
39	Kvam (Svevatnet)	MiS	Skogforsk	EIF		Ho: Kvam	LM 25-26, 67-68	120-340	(BN-) SB	O2	3	12	12
40	Grong (Gartland)	MiS	Skogforsk	FG		NTr: Grong	33V UM 74-75, 59-60	80-340	SB(-) MB	O1	1c	3	3
41	Målselv (Sollia)	MiS	Skogforsk	FG		Tr: Målselv	34W DM 73-74, 04-06	40-150	(MB-) NB	O1	4b	2	1
42	Karlshaugen	-	Skogforsk	FG		Akh: Nittedal	NM 99, 62	420-450	SB	O1	2a	8	9
43	Hirkjølen	-	Skogforsk	G		Op: Ringebru	NP 82-85, 41-45	?	NB	OC	1a	2	2
44	Østmarka: Østmarka nat.res.	MiS	NIJOS/UiO	G*	P-N	Akh: Enebakk, Lørenskog, Rælingen	PM 13-14, 33-36	210-270	SB	O1	2a	7	8
45	Oppkuven	MiS	NIJOS/UiO	G	FPNU	Bu: Ringerike	NM 84-85, 61-62	540-680	MB	O1	1a	6	5
46	Østmarka: Romeriksporten	-	NINA	G*	P-N	Oslo: Oslo	PM 04-07, 41-46	200-350	SB	O1	2a	7	8
47	Gravberget	NFR	NINA	G		He: Våler	33V UH 43-45, 62-66	400-440	MB	OC	1a	5	5
48	Gjerstad	DN ter.k.	NINA	G		AA: Gjerstad	ML/NL 99-01, 23-25	150-300	SB	O2	2a	10	11
49	Suldal	DN ter.k.	NINA	BFG		Ro: Suldal	LL 48-50, 94-97	40-300	SB	O2	3	10	13
50	Flekkedduddal	DN ter.k.	NINA	BFG		SF: Fjaler	LN 01-03, 97-99	180-300	SB	O3h	3	6	9
51	Tjeldbergodden	Statoil	NINA	F		MR: Aure	MR 88-90, 30-31	100-140	SB	O3h	2b	2	2

Nr	Navn	Pro-gram	Utførende institusjon	Domi-nerende treslag	Skog-histo-rie	Geogr. plass. (fylke: komm.)	UTM	Høyd e o.h.	Sone	Sek-sjon	MiS skogs-region	S	N
52	Terningvatn	Statoil	NINA	F		ST: Snillfjord	NR 24–25, 45–48	80-150	SB	O2 (-O3h)	2b	2	2
53	Pasvik	DN Interreg.	NINA/Skogforsk	BF		Fi: Sør-Varanger	35V PT 03, 06 – 36V VC 00, 30	40-150	NB	OC/C1	4a	4	1

Metoder. Ti referanseområder inngår i NIJOS granskog, to etablert hvert år fra og med 1988 til og med 1993. Det er femårig omløp på alle registreringer av markvegetasjon. Jordvariabler er registrert de to første omløpene, tresjiktvariabler (fullt registreringsprogram) ved de tre første omløpene. Fra fjerde omløp er på grunn av ressursknapphet bare trediameter videreført som skogstrukturvariabel. I tillegg oppdateres skisser over trærnes posisjon og kroneareal.

NIJOS sin vegetasjonsovervåking i granskog ligger nær opp til *Det norske konseptet* og beskrives ved referanse til punktene som er listet opp i kapittel 3.2.

Fra starten i 1988 var det en klart uttalt intensjon at overvåkingsundersøkelsen skulle avgrenses til én naturtype (punkt 2), 'blåbærdominert granskog', definert som 'fattig og middels rik blåbærdominert granskog'. dvs. blåbærgranskog, småbregnegranskog og fattige utforminger av lågurtgranskog (sensu Kielland-Lund 1981, Fremstad 1997), inkludert utforminger med flekkvis forsumpet grunn dominert av torvmoser (T. Økland 1990, 1996). Denne avgrensningen ble strengt forsøkt etterlevet når de ti områdene ble etablert i perioden 1988–1992, bl.a. ved at samme personer foretok utvelgelsen av de ti makroflatene á 50 m² i alle områder. Intensjonen om sammenliknbar variasjon langs lokale miljøgradienter fra hvert område (punkt 5) er derfor oppnådd så langt det har vært mulig. De avvik som finnes er forårsaket av mangel på variasjon i en del av områdene. Mest avvikende er området Lundsneset, der kun en makroflate var mulig å få plassert på mer næringsrik grunn.

Antallet overvåkingsområder i granskog (jf. punkt 3), 10 (11 med granskogen i Solhomfjell, se nedenfor) har vist seg tilstrekkelig til å identifisere regionale endringsmønstre innendfor Norge (T. Økland et al. 2001, 2004a, 2004b).

Ved utvelgning av NIJOS-områdene i granskog (punkt 4) ble stor vekt lagt på vern (eller utsikt til vern; alle områdene er nå vernet etter Naturvernloven) og fravær av spor etter moderne skogdrift (T. Økland 1990, 1996). Områdene har for det meste typisk naturskog, men overganger til gammel men tydelig plukkhogd skog (med lite død ved) og urskog uten hogstspor finnes også (T. Økland 1996; se Tabell 2). Reanalyse etter 10 år (T. Økland et al. 2004b) viser ingen opplagte tegn på endringsmønstre som ved inspeksjon kan relateres til tresjiktssuksesjoner (detaljerte analyser av tredata er pr. 2004 ikke utført). Stormfelling har forekommet i enkelte områder, men bare i ett område (Bringen) i en slik grad at en rute har gått tapt og at det har påvirket endringsmønsteret i området over tid (T. Økland et al. 2004b). I kystgranskogsområdet Øyenskavelen i Nord-Trøndelag, som utnyttet som utmarksbeite, avviker endringsmønsteret for tiårsperioden 1991–2001 til dels sterkt fra det som er funnet i andre områder (T. Økland et al. 2004b). Det gjelder både for karplanter og for moser. Vegetasjonen i området hadde ved 3. gangs analyse i 2001 stedvis et sterkt preg av sauebeiting, og til tross for at tilgjengelige tall for antallet beitedyr ikke gir klar dokumentasjon for økt beitetrykk, har det likevel ikke vært mulig å finne andre plausible grunner enn effekter av beiting, enten et langvarig relativt høyt beitetrykk eller endringer i beitetrykket gjennom 1990-tallet, til at endringsmønstrene i dette området avviker fra alle andre områder. Interferens fra beiting reduserer verdien av Øyenskavelen som overvåkingsområde for regionale påvirkningsfaktorer (T. Økland et al. 2004b).

Rutestørrelsen, 1 m² (jf. punkt 8(iii)) anses å være et optimalt kompromiss mellom representativitet og homogenitet (R. Økland 1990a), som diskutert av R. Økland & Eilertsen (1993).

Antallet småruter, 16, har aldri vært gjenstand for kritisk vurdering (jf. punkt 10), men for arter med høy frekvens som f.eks. blåbær, smyle og blanksigd er det åpenbart at smårutefrekvens som mengdeangivelsesmetode ikke alene gir et optimalt grunnlag for å fange opp kvantitative endringer (Aarrestad & Aamlid 1999, R. Økland et al. 2000). Fra 1989 er prosentvis dekning estimert for alle arter i alle ruter med bruk til analyse av endringer for dominerende arter som spesielt. Dekningsestimater er imidlertid beheftet med mye større variabilitet mellom observatører og mellom analysetidspunkter (Kennedy & Addison 1987, Kercher et al. 2003, Bergfur et al. 2004). En grundig test av tilleggsverdien knyttet til dekningsgradregistreringene er ennå ikke utført.

Det store utvalget av miljøfaktorer (32 variabler) registrert ved førstegangsanalyse (punkt 7) gjorde det mulig å gi økologisk tolkning av to hovedgradienter i vegetasjonen (en gradient i noen få tilfeller; se T. Økland 1996) i hvert referanseområde.

På grunnlag av erfaringene med transektmetodikken for ruteplassering i Storgrønningen i 1987 (se diskusjon i kapittel 3.3.3 om Solhomfjell-området), ble subjektivt plasserte makroruter á 50 m² valgt i NIJOS granskog (punkt 8(i)). Erfaringene har vist at man med dette valget oppnådde en jevnere representasjon av de ulike kombinasjonene av økologiske faktorer innen undersøkelsesområdet og, ikke minst, en bedre representasjon av kombinasjoner som dekker små arealer.

I NFR-rapporten om lange tidsserier er NIJOS granskog (sammen med vegetasjonsovervåkingen i TOV) den eneste dataserien fra intensiv overvåking som vurderes som nasjonalt viktig og som anbefales videreført.

Populasjonsundersøkelsen av etasjemose. En spesialserie av populasjonsdata for etasjemose (*Hylocomium splendens*) er samlet inn av Rune H. Økland (UiO/NIJOS) med finansiering fra DN gjennom TOV-programmet (tidligere også fra UiO og NFR). Denne dataserien er basert på registreringer i permanente ruter i 6 av NIJOS sine referanseområder (Paulen, Grytdalen, Rausjømarka, Otterstadstølen, Gutulia og Granneset) og i Solhomfjell-området, av ringmerkete enkeltskudd av mosen. Feltegringeringene gir grunnlag for estimering av endringer i populasjonsstørrelse og gjennomsnittlig skuddstørrelse, og består pr. 2004 av informasjon om ca. 42 000 etasjemosemoduler, ca. 3 000 registrert årlig. Undersøkelsene har vist seg verdifulle som et supplement til overvåkingen av markvegetasjonen, fordi etasjemose er en typisk art for store skogsmoser, og fordi disses vekst står i et avhengighetsforhold til klimaet som gjør dem svært følsomme indikatorer for klimaendringer (Potter et al. 1995, R. Økland 1997, T. Økland et al. 2004a). Undersøkelsen er i NFR-rapporten om lange terrestriske og limniske dataserier anbefalt videreført som en av tre spesialserier innenfor temaet 'Terrestriske tidsserier – flora'. Felles for disse seriene er at de 'skiller seg ut ved kvalitet, omfang og betydning for forståelse av dynamikken i norsk natur'. Etasjemose-undersøkelsen framheves videre som 'den eneste lange plantedemografiske tidsserien i Norge og en av få slike serier også i internasjonal sammenheng. Det knytter seg derfor stor basal faglig interesse til serien, som dessuten er viktig på grunn av dens kobling til intensivovervåkingen av vegetasjon i skog.' Dokumentasjon av dataserien, resultater m.v. finnes i R. Økland (1995c, 1997, 2000a), R. Økland & T. Økland (1996), og R. Økland & Bakkestuen (2004).

3.3.2. Vegetasjonsovervåkingen i bjørkeskog i TOV

Program for terrestrisk overvåking (TOV) startet opp i 1990 som et supplement til overvåkingen i barskog (OPS, Storgrønningen/Solhomfjell-området, NIJOS granskog), først med hensyn til valg av naturtyper (Løbersli 1989, Fremstad 1990), etter hvert også med hensyn til valg av metodikk.

Markvegetasjonsmodulen i de seks bjørkeskogsområdene som inngår i TOV vil bli referert til som TOV bjørkeskog.

På grunnlag av argumenter oppsummert av Wilmann & Engen (1991) ble følgende strategiske valg gjort ved etableringen av det første overvåkingsområdet i Børgefjell: (i) begrensning til fattig blåbærskog/hei (i snevrere forstand enn i NIJOS granskog); (ii) prøveflatestørrelse 0,25 m² istedet for 1 m²; (iii) fire småruter istedet for 16; og (iv) plassering av prøveflatene i et varierende antall linjeformete prøvefelter med varierende antall prøveflater, men slik at totalantallet pr. område var 100. Disse valgene ble mye debattert de påfølgende årene (Fremstad 1991, 1992, R. Økland & Eilertsen 1993, R. Økland 1994). Allerede fra 1991, med etableringen av overvåkingsområdene i Åmotsdalen og Lund, ble opplegget endret til 50 prøveflater à 1 m² med 16 småruter, og før 1993-feltsesongen ble metodikken i TOV bjørkeskog tilpasset til den som var i bruk i NIJOS granskog (Eilertsen & Brattbakk 1994, Eilertsen & Often 1994). Dette ble gjort ved å velge 5–6 makroflater med 25–30 prøveflater fra de opprinnelige 50, samt å supplere med nye makroflater for å få til sammen 50 prøveflater. De nye flatene ble valgt slik at den totale variasjonen i overvåket vegetasjon fra hvert overvåkingsområde i størst mulig grad skulle være sammenliknbar med NIJOS granskog ('blåbærdominert granskog' som definert i kapittel 3.3.1). Den videre omtalen av TOV bjørkeskog tar utgangspunkt i metodikken slik den har vært siden 1993.

De 6 overvåkingsområdene i bjørkeskog er alene knapt mange nok til å få fram entydige regionale trender i et land med så stor regional variasjon som Norge (T. Økland et al. 2001). Grunnlaget for tolkning av endringsmønstre i bjørkeskog har derfor blitt vesentlig forbedret ved felles analyse med overvåkingsområdene i granskog. Omvendt har også TOV bjørkeskog bidratt til å gi et bedre grunnlag for tolkning av regionale endringsmønstre for blåbærdominert skogvegetasjon i Norge (T. Økland et al. 2001, 2004a).

Alle bjørkeskogsområdene i TOV synes, i varierende grad, å gjennomgå lokale suksesser som følge av pågående eller nylig opphørt beitepåvirkning fra sau eller rein.

TOVs opplegg for markvegetasjonen har hatt noen mangler med hensyn til registrering av viktige forklaringsvariabler (jf. punkt 7 i *Det norske konseptet*; se kap. 3.2); til tross for at hele 36 variabler er registrert. Først og fremst har målinger av enkeltrær manglet. Basalareal er registrert, men det er kjent at basalareal gir uttrykk for tretetthet på en grovere skala enn 1 m²-flatene (T. Økland et al. 2003); en skala som ikke er direkte relevant for artssammensetningen i undervegetasjonen (R. Økland et al. 1999). Supplerende målinger av enkeltrær i makroflatene i alle seks TOV-områder er foretatt sommeren og høsten 2004 (se Vedlegg 2). Registreringer av jordfuktighet ved førstegangsregistrering ble bare utført for tre av de seks områdene (V. Bakkestuen et al., unpubl. data), men i forbindelse med den vegetasjonsøkologiske basisundersøkelsen i alle områdene som nå er i avslutningsfasen (Bakkestuen et al. in prep.), blir supplerende målinger, bl.a. av jordfuktighet, foretatt i de resterende områdene slik at tilnærmet fullstendige datasett for omgivelsesvariabler i løpet av året vil finnes fra alle områdene (jf. punkt 6).

GIS er tatt i bruk i TOV og integrert med øvrige analyseverktøy. Landskapsmodeller er under utarbeidelse for flere av TOV-områdene og ambisjonen er å lage slike modeller for samtlige områder. Hensikten er å bruke landskapsmodellene som grunnlag for analyse av endringer i arealdekke og arealbruk, samt for mer inngående analyse av relasjoner mellom artssammensetning og terreng og arealdekke i omgivelsene.

I NFR-rapporten om lange tidsserier er vegetasjonsovervåkingen i TOV (sammen med NIJOS' vegetasjonsovervåking) den eneste dataserien fra intensiv vegetasjonsovervåking som vurderes som nasjonalt viktig og som anbefales videreført.

3.3.3. Overvåkingsundersøkelsen i Solhomfjell-området

Historikk og områdevalg. Fra starten i 1988 var de skogøkologiske studiene i Solhomfjell-området en frittstående undersøkelse der intensjonen var at endringsmønstrene i Solhomfjell-området skulle sammenliknes med tilsvarende mønstre i barskog i et område med lav deposisjon av langtransporterte luftforurensninger (Storgrønningen i Høylandet (Nord-Trøndelag), etablert i 1987). Valget av Solhomfjell-området ble gjort på grunnlag av:

- (i) geografisk plassering i et område med høy deposisjon av langtransporterte luftforurensninger; og
 - (ii) jord med antatt lav bufferkapasitet som derfor skulle være utsatt for forsurening.
- I tråd med punkt 4 i *Det norske konseptet* (se kapittel 3.2) ble også vektlagt:
- (iii) at området var vernet etter naturvernloven; og
 - (iv) at det var lite påvirket av menneskelige inngrep (R. Økland & Eilertsen 1993).

Problemer med langsiktig sikring av overvåkingsområdet Storgrønningen gjorde imidlertid at sammenlikning mellom områdene raskt ble uaktuell, og overvåking i Solhomfjell-området har i stedet dels fortsatt som en separat undersøkelse (R. Økland 1995d, R. Økland & Eilertsen 1996, R. Økland et al. 2000), dels blitt sett i sammenheng med NIJOS-områdene i granskog (T. Økland et al. 2004b) og TOV-områdene i bjørkeskog (T. Økland et al. 2001, 2004a).

Fra 1991 har overvåkingsundersøkelsen i Solhomfjell-området vært en del av TOV, ved at referanseområdet har inngått som et sjuende TOV-område (se f.eks. Bruteig et al. 1997).

Metoder. Ruteutvalget i Solhomfjell-området omfatter mer variasjon enn det som med rimelighet kan sies å være én naturtype (punkt 2 i *Det norske konseptet*, se kapittel 3.2). Alle statistiske tester av observerte endringer har derfor blitt foretatt separat for deldatasett; 2 (granskog og furuskog) eller 4 (hver av de to igjen delt i rikere og fattig granskog, og lyngfuruskog og lavrik furuskog) (R. Økland & Eilertsen 1996). Den store variasjonen i artssammensetning i datasettet har imidlertid vært gunstig for analyse av multivariate mønstre ved ordinasjonsanalyse, fordi den har resultert i stabile og lett tolkbare ordinasjonsakser.

Helt fra første reanalyse i 1989, ett år etter overvåkingsoppstart i Solhomfjell-området, har statistisk signifikante endringer blitt observert (se kapittel 3.5). Men Solhomfjell-området var i utgangspunktet bare ett enkeltstående overvåkingsområde (punkt 3) og endringsmønstre i *ett* undersøkelsesområde, om de er aldri så entydige, er vanskelige å tolke fordi det i de fleste tilfeller vil finnes alternative forklaringsmodeller basert på lokale såvel som på regionale faktorer. Som eksempler på lokale faktorer kan nevnes historiske og edafiske forhold, mens klima, klimaendringer og deposisjon av lufttransporterte forurensninger er typiske regionale faktorer (jf. R. Økland & Bendiksen 1985). Samsvarende utviklingstendenser i flere intensivområder som inngår i et nettverk er derfor nødvendig for å gi styrke til regionale forklaringsmodeller. Solhomfjell-undersøkelsen har derfor profitert på at endringsmønstrene i granskog har kunnet tolkes sammen med overvåkingsområdene i NIJOS granskog (R. Økland et al. 2000). Endringsmønstrene i furuskog, som f.eks. mengdereduksjonene for *Cladonia arbuscula* agg. og *C. rangiferina* i perioden 1988–1998 (R. Økland et al. 2000) som fortsetter i perioden 1998–2003 (R. Økland & Nordbakken 2004), har derimot forblitt vanskelig tolkbare fordi sammenliknbare data fra andre deler av Sør-Norge mangler.

Når undersøkelsen i Solhomfjell-området startet opp i 1988 var det ikke kjent hvilke arter som ville være mest følsomme overfor langtransporterte luftforurensninger, den sterkeste fokuserte påvirkningsfaktoren, men i tråd med undersøkelser i Tyskland (Wittig et al. 1985, Wittig & Neite 1985) og Sør-Sverige (Falkengren-Grerup 1986) ble det antatt at karplantearter på middels næringsrikt substrat var mest sårbare for forsurening. Transektmetodikken som ble valgt i undersøkelsen i Solhomfjell (8 transekter med varierende lengde; ei 16-m² makroflate plassert hver 10. meter langs transektene (noen tilfeldige posisjoner utelatt); to 1-m² ruter systematisk plassert i hver makroflate) hadde til hensikt å oppfylle punkt 5 om inkludering av variasjon i artssammensetning, artsrikdom og miljøforhold og punkt 8(i), om optimal representasjon av

variasjonen i området med minst mulig grad av subjektivitet. R. Økland & Eilertsen (1993) diskuterer i hvilken grad dette er oppfylt og peker på to punkter:

(i) At vanlige vegetasjonstyper (og kombinasjoner av miljøforhold), f. eks. ikke-forsumpete utforminger av lyngfuruskog, blåbærgranskog og overgangene mellom disse er svært godt representert i materialet, mens gradientekstremene (forsumpet lavrik furuskog, rik sigevannspåvirket granskog, forsumpete utforminger av lågurtgranskog) er dårlig representert. Dette resulterer i betydelig klumping av flater nær midten av ordinasjonsaksene (R. Økland 1990a), mens punktsvermen blir tynnere mot periferien med tendens til forekomst av avvikere (se R. Økland & Eilertsen 1993: Fig. 10 for illustrasjon).

(ii) Det lave transektantallet gjorde at mange kombinasjoner av miljøforhold ikke ble representert i materialet i det hele tatt (varme, sør- og sørvestvendte skråninger), mens andre er overrepresentert (nordvestvendt blåbærgranskog). Dette taler for å inkludere mer subjektivitet i utvalget av ruter på en grovere skala (R. Økland 1990a), slik det er gjort i NIJOS granskog og TOV bjørkeskog (R. Økland & Eilertsen 1993).

Til tross for at et stort antall miljøvariable (33) ble registrert ved førstegangsanalyse (punkt 7) som grunnlag for vegetasjonsøkologisk basisundersøkelse (punkt 6), er flere aspekter ved årsaker til variasjonen i artssammensetning i ruteutvalget fortsatt ikke er godt nok belyst. Dette gjelder f.eks.:

(i) Betydningen av mikrotopografisk variasjon; indeksene for konveksitet og ujevnhet var svakt korrelert med ordinasjonsaksene (R. Økland & Eilertsen 1993) og forklarte en forsvinnende lav andel av variasjonen i artssammensetning (R. Økland & Eilertsen 1994).

(ii) Årsaker til vegetasjonsgradienten fra blåbærgranskog via lyngfuruskog til lavrik furuskog, som ble forklart av R. Økland & Eilertsen (1993) som en gradient i tørkeutsatthet. 'Uttørkingsfare-hypotesen' er fortsatt ikke testet ved uavhengige miljødata.

(iii) Årsaker til økning i stående trebiomasse.

Punkt (i) kan avhjelpest ved bruk av GIS-verktøy, punkt (ii) ved undersøkelser av variasjon i vanntilgjengelighet til vegetasjonen gjennom en lengre periode, og punkt (iii) gjennom supplerende skoghistoriske undersøkelser.

For diskusjon av rutestørrelsen, 1 m² (jf. punkt 8(iii)) og antallet småruter, 16, se omtale under NIJOSgranskog (kapitel 3.3.1). Spesialserien av populasjonsdata for etasjemose (*Hylocomium splendens*), der Solhomfjell-området inngår som ett av sju undersøkelsesområder, er også omtalt under NIJOS granskog.

3.3.4. Skogforsks flater i OPS level 2 (OPS intensivovervåking)

Enhver intensivt overvåket flate i OPS (ICP-Forests Level 2) har et definert sammenhengende homogent areal (minimum 2500m²) der målinger og registreringer jevnlig blir utført (tretilvekst, vegetasjon, jord, jordvann, kronedrypp, nålekjemi og trevitalitet). I tillegg registreres nedbør like utenfor overvåkingsflaten.

Formålet med analyser av markvegetasjon på flater i OPS Level 2 er å følge artssammensetningen over tid. De innsamlete vegetasjonsdataene skal gi grunnlag for å vurdere om det skjer endringer i sammensetningen som kan skyldes endringer i miljøet (jf. ICP Forests Manual Part 8 'Assessment of ground vegetation'; Aamlid et al. 2002). Målingene av andre egenskaper (som er nevnt ovenfor) kan være viktige bidrag til tolkingen av eventuelle endringer i vegetasjonsdekket. Registreringene oppfylder kravene som stilles for rapportering til ICP-Forests, og inngår i de sentrale evalueringer ICP-Forest legger opp til (se også kapittel 4.3.1).

Kriterier for valg av flater. De intensive flatene i OPS (Level 2) ble etablert i tidsrommet 1986–1988. Hovedkriteriene for valg av flater (i granskog) var (fra Aamlid et al. 1990, oversatt):

'(i) omtrent 80–100 år gammel granskog av blåbærtypen (Eu-Piceetum myrtilletosum [som definert at Kielland-Lund (1981)], som er den vanligste skogtypen i Norge);

- (ii) moderat helning;
- (iii) homogene jordegenskaper; og
- (iv) en spesifisert, moderat bestandstetthet.

OPS-flatene er valgt ut i vanlig skog som er representativ for fylket, fortrinnsvis granskog på blåbærmark. Bestandsalderen tilsier eldre produksjonsskog, dvs. hogstklasse IV-V. De fleste av flatene har naturlig foryngelse, mens noen er fra eldre plantninger (for eksempel Nedstrand i Rogaland). Flatene har ikke urskogpreg, men flere av dem har en variert dimensjons- og treslagsfordeling (for eksempel Kårvatn i Møre og Romsdal og Osen i Hedmark) og ligger derfor nær eller innenfor definisjonen av naturskog (Rolstad et al. 2002). Liksom størstedelen av skogarealene i Norge er de fleste av flatene tidligere behandlet (fortrinnsvis bledningshogst), se Tabell 2.

Ruteplassering. Ved etableringen ble det subjektivt, i tråd med plantefisiologisk tradisjon, anlagt 5 ruter á 16 m². Rutene skulle dekke variasjonen innen OPS-flata, inkludert en buffersone, og til sammen beskrive vegetasjonen innen flata samt gi en forholdsvis komplett artsliste for denne (jf. de krav manualen stiller). I 1988–1989 ble det i tillegg koordinatfestet, merket og nummerert 10 ruter á 1×1 m innenfor ei 5 m brei buffersone rundt OPS-flata, 4 ruter langs hver av flatas langsider og en på hver kortsider.

1991–95 ble antallet ruter på et utvalg flater (se Vedlegg 1) økt til mellom 30 og 60. Alle rutene ble merket, kartfesta og nummerert. 1998–2000 ble markvegetasjonsruter etablert på de flatene som ikke allerede var komplett utstyrt med minst 50 1-m² ruter.

Fra 2003 er det analyserte arealet økt med 350 m² (ved å legge ut 5 nye størruter á 7×10m) for å møte kravet fra ICP-Forests (ICP Forests Level 2 Manual Part VIII; Aamlid et al. 2002) om et fast analyseareal (CSA – common sampling area) på 400 kvadratmeter (se kapittel 4.3.1). Fra 1998 er rutene reanalysert med 5 års intervaller, bl.a. med tanke på å minimalisere slitasje, se nedafør.

Ruter for markvegetasjon er alltid plassert i buffersonen rundt OPS-flata, så sant andre forhold ikke umuliggjør dette. Siktemålet med ruteplasseringen var at rutene til sammen skulle dekke variasjonen i artssammensetning og edafiske forhold på OPS-flata. Alle ruter ble plassert på en slik måte at vegetasjonen kunne relateres til jordegenskaper og flekker med avvikende jordprofil, som torvmatter, berg, store blokker, stubber og små sig ble derfor forkastet. Rutenes sentrum skulle ligge minst 0,5 m fra stammen på levende trær. På OPS-flater i hellende terreng var det ofte vanskelig helt å unngå at ruter ble plassert på sigevannspåvirka voksesteder.

For å hindre uønska tråkk i og like utenfor rutene ble alle 4 hjørner merket så tydelig at de som ferdes regelmessig på flata ikke tråkker i dem. Hver enkelt rute har et spesifikt nummer og er koordinatfestet i forhold til OPS-flatas sider.

Vurderinger av rutestørrelsen. Permanente ruter á 1 m² er i Norge ofte benyttet til å følge vegetasjonsutviklingen over tid på en lokalitet (se punkt 8(iii) i *Det norske konseptet* og beskrivelsene av de andre undersøkelsene). Denne rutestørrelsen er velegnet til å følge utviklingen i artssammensetning i et bestand eller ei rute over tid, men størrelsen på OPS-flata gjør at det kan bli stor variasjon mellom de enkelte ruter. For å fange opp den naturlige variasjonen på flata trengs derfor et betydelig antall ruter; 50 ble brukt som standard på OPS-flatene. Ruter på 1 m² er såpass små at visuell kvantifisering av dekning for hver art kan gjøres med større presisjon enn ved bruk av større ruter. Ved analysering har ruter på 1 m² både ulemper og fordeler sammenliknet med større ruter. Tråkk inne i ruta unngås, og ruta kan derfor reanalyseres oftere enn større ruter. Det oversiktlige formatet gjør at slitasjen på vegetasjonen langs kantene på ruta minimaliseres under analysen. Dermed minskes også faren for kanteffekter innover i ruta.

Til hjelp under feltarbeidet brukes ei metallramme som legges på de fire rute-hjørnene. Ruta deles i 5×5 småruter for å øke presisjonen ved vurderingen av artenes dekning.

Registreringer i eller i tilknytning til rutene. I hver rute angis dekningen av sjikt i prosent. Følgende sjikt registreres:

- (i) tresjikt (som regel en art);
- (ii) busksjikt (større busker og trær (inkl. enkelttrær av artene i tresjiktet) opp til 5 m);
- (iii) feltsjikt (lyng, urter og graminider, ungplanter og frøplanter under 50 cm av trearter), med separat registrering av (iii,a) lyngsjikt (lyngarter; sjikt vanligvis ikke over 50 cm høyt);
- (iv) bunnsjikt (moser og lav; eventuelle sopp ikke inkludert);
- (v) strø/bar jord/stein (åpne flekker der det ikke fins levende lav eller mose; død mose og lav defineres som strø; eventuelt algeovertrekk på slike flater tas ikke omsyn til, men registreres som merknad).

I alle ruter registreres prosentvis dekning av alle arter. I rutene 1–10 registreres i tillegg forekomst/fravær av arter i hver av de 25 smårutene. Det er større usikkerhet i estimering av prosent dekning i tresjiktet enn ved vurderingen av arter i felt- og busksjikt. Dette ligger i selve metoden.

Det er samlet kollektorer av moser og lav i tilknytning til hver rute; om mulig like utafør ruta. Innsamlinger blir begrenset til et absolutt nødvendig minimum for ikke å forstyrre vegetasjonen inne i selve flata og for ikke å 'utrydde' noen arter. Kollektorer tas som regel ikke ved reanalyse.

Omgivelsesvariabler blir registrert som representative for flata, ikke i tilknytning til hver enkelt rute.

Rapportering. Resultater fra vegetasjonsregistreringene i OPS rapporteres i Skogforsks rapportserier (f.eks. Solberg et al. 1999, Andreassen et al. 2004). Data fra hver Level 2-flate rapporteres til ICP-Forests etter standardiserte rapporteringsrutiner (se ICP Forests manualer; Haußmann & Lorenz 2004 m.fl.). Som en del av rapporteringen innrapporteres også flatespesifikke data (for eksempel geografiske koordinater, høyde over havet, klimasone, skogalder og -behandling).

3.3.5. Andre relevante dataserier

En rekke andre vegetasjonsøkologiske undersøkelser tilfredsstillende de kravene som med rimelighet bør stilles til dataserier som kan inngå i et opplegg for intensiv overvåking, med hensyn til metodikk for ruteplassing, registrerte variabler (full artssammensetning, bruk av smårutefrekvensmetodikk, bredt spekter av omgivelsesvariabler, ofte inkludert jordvariabler og tresjiktsvariabler), permanent ruteoppmerking, og at en vegetasjonsøkologisk basisundersøkelse foreligger. De av disse undersøkelsene som kan ha interesse for et nasjonalt overvåkingsprogram, gis nedenfor en kort omtale.

Fastruteundersøkelsen på Karlshaugen (Nittedal kommune, Akershus). Undersøkelsen, som er beskrevet av Nygaard & Ødegaard (1999), er basert på 171 ruter á 1 m² i skog og myr, systematisk plassert i et nettverk med maskevidde 30 m. Av disse ligger 106 ruter i skog. I tilknytning til vegetasjonsrutene er også detaljerte beskrivelser av tresjiktsdynamikk gjort i storruter på 5 × 10 m. Markvegetasjonens artssammensetning, beskrevet med prosent dekning som mengdemål, er registrert tre ganger; 1 1931, 1961–62 og 1991–92. Dataanalyse inkluderer enkeltartstester av mengdeendring og ordinasjonsanalyse av endringer i artssammensetning.

Undersøkelsen er i NFR-rapporten om lange terrestriske og limniske dataserier anbefalt videreført som en av tre spesialserier innenfor temaet 'Terrestriske tidsserier – flora'. Felles for disse seriene er at de 'skiller seg ut ved kvalitet, omfang og betydning for forståelse av dynamikken i norsk natur'. Som begrunnelse for prioritering av dataserien fra Karlshaugen anføres videre: 'Serien fra Karlshaugen er unik ved at den til tross for sin lengde (etablert 1930) gjør bruk av systematisk ruteutlegging slik at dataene tilfredsstillende dagens karv som settes av moderne analysemetoder. Seriens verdi økes også av tilgang til grundige tresjiktstaksinger tilbake til etableringstidspunktet.'

Fastruteundersøkelsen på Hirkjølen (Ringeby, Oppland). I forbindelse med undersøkelser av vegetasjon og jord i forsøksområdet Hirkjølen Mork & Heiberg (1937) og Mork (1968), ble et fastrutenett etablert (jf. undersøkelsen på Karlshaugen, over). Disse fastrutene har et potensiale for re-analyse.

Hogstpåvirkning på biologisk mangfold og undervegetasjonens sammensetning i granskog på Oppkuven (Ringerike kommune, Buskerud). Som ledd i MiS-programmet utførte NIJOS i samarbeid med Universitetet i Oslo i 1997 en undersøkelse av undervegetasjonen i granskog i Oppkuven med formål å finne ut om ulikheter i skogbehandling gir langvarige effekter på undervegetasjonen i blåbærgranskog.

Undersøkelsen ble, med nødvendige tilpasninger, lagt opp med utgangspunkt i *Det norske konseptet* (se kapittel 3.2). Sju storflater, hver på ca. 1 da, ble subjektivt valgt ut. Fire av disse flatene vender mot sør og representerer en gradient fra tidligere flatehogd skog (i 1937) via sterkt og svakt plukkhogd skog (i 1927) til urskog uten spor av tidligere hogst, mens de øvrige tre vender mot nord og omfatter tidligere flatehogd skog (i 1935), svakt plukkhogd skog (flere hogster i perioden 1890–1930) og urskog. En grundig skoghistorisk undersøkelse ble foretatt i hver storflate. I hver storflate ble 25 ruter á 1 m² med 16 småruter plassert etter en begrenset tilfeldig metode (5 langs hver av 5 tverrlinjer linjer trukket tilfeldig langs en grunnlinje). I alt 27 omgivelsesvariabler (topografiske variabler, tresjiktsvariabler og jordkjemiske og -fysiske variabler) ble registrert i tilknytning til hver rute. Separat for sør- og nordvendte felter ble forskjeller i omgivelsesvariabler og artsmangfold mellom feltene testet ved bruk av standard statistiske tester og gradientstrukturen identifisert ved bruk av ordinasjonsmetodikk (LNMDs- og DCA-ordinasjon fulgt av korrelasjons- og semivariansanalyse, samt standard statistiske tester), se Rydgren et al. (1999) og T. Økland et al. (2003) for dokumentasjon. I undersøkelsen konkluderes med at hogsten i Oppkuven ikke *direkte* har forårsaket store endringer i artsmangfoldet, og at det ved analysetidspunktet bare var små forskjeller mellom feltene. Likevel var det indikasjoner på et komplekst samspill av *indirekte effekter* slik at hogst og økologiske faktorer påvirker artssammensetning og artsmangfold via endringer i tresjiktsstrukturen.

Reanalyse eller ettersyn av flateoppmerkingen er ikke foretatt.

Gransumpskoger i Østmarka naturreservat (Enebakk, Lørenskog og Rælingen kommuner, Akershus). Som ledd i MiS-programmet utførte NIJOS i samarbeid med Universitetet i Oslo i 1998 en undersøkelse av variasjonen i gransumpskoger. Formålet med undersøkelsen var å fylle et kunnskapshull om variasjonen i artssammensetning i østnorske sumpskoger og de økologiske årsakene til denne variasjonen, som grunnlag for å foreta en praktisk, forvaltningsrelevant inndeling av sumpskoger i voksestedstyper.

Undersøkelsen ble lagt opp i henhold til *Det norske konseptet* (se kapittel 3.2). Etter feltinventering av 57 grandominerte sumpskoger ble 11 subjektivt valgt ut for detaljert undersøkelse. Disse ble vurdert å gi en god representasjon av variasjonen i gransumpskoger i undersøkelsesområdet. Det forhåndsbestemte totale ruteantallet, 150, ble fordelt på sumpskogene etter areal (minimum 7, maksimum 22 i hver sumpskog). Innen hver sumpskog ble rutene fordelt langs linjer etter en begrenset tilfeldig metode (se R. Økland et al. 2000, 2001 for detaljer). Ruter á 1 m² med 16 småruter ble benyttet. Topografiske variabler, tresjiktsvariabler, grunnvannsstandsvariabler, samt jord- og vannkjemiske og -fysiske variabler, i alt 53 i tallet, ble registrert i tilknytning til hver rute. Gradientstruktur ble identifisert ved bruk av ordinasjonsmetodikk (DCA- og LNMDs-ordinasjon fulgt av korrelasjons- og semivariansanalyse, samt standard statistiske tester), se R. Økland et al. (2000, 2001, 2003) og Rydgren et al. (2003) for dokumentasjon.

Reanalyse eller ettersyn av flateoppmerkingen er ikke foretatt.

Miljøundersøkelser i Østmarka. Overvåking av vegetasjonen i influensområdet til Romeriksporten (Oslo kommune, Oslo). NINA fikk i 1998 i oppdrag av NSB Gardermobanen AS (seinere slått inn under Jernbaneverket region øst) å kartlegge skader på vegetasjonen i de

del av Østmarka som var rammet av lekkasje etter arbeidene med jernbanetunnel under Østmarka, som del av Gardermobanen. Formålet med overvåkingen var å kvantifisere endringer i undervegetasjonen, først og fremst i sumpskog og på myr, som effekt av grunnvannsendringene.

Undersøkelsen ble, med nødvendige tilpasninger, lagt opp med utgangspunkt i *Det norske konseptet* (se kapittel 3.2). 34 storflater á 4 x 4 meter ble lagt ut subjektivt. I sentrum av hver storflate ble en grunnvannsbrønn etablert. To ruter á 1 m² med 16 småruter ble utlagt systematisk i ytterkant av hver storflate, fortrinnsvis på nord- og sørsiden av grunnvannsbrønnen, alternativt på øst- og vestsiden. Ruta i nord ble alltid plassert en meter øst for det nordvestre hjørnet av storflata, mens ruta i sør ble plassert en meter vest for det sørøstre hjørnet av storflata. Alternativt (hvis en av rutene i nord eller sør forkastet) ble ruteparet plassert på østre og vestre sidekant i storflata; den vestre ruta en meter nord for det sørvestre hjørnet og den østre ruta en meter sør for det nordøstre hjørnet av storflata. I tillegg til disse 34 storflatene med grunnvannsbrønn ble også 18 ekstra storflater uten grunnvannsbrønner (uten ekstern finansiering) også etablert. Ei rute ble senere forkastet slik at det totale antallet ruter i drift pr. 2004 er 103 hvorav 35 er referanseruter plassert utenfor influensområdet. I alt 30 omgivelsesvariabler (topografiske variabler, grunnvannstandsvariabler og jordkjemiske og -fysiske variabler) ble registrert i tilknytning til hver rute. Førstegangsanalysene ble gjort i 1998 og senere er det gjort fire analysegjentak i 1999, 2000, 2001 og 2003 (Bendiksen et al. 2004). Tester av endringer i omgivelsesvariabler, endringer i artsmangfold, endringer i artsmengder og endringer i artssammensetning i rutene er gjort med bruk av en- og flervariabel statistiske metoder etter standard prosedyrer i intensivovervåkingen i NIJOS granskog og TOV bjørkeskog (se kapitlene 3.3.1 og 3.3.2).

Vegetasjon før og etter skogbrann i forsøksområdet Gravberget (Våler kommune, Hedmark) er et forskningsrådsfinansiert prosjekt der NINA har ansvaret for undersøkelsene av undervegetasjonen. Formålet er å studere suksesjonen etter skogbrann i boreal skog i et før-etterkontroll-behandling (BACI) forsøksdesign.

Undersøkelsen ble, med nødvendige tilpasninger, lagt opp med utgangspunkt i *Det norske konseptet* (se kapittel 3.2). I alt ble 25 undersøkelsesfelter á 25 x 25 meter i boreal barskog (overgangseksjon (OC), 300 m.o.h., fattige utforminger og varierende fuktighetsforhold) subjektivt lagt ut. Hvert felt ble delt i 25 ruter á 5 x 5 meter og blant disse ble fem trukket ut som storflater etter en begrenset tilfeldig metode slik at til at hver rad og hver kolonne bare inneholdt en storflate. I sentrum av hver storflate ble ei rute á 1 m² med 16 småruter lagt ut. Rutene ble lagt ut i 1998 og førstegangsanalysert i 1999. Området ble først brent i 2002 og rutene ble reanalysert 6 uker etter brann i 2002, i 2003 og i 2004. I alt 15 av storflatene er brent mens 10 benyttes som ubrente refranseflater. I alt 26 omgivelsesvariabler (topografiske variabler, tresjiktvariabler, brannpåvirkning og jordkjemiske og -fysiske variabler) ble registrert i tilknytning til hver rute. Statistisk og numerisk behandling av de innsamlede dataene følger standard prosedyrer i intensivovervåkingen i regi av NIJOS og TOV (se over).

Effekter av terrengkalking på vegetasjon (Gjerstad kommune i Aust-Agder, Suldal kommune i Rogaland, Fjaler kommune i Sogn og Fjordane).

Et terrengkalkingsprosjekt ble startet av DN i 1998 med hovedformål å vurdere om terrengkalking er et egnet virkemiddel for å oppnå en stabil og god vannkvalitet i forsuredde vassdrag. I dette arbeidet har NINA hatt ansvar for å overvåke effekter av terrengkalking på vegetasjon, sopp og jordsmonnsparametere relatert til plantenes næringsforhold.

Overvåkingsfelter i skog er lagt ut i tre ulike forsøksområder: Gjerstad i Aust-Agder (Eilertsen et al. 1996, 1998), Suldal i Rogaland (Bakkestuen et al. 1999) og Flekke-Guddal i Sogn og Fjordane (Aarrestad et al. 1999). I Gjerstad er feltene lagt ut i granskog, i Suldal og Flekke-Guddal i oseaniske furu- og bjørkeskoger (fuktig og tørr røsslyng-blokkebærfuruskog, blåbærfuruskog og bregne-/lågurt bjørkeskoger), samt granplantefelter. I hvert av områdene Suldal og Flekke-Guddal er tre kontrollflater med til sammen 15 ruter plassert i blåbærdominert skog i henhold til definisjonen gitt i kapittel 3.3.1. Alle overvåkingsfeltene ligger på privat grunn.

Innen hvert forsøksområde er vegetasjon og jord analysert og overvåket i tiltaksområder som kalkes og i ukalkede referanseområder med tilsvarende vegetasjon. Referanseområdene kan være egnet til en framtidig skogovervåking.

Vegetasjonsovervåkingen følger samme metodikk som er benyttet i DN's program Terrestrisk naturovervåking-TOV (Framstad et al. 2003). I tiltaksområdet og referanseområdet er det subjektivt lagt ut ti analysefelter (makroruter) på 5×10 m for å dekke opp en fuktig-tørr og en fattig-middels rik gradient i skogvegetasjonen. På Vestlandet er makrorutene lagt i relativt homogen vegetasjon, slik at variasjonen langs gradientene først og fremst finnes som variasjon mellom makroruter. I Gjerstad er variasjonen langs gradienter i langt større grad forsøkt fanget opp også innen makrorutene. Fem analyseruter á 1 m^2 er lagt ut tilfeldig innen hver makrorute, slik at det totale antallet analyseruter er 50 i hvert forsøksområde. Alle analyseruter er permanent merket. Analyserutene blir med jevne mellomrom analysert for arter, artsmengde og artssammensetning av karplanter, moser og lav. Artsmengde er registrert både som prosent dekning og ved frekvensmetodikk, basert på forekomst/fravær av arter i 16 småruter á 25×25 cm. En rekke topografiske variabler er målt og prøver av humuslaget ned til 5 cm samlet inn for hver analyserute. Disse er tatt ved hjelp av flere stikk rett utenfor ruta i tilsvarende vegetasjon som inne i ruta og blandet til en samleprøve som er representativ for analyseruta. Jordprøvene er analysert for pH (H_2O og CaCl_2), glødetap, total nitrogen og NH_4NO_3 -ekstraherbare kationer.

Feltene i Gjerstad er analysert i 1994, 1995, 1996 og 1999, i Suldal i 1998, 2000 og 2002 og i Flekke-Guddal i 1998, 1999 og 2001. Dataene er behandlet med multivariate ordinasjonsmetoder, og endringer i artssammensetning (forflting av analyseruter langs ordinasjonsaksene), forekomst av enkeltarter og endring i jordegenskaper er testet statistisk (Aarrestad & Bakkestuen 2001, Brandrud et al. 2001, 2003).

Miljøovervåking i samband med ny metanolfabrikk på Tjeldbergodden (Aure kommune i Møre og Romsdal og Snillfjord kommune i Sør-Trøndelag). Statoils metanolfabrikk på Tjeldbergodden i Aure kommune, Møre og Romsdal, ble satt i produksjon i 1997. I forbindelse med etablering og drift av anleggene ble det også igangsatt miljøovervåking, for å kunne oppdage eventuelle negative effekter av luftforurensing fra bedriften på naturmiljøet. Grunnlagsundersøkelser for vegetasjon og jord (øvre humuslag) ble utført på to overvåkingsområder i ulik avstand fra bedriften i 1993 og 1994 (Eilertsen & Fremstad 1994, 1995). Ett overvåkingsområde ble lagt til Tjeldbergodden og ett kontrollområde til Terningvatn i Snillfjord kommune, Sør-Trøndelag. Begge områdene ligger på privat grunn.

Vegetasjonsovervåkingen ved Tjeldbergodden følger i hovedtrekk samme metodikk som i TOV bjørkeskog (Framstad et al. 2003; se kapittel 3.3.2). I hvert av de to overvåkingsområdene er lagt ut seks makroruter (5×10 m), hver med fem tilfeldig utlagte og permanent merkete 1 m^2 analyseruter. Det er altså 30 ruter i hvert overvåkingsområde, totalt 60. Feltene er lagt ut for å dekke de vanligste gradientene i kystnær furuskog (knausfuruskog (10 ruter), røsslyng-blokkbærfuruskog med relativt høy blåbærdekning (10 ruter), blåbærfuruskog (20 ruter) og småbregnefuruskog (20 ruter)) i utslippenes nedslagsfelt. Hver rute er analysert for prosent dekning og frekvens av karplanter, moser og lav. I tillegg ble det for hver rute samlet inn jordprøver fra øvre humuslag. Jordprøvene er analysert for pH (H_2O), glødetap, total nitrogen og NH_4NO_3 -ekstraherbare kationer. I 2001 ble begge områdene reanalysert med samme metoder som i grunnlagsundersøkelsen (Aarrestad & Wilmann 2002).

Dataene er bearbeidet med bruk av ordinasjonsmetodikk, og påviste endringer i artssammensetning, forekomst av enkeltarter og endring i jordparametere er testet statistisk.

Vegetasjonsovervåking i Pasvik (Sør-Varanger kommune i Finnmark). Innenfor det felles norsk-russiske biodiversitetssamarbeidet har Skogforsk og NINA sammen med russiske forskere opprettet skogovervåkingsfelter i bærlyng-furuskog langs en gradient fra Nikel vestover inn i Finnmark (Aamlid et al. 2000). Formålet er å overvåke effekter av forurensende utslipp til luft fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarny på skogøkosystemet. Den norske overvåkingsinnsatsen

inngår i et utvidet norsk-finsk-russisk overvåkingssamarbeid som dekker flere geografiske gradienter innen for influensområdet, og der også bjørkeskog er representert (i Norge er ett bjørkeskogsområde etablert ved Jarfjorden; de fleste overvåkingssområder i bjørkeskog ligger på russisk og finsk side). På norsk side overvåkes fem furuskogsfelter langs en gradient fra Svanvik ca. 3 mil vestover i Finnmark.

Furuskogsfeltene ble opprettet og analysert første gang i 1994/1995 og reanalysert i 2004. Metodene for overvåking av markvegetasjon er tilnærmet lik metodikken som blir benyttet i TOV bjørkeskog (Framstad et al. 2003). Hvert felt er 25×40 m og tjue 1 m^2 analyseruter er lagt ut tilfeldig innen hvert felt og merket permanent. Også i bjørkeskogsfeltet er fem 1 m^2 ruter lagt ut i storruter og analysert i etter omtrent samme metodikk, men de fem storrutene er 15×15 m og ligger i et kors med ca. 25 avstand mellom rutene. Artsmengder for karplanter, moser og lav er registrert både som prosent dekning og med frekvensmetodikk, basert på forekomst/fravær av arter i 16 småruter á 25×25 cm. I 2004 ble halvparten av analyserutene i hvert felt reanalysert ved tilfeldig uttrekk blant rutene. Da feltene ble opprettet ble det samlet inn jordprøver fra hver rute fra det øverste 5 cm jordlaget, uavhengig hvor tykt humuslaget var. Prøvene ble tatt ved hjelp av flere stikk rett utenfor ruta i tilsvarende vegetasjon som inne i ruta og blandet til en samleprøve som er representativ for analyseruta. Jordprøvene er analysert bl.a. for pH (H_2O og CaCl_2), glødetap, total nitrogen, svovel og NH_4NO_3 -ekstraherbare kationer, og det er utført total kationeanalyse.

3.4. MiS studieområder

Utvalg av områder. MiS-prosjektets studieområder (forskningsfelter) utgjøres av 6 skogsområder (Tabell 2, Fig. 1). Hvert område er ca. 2 km^2 stort (Gjerde & Baumann 2002, vedlegg 1). Områdene ble valgt ut subjektivt for å:

- (i) representere ulike skogsregioner i Norge; og
- (ii) fange opp stor variasjon i skogtyper innen hvert område (langs gradientene rik-fattig og tørt-fuktig).

Uproduktiv skog inngår i tre av studiområdene, men utgjør et større areal bare i området Kvam. Størstedelen av arealet i hvert studieområde består av eldre plukkhogd skog i hogstklasser 4 og 5 (bestand som ikke har vært gjennom en flatehogst), men ungskogbestander (etter flatehogst) er representert i områdene i Ringerike, Sigdal, Grong og Målselv.

Forvaltningsstatus. Alle studieområdene bortsett fra feltet i Målselv ligger i naturreservater. I Målselv har det vært foretatt en del hogster som kan ha forringet feltets verdi som overvåkingssområde.

Samplingsmetodikk Et systematisk design ble anvendt for registreringer av arter og miljøvariabler. Et rutenett med oppløsning 100×100 m ble lagt over hvert studieområde. I hver 100×100 m (1 ha) rute ble den sørøstlige kvadranten (50×50 m) benyttet for registreringer. Basisruta i MiS er altså 2500 m^2 , 2,5 daa. Alle registreringer av arter og skogshistorikk er foretatt i disse rutene, mens noen få av miljøvariablene er målt i hektar-rutene.

Registreringer av artsmangfold. Standard registreringer gjennomført i alle rutene i hvert studieområde omfatter organismegruppene karplanter, moser, makrolav og vedboende poresopp, samt to barksopper (duftskinn og rynkeskinn). *Karplanter* ble registrert på alle substrater (totalregistrert), *moser* (alle arter) og *makrolav* (alle unntatt slekta *Cladonia*) ble registrert på substratene levende trær (< 2 m over bakken), stein (< 2 m over bakken), død ved og rotvelter (også på jord i rotveltgropa). Sopp (fruktlegemer) ble registrert på all død ved og på levende trær. Epifyttiske makrolavarter ble (i hver rute) angitt for hvert treslag, og vedboende sopp ble registrert for hvert treslag både for arter på død ved og for levende trær. Her ble også brysthøydiameter (DBH) og nedbrytningsgrad notert for hvert artsfunn. Treslag ble ikke

registrert for moser. Mengde av karplanter, makrolav og mosearter ble angitt på en skala 1-4 for hver rute. For vedboende sopparter ble antallet fruktlegemer talt opp (inntil 20, deretter ble angitt '> 20') for hver stamme og hvert læger.

Artsregistreringene ble utført av eksperter på de ulike artsgruppene. Metodikken og avgrensningene gjenspeiler en avveining mellom et ønske om så detaljerte registreringer som mulig, samtidig som det skulle være mulig å ferdigregistrere et studieområde for hver organismegruppe på én feltesong av én person. En vesentlig faktor ved prioriteringen var å fange opp de viktigste habitattyper og substrater for rødlistearter for de ulike organismegruppene. Dette var viktigste grunn til at moser og makrolav ikke ble registrert i skogbunnen. Tidsforbruk for registreringene varierte sterkt mellom områder (topografiske forhold), ruter (forekomst og mengde av substrater) og mellom de ulike organismegruppene. Den artsrike gruppa moser var mest arbeidskrevende. For denne gruppa varierte tidsforbruket mellom ca. 30 min og 4,5 t per rute. Totalt gikk 40-45 dager gikk med for å ferdigregistrere hvert studieområde for denne artsgruppa.

Registreringer av miljøvariabler. 59 målte miljøvariabler ble anvendt i analyser av samvariasjon mellom miljø og artsmangfold (Gjerde & Baumann 2002: Vedlegg 6). Miljøvariablene fordeler seg på ulike temaer som:

- (i) skoglige data om habitatmengder og habitatkvaliteter;
- (ii) skogshistorikk (siste 100 år);
- (iii) produktivitet/næringsrikhet; og
- (iv) topografiske forhold.

Ingen jordkjemiske eller lokalklimatiske variabler ble målt. Jorddybde ble anslått subjektivt på en 4-gradig skala.

Bearbeidingen av materialet viste at en del avledete variabler er særlig gode som indikatorer på mønstre i artsfordelingen: dødvedprofil (kombinasjon av størrelse og nedbrytningsgrad på læger), vegetasjonsindeks (vegetasjonstyper langs næringsgradienten), løvtreindeks (næringsrikhet i bark av de ulike treslag), og lokal topografisk posisjon (gradient i lys/varme og luftfuktighet). Flere av disse indikatorene ble derfor inkorporert i instruksene for miljøregistrering i skogbruket (se Baumann et al. 2001).

Spesialregistreringer. I tillegg til de standardiserte arstregistreringene ble en rekke spesialregistreringer foretatt (Ihlen et al. 1999, Thunes et al. 2000, 2003, R. Økland et al. 2001, 2003, Rydgren et al. 2003, Sætersdal et al. 2003, T. Økland et al. 2003). Typisk for disse undersøkelsene er at de bare omfatter registreringer i ett eller to områder og er begrenset til et utvalg av 50 × 50 m-rutene i hvert område, eller til og med er lagt til andre områder (f.eks. undersøkelsen av gransumpskoger i Østmarka naturreservat som er omtalt i kapittel 3.2.5). Spesialregistreringene omfatter til dels andre artsgrupper og habitater enn de som inngår i de standardiserte registreringene, og har til hensikt å belyse ulike temaer for en større del av biomangfoldet. Den av spesialundersøkelsene som kanskje er mest interessant i overvåkningssammenheng er undersøkelsen av variasjonen i artsrikdom av skallsnegl, edderkoppdyr, rovbiller og løpebiller i tillegg til de 4 standard organismegruppene i 59 ruter valgt ut langs vegetasjonsgradientene i studieområdet Kvam (Geitaknottane) i Hordaland (Sætersdal et al. 2003).

Analyser og publikasjoner. Artsregistreringene i de 6 MiS studieområdene har resultert i en rekke publikasjoner som adresserer viktige og aktuelle temaer for forvaltning og registrering av biologisk mangfold i skog:

- (i) Hvilke implikasjoner har den romlige fordelingen av rødlistearter for små forvaltningsarealers effektivitet i forvaltningen av biologisk mangfold i skog (Gjerde et al. 2004)?
- (ii) Samvarierer (arter av) ulike organismegrupper langs de viktigste gradientene i skog (Sætersdal et al. 2003)?

(iii) Hvor velegnet er indikatorarter som verktøy for estimering av artsrikdom i skog (Sætersdal et al. 2004)?

(iv) I hvilken grad samsvarer artsrikdom og mengde av arter med den romlige fordelingen (graden av klumping) av egnet substrat (Rolstad et al. 2004)?

3.5. Overblikk over endringsmønstre observert i intensiv overvåking av markvegetasjon

Intensiv overvåking i skog har påvist klare endringsmønstre som har kunnet settes i sammenheng med relevante påvirkningsfaktorer. Fordi overvåkingsresultatene danner hovedgrunnlaget for vurdering av metodikk, indikatorer og indikatorvariabler vil vi kort sammenfatte de viktigste endringsmønstrene:

(i) Tendens til avtakende mengde for flere karplantearter med preferanse for noe næringsrike habitater, observert i overvåkingsområdene i Sør- og Sørøst-Norge gjennom 1990-tallet (R. Økland & Eilertsen 1996, T. Økland et al. 2001, 2004a, 2004b). Reanalysen i Solhomfjell-området sommeren 2003 (R. Økland & Nordbakken 2004) viste imidlertid at dette forløpet til dels hadde stoppet opp; blant annet fant det sommeren 2003 sted en massiv spiring av gaukesyre (*Oxalis acetosella*) fra frø, for første gang siden overvåkingen startet i 1988. Gaukesyre er en av de artene som hadde gått sterkest tilbake i Sørøst-Norge etter 1988 (R. Økland et al. 2000, T. Økland et al. 2004a, 2004b). Resultater fra ett område gir naturligvis ikke grunnlag for å vurdere om karplantetilbakegangen er i ferd med å stoppe opp over større områder. Videre overvåking vil vise om observasjonene i Solhomfjell-området i 2003 representerer et område- eller årsspesifikt avvik fra en stabil langvarig utvikling eller et vendepunkt for utviklingen.

(ii) Tendens til økning i mengde for smyle (*Deschampsia flexuosa*) ble observert i periodene 1988–93 og 1998–2003 i Solhomfjell-området (R. Økland 1995d, R. Økland & Nordbakken 2004). Kraftig lokal økning er også observert i enkelte ruter i andre overvåkingsområder på Sør- og Sørøstlandet (V. Bakkestuen, R. Økland og T. Økland, pers. obs.) og i sør- og vestlige flater i OPS level 2 (Voss og Nedstrand; Andreassen et al. 2004). Økning av smyle i svenske overvåkingsdata er også satt i sammenheng med stort nitrogennedfall (Falkengren-Grerup 1995, Odell & Ståhl 1998). Dette samsvarer også med økt samyleinnslag på OPS level 2 flatene på Voss og Nedstrand, områder med stort nitrogennedfall (Andreassen et al. 2004). Smyle øker også i mengde i nitrogengjødslingseksperimenter i blåbærskog (Gerhardt & Kellner 1986, Kellner & Redbo-Torstensson 1995). En eksperimentell undersøkelse som nylig er foretatt i Sverige (Strengbom et al. 2004) indikerer imidlertid at lystilgangen nær bakken, der smyla først og fremst finnes (og som influeres sterkt av deknningen av blåbær og andre feltsjiktsarter), kan være en minst like viktig begrensende faktor som nitrogen for smyle i nordisk barskog. Dersom denne påstanden har generell gyldighet, styrker det teorien om at nitrogennedfallet betinger smyleøkning fordi de referanseområdene for intensiv overvåking der smyleøkning er registrert, samtidig har hatt volumøkning og fortetting av tresjiktet. Det er likevel ikke mulig å slå sikkert fast hvorvidt de endringene som er registrert i Norge skyldes nitrogennedfallet eller har andre årsaker, men de synes å passe inn i et regionalt endringsmønster for andre indikatorvariabler, som f.eks. tretilvekst (Solberg et al. 2004). Smyleoppslaget i TOV-området Møsvatn mellom 1997 og 2002 er trolig forårsaket av at bjørkemålerangrep har gjort skogen mer lysåpen (Bakkestuen et al. 2003).

(iii) Økt mosedekning i skogbunnen og økt mengde av mange mosearter i intensivovervåkingsflatene gjennom 1990-tallet. Disse endringene er satt i sammenheng med gunstige klimaforhold for mosevekst, bl.a. med lange veksts sesonger (T. Økland et al. 2001, 2004a, 2004b, R. Økland & Nordbakken 2004). Fortetting av mosedekket kan på sikt resultere i redusert artsmangfold for karplanter gjennom en negativ interaksjonseffekt der et tettere

mosedekke forhindrer nyetablering og overlevelse av karplantearter i skogbunnen ved fysisk å hindre spirende frø tilgang til vann og næringsstoffer (Eriksson & Ehrlén 1992, Ohlson & Zackrisson 1992, Hörnberg et al. 1997). Dette kan få økonomiske konsekvenser fordi det er kjent at spiring og overlevelse av frøplanter av gran og furu disfavoriseres av et tett mosedekke, blant annet fordi frøplanter som ikke kan holde tritt med mosemattenes vertikale vekst blir begravd (Ohlson 1995, 1999, Ohlson et al. 2001).

(iv) Tendens til divergerende utvikling for små og for store moser, observert i rutene for overvåking av markvegetasjon siden omkring midten av 1990-tallet. Små moser tenderer til å avta i mengde mens mengdeøkningen for store skogsmoser har fortsatt (T. Økland et al. 2004b, R. Økland & Nordbakken 2004). Det er mulig at de mindre artene nå, i økende grad, er i en 'flaskehalssituasjon' der sannsynligheten er stor for å begraves i matter av store moser. Dersom en slik situasjon opprettholdes over lang tid forventes redusert mosemangfold i skogbunnen.

3.6. Sammenlikning mellom Skogforsks vegetasjonsovervåking innenfor OPS Level 2 og vegetasjonsovervåkingen i NIJOS- og TOV-flatene

Det norske konseptet for vegetasjonsøkologisk intensivovervåking, som er oppsummert i ti punkter i kapittel 3.2, kan tjene som disposisjon for sammenlikning mellom metodeoppleggene i Skogforsks og NIJOS'/TOV sin vegetasjonsovervåking. Det er forskjeller på fem punkter:

(i) Punkt 4, der det framholdes at 'mulighetene for tolkning av observerte endringer [vil] fremmes ved valg av referanseområder med minst mulig av suksesjoner og av annen variasjon som skyldes lokale påvirkningsfaktorer (f.eks. skogdrift)'. Den biologiske begrunnelsen for denne påstanden er at omfanget av systematiske endringer (suksesjoner) i markvegetasjonen er mindre i naturskog enn i kulturskog, fordi omfanget av systematiske endringer i tresjiktet er større i kulturskogen i en lang periode etter hogst (f.eks. Östlund et al. 1997, Storaunet et al. 1998). En naturskog (se diskusjon av naturskogsbegrepet i Rolstad et al. 2002) vil over tid utvikle flersjiktet trebestand, og gjennomgående være mer åpen enn en sterkere hogstpåvirket skog som nærmer seg hogstmodenhet (se Rolstad et al. 2002 og referanser deri). I naturskogen forventes en dynamisk balanse mellom bestander som fortettes og bestander som åpnes ved naturlig avgang. Men epidemiske parasittutbredd (Cappuccino et al. 1998, Karlsson et al. 2004), brann, vindfelling, og andre former for naturlige forstyrrelser (Sernander 1936, Sirén 1955, de Grandpre et al. 1993) kan forårsake langvarige suksesjoner i tresjiktet, både i naturskog og i kulturskog, og moderere eller modifisere effekten av hogstpåvirkning. Det finnes intet skarpt skille mellom natur- og kulturskog, og all skog vil over tid være utsatt for forstyrrelser på ulike skalaer, fra enkelttrærs død til stormfelling og brann som påvirker store arealer (van der Maarel 1993, Rolstad et al. 2002). Mer realistisk enn å skille mellom naturskog og kulturskog er det derfor å operere med en gradient fra 0 % naturskog til 100 % naturskog eller urskog (Peterken 1996).

De fleste av artene som finnes i markvegetasjonen i skog, både karplanter, moser og lav, tolererer skygge. Men nesten alle artene, uansett gruppe, prefererer åpningene mellom trær framfor voksesteder innunder trær og i tette trebestander (R. Økland et al. 1999, T. Økland et al. 2003). Fortetting i tresjiktet fører derfor på sikt til reduksjon i mengde for de fleste markvegetasjonsartene (Nygaard & Ødegaard 1999, T. Økland et al. 2003). Den eller de utslagsgivende faktorene varierer fra artsgruppe til artsgruppe og fra art til art; langs en gradient fra åpninger mellom trær til innunder trær og tette bestander avtar gjennomfallende nedbør, jordfuktighet og lysinnstrålingen ved bakkenivået, mens strøfallet øker (se utfyllende dokumentasjon med referanser i R. Økland & Eilertsen 1993).

Trebestandens historie, struktur og aldersfordeling vil altså ha en kompleks innflytelse på markvegetasjonens artssammensetning og stabilitet (T. Økland et al. 2003). Innen et større naturskogsområde vil vi over lang tid ikke forvente endringer i markvegetasjonen i noen spesiell

retning, men over kortere tidsperioder vil noen bestander i naturskogen kunne ha en jevn økning i stående trebiomasse og gjennomgå fortetting av tresjiktet, mens andre bestander vil åpnes som følge av forstyrrelse, noe som vil gjenspeiles i undervegetasjonen (T. Økland et al. 2003). I bestander med langvarig økning i stående tre-biomasse vil vi forvente at de aller fleste arter avtar i mengde (Sirén 1955, R. Økland 2000b, T. Økland et al. 2003). Den mest relevante nullhypotesen for endringer innenfor mindre områder over korte tidsperioder (uten store forstyrrelser) er derfor ikke ingen endring, men at det finner sted suksesjoner av et visst omfang i tresjiktet, små endringer i jordsmonn og øvrige voksestedsbetingelser, og også noen endringer i undervegetasjonen. Kun når et større område som både er tilnærmet urørt av skogsdrift, har mange hundre års kontinuitet i tresjiktet og består av en mosaikk av trebestander i ulike utviklingsfaser (Børset (1985) skiller mellom optimalfase, aldringsfase, sammenbruddsfase og regenerasjonsfase i en trebestands naturlige utvikling) følges gjennom flere tiår kan man kanskje forvente en likevektssituasjon uten systematiske endringer som følge av indre dynamikk (jf. Hofgaard 1993).

Dersom det var mulig å skille endringer i markvegetasjonen som følge av endringer i tresjiktet fra endringer som skyldes andre faktorer, ville slike langvarige tresjiktssuksesjoner ikke nødvendigvis medføre store problemer ved tolkning av resultater fra vegetasjonsovervåkingen. Dessverre finnes ingen effektiv metode for å skille disse kildene til variasjon. Endringer i tresjiktet skjer ikke løsrevet fra andre forandringer i skogøkosystemet, f.eks. endringer i jordfuktighet (Stålfelt 1944), jordkjemi (Tamm & Hallbäck 1986) og mikroklima mer generelt. I praksis er det svært vanskelig, om i det hele tatt mulig, å skille endringer i markvegetasjonen som skyldes trebestandsendringer fra endringer som har andre årsaker (T. Økland et al. 2003). Som eksempel på dette kan vi trekke fram observasjonene i granskogen i Solhomfjell der det fant sted en fortetting av tresjiktet gjennom hele femtenårsperioden 1988–2003 (R. Økland & Nordbakken 2004). I perioden 1988–98 ble det observert en liten men signifikant forflytning av ruter langs ordinasjonsakse (DCA-akse) 2 relatert til jordfuktighet og treplassering; i retning vegetasjon typisk for voksesteder under trær. R. Økland et al. (2000) diskuterte muligheten for en årsakssammenheng mellom disse vegetasjonsendringene og tresjiktssuksesjoner (muligens forårsaket av tidligere brann (jf. Sirén 1955), muligens hjulpet av nitrogennedfall (jf. Elfving & Tegnhammar 1996, Binkley & Högberg 1997, Solberg et al. 2004)). Men i perioden 1998–2003 fortsatte fortettingen av tresjiktet og rutene forflyttet seg igjen signifikant langs ordinasjonsakse 2, men i denne perioden *i motsatt retning* av tidligere. Dette viser at markvegetasjonens respons på tresjiktssuksesjoner ikke er entydig, og at det sannsynligvis ikke kan påregnes en forutsigbar årsak-virkningssammenheng på så fine skalaer som 1 m² og 5–10 år (R. Økland & Nordbakken 2004). Den tydelige gradienten i artssammensetning i granskog fra åpninger mellom trær til innunder trær og i tette bestander tilsier imidlertid at flere tiår med uavbrutte suksesjoner i tresjiktet resulterer i signifikante endringer i artssammensetning og i mengder for enkeltarter. Nygaard & Ødegaard (1999) observerte en betydelig reduksjon i undervegetasjonens artsmangfold i de permanente rutene på Karlshaugen i Akershus (se kapittel 3.3.5) gjennom en sekstiårsperiode med sterk økning i stående bartrebiomasse.

Nygaard & Ødegaard (1999) stiller spørsmålsteget ved vernet naturskog som utvalgskriterium for ved valg av referanseområder i skog og antyder endog at vern i seg sjøl øver en sterkere påvirkning på artsmangfoldet enn ytre faktorer som klimaendringer og luftforurensninger. Vår oppfatning er at ikke er vern eller ikke vern, men det lavere forventete omfanget av suksesjoner i tresjiktet og i markvegetasjonen som er viktig som argument for å bruke naturskog i overvåkingen av biologisk mangfold. Valg av områder i sterk endring gjør sannsynligheten stor for at endringsmønstre med ulike årsaker røres sammen til en kompleks, observert resultatendring som er svært vanskelig eller i mange tilfeller umulig å dekomponere, f.eks. i endringer forårsaket av regionale faktorer og endringer som har andre årsaker. Sjøl om kjennskap til skoghistorien ikke nødvendigvis gjør det mulig å 'kontrollere for' den effekten

tidligere hogst eller forstyrrelser (brann, omfattende stormfelling) har på markvegetasjonen, er slik kjennskap viktig som grunnlag for å sette observerte markvegetasjonsendringer inn i et større økosystem-perspektiv.

Skoghistorien på intensivovervåkingsflatene er bare fragmentarisk dokumentert. De eneste områdene av relevans for intensiv overvåking som er undersøkt grundigere, er MiS studieområder (se kapittel 3.4). Flatene i Skogforsks OPS level 2 på den ene siden og områdene i NIJOS granskog og TOV bjørkeskog skiller seg i noen grad i plassering langs gradienten fra kulturskog til naturskog, med tyngdepunktet for OPS-flatene i plukkhogd skog (fortrinnsvis plassert i 80–100 år gammel skog (Aamlid et al. 1990)) og tyngdepunktet for NIJOS- og TOV-områdene i naturskog (minst mulig av suksesjoner var et uttalt mål ved valg av referanseområdene), se Tabell 2. Til tross for betydelig overlapp mellom OPS-flater og NIJOS/TOV-områder langs kulturskog-naturskogsgradienten er forskjeller i omfanget av suksesjoner, spesielt i tresjiktet, en mulig medvirkende årsak til at systematiske endringer i større grad er observert i NIJOS- og TOV-rutene enn i Skogforsks flater.

(ii) Punkt 5, som foreskriver at 'den naturlige variasjonen i *artssammensetning*, *artsrikdom* og *miljøforhold* (innen naturtypen) i et overvåkingsområde skal være godt representert i datamaterialet', og punkt 6, som anbefaler 'detaljerte, områdevis vegetasjonsøkologiske *basisundersøkelser* ... ved overvåkingens starttidspunkt, [som grunnlag] for å identifisere vegetasjonsendringer og å klarlegge hvilke (endringer i) miljøforhold de kan være forårsaket av'. De fleste av Skogforsks OPS level 2-flater ligger i fattig blåbærgranskog, noen i granskog av bærlyngtypen og to i furuskog. Skogforsks flater er lagt ut innenfor det som er vurdert som relativt homogene bestander, men slik at noen variasjon likevel fanges opp (se kapittel 3.3.4). Liten variasjon langs viktige gradienter resulterer i at det totale antallet arter som blir registrert i et gitt antall ruter av gitt størrelse (f.eks. 50 ruter á 1 m²) blir mindre enn når variasjon over et breiere spekter av økologiske forhold blir inkludert. Arter som prefererer litt næringsrike vokstesteder (som det er påvist endring for i mange NIJOS-områder og i Solhomfjell-området) mangler derfor stort sett i Skogforsks flater. Også langs en lokal jordfuktighetsgradient er variasjonen mindre i Skogforsks flater, og utvalget av arter med preferanse for tørrere eller fuktigere vokstesteder vil derfor begrenses. Liten variasjon innad i hvert område (hver OPS level 2-flate) reduserer artsutvalget og gjør det mindre sannsynlig at artsgrupper i endring blir fanget opp. En større variasjonsbredde i økologiske forhold og dermed også i artsutvalget i materialet i NIJOS granskog og TOV bjørkeskog er en svært sannsynlig medvirkende årsak til at et breiere spekter av signifikante endringer er påvist i disse enn i flatene i OPS level 2.

Punkt 6 om vegetasjonsøkologisk basisundersøkelse er nært knyttet opp til punkt 5 om representasjon av variasjonen. Basisundersøkelsen er et studium av *variasjonen* i artssammensetning som har som hovedelement en analyse med multivariat-statistiske metoder (R. Økland 1990a) som oppsummerer variasjon langs ordinasjonsakser (som er vegetasjonsgradienter). Vegetasjonsgradientene tolkes økologisk ved bruk av miljøinformasjon fra hver rute. Metodene fungerer ikke bra dersom det ikke eller nesten ikke finnes variasjon å oppsummere (R. Økland 1990a, R. Økland & Eilertsen 1993, 1996). Kravet til homogenitet innad på OPS level 2-flatene legger ikke forholdene til rette for en vegetasjonsøkologisk basisundersøkelse med ordinasjon som sentralt element; men gir et godt grunnlag for å beskrive vegetasjonen på OPS-flata under ett.

Vegetasjonsøkologiske basisundersøkelser finnes for hvert område i NIJOS granskog (T. Økland 1990, 1996) og TOV bjørkeskog (f. eks. Eilertsen & Brattbakk 1994, Eilertsen & Often 1994, Eilertsen & Stabbetorp 1997; se Bakkestuen et al. in prep.) og for Solhomfjell-området (R. Økland & Eilertsen 1993). Som ledd i disse basisundersøkelsene er variasjonsmønsteret i artssammensetning i hvert område klarlagt og de viktigste økologiske gradientene diskutert. Basisundersøkelsene har vært svært viktige for tolkning av endringsmønstre i overvåkingsområdene (f.eks. R. Økland & Eilertsen 1996, T. Økland et al. 2004a). Et stort måleprogram for

trær og økologiske faktorer i tilknytning til hver rute gir en god samlet beskrivelse av skogøkosystemet på flata. Spesielt i Solhomfjell-området (R. Økland & Eilertsen 1993, 1996, R. Økland & Nordbakken 2004), men også i andre områder (T. Økland et al. 2004a), har ordinasjonsanalyse vært et viktig redskap for å forstå endringer i artssammensetning over tid.

(iii) Punkt 7, som anbefaler at 'trær, jord og andre viktige *miljøfaktorer* registreres i eller i tilknytning til de samme rutene som benyttes for registrering av arter i undervegetasjonen.' Dette punktet er i tråd med anbefalinger i nasjonale og internasjonale utredninger om miljøovervåking, om å integrere metodikken for mange overvåkingstemaer for å oppnå synergi-effekter ved tolkning av endringsmønstre. I vegetasjonsovervåkingsundersøkelsene til NIJOS, i TOV bjørkeskog, og i Solhomfjell-undersøkelsen (men ikke i OPS level 2) har omgivelsesinformasjonen blitt samlet inn i *tilknytning til hver enkelt rute*, slik at den har både har kunnet brukes i den vegetasjonsøkologiske basisundersøkelsen (og derigjennom fått betydning for tolkning av resultatene, se punkt iii over) og til analyse av sammenhenger mellom endringer i vegetasjon og endringer i økologiske forhold på rute-skala.

Tester av relasjoner mellom endringer i artssammensetning (f.eks. rutescorer langs ordinasjonsakser) og økologiske variabler målt i den enkelte ruta er utført for Solhomfjell-området. Således ble det for perioden 1988–93, da en signifikant reduksjon i pH i jorda ble registrert i granskogen, ikke funnet noen sammenheng mellom graden av endring i artssammensetning og graden av endring i pH i jorda (R. Økland & Eilertsen 1996). Det ble derfor konkludert at de observerte vegetasjonsendringene ikke var forårsaket av endringer i jorda i hver enkelt rute i samme periode, men at de kunne være et tidsforskjøvet resultat av langvarig forsurening over et større område.

R. Økland & Nordbakken (2004) testet sammenhenger mellom endring i artssammensetning i rutene fra granskog og endring i treinnflytelse nær den enkelte ruta, for de femårsperiodene signifikant endring i artssammensetning ble observert. Av 14 tester var ingen signifikant på nivå $p < 0,05$ og det ble konkludert at det heller ikke var direkte, fin-skala sammenhenger i rom og tid mellom vegetasjons- og tresjiktsendringer. Begge disse testresultatene indikerer at endringer i markvegetasjonen i skog skjer som et resultat av en sum av endringer i økologiske forhold over tid, og at det er betydelig treghet i vegetasjonens respons på endringer i ytre faktorer. Trolig responderer ektohydriske moser og lav raskere på endringer i omgivelsene enn endohydriske karplanter, fordi de ektohydriske artenes vekst er styrt av fluktuasjoner i fuktighetsklimaet og deres vekst derfor veksler mellom aktivitet og inaktivitet gjennom hele vekstsesongen (Stålfelt 1937, Busby & Whitfield 1978, Skre & Oechel 1981). Likevel viser studier i vegetasjonsovervåkingsflatene i Solhomfjell-området at moseartenes persistens er stor, særlig for store arter (R. Økland 1995a), og populasjonsbiologiske studier av etasjemose (*Hylocomium splendens*) viser at det kan ta flere år før skudd som overvokses av andre, større skudd dør etter å ha bli begravd i mosematta (R. Økland 2000a).

Felles for karplanter, moser og lav i skog er at de fleste artene er klonale med langlevete enkeltskudd (se R. Økland 1995a, 1995b). Fordi klonale karplantearter har sterkt størrelsesavhengig mortalitet, forgreining og kjønnet formering (Harper 1977, Meagher & Antonovics 1982, Nault & Gagnon 1993, Nordbakken et al. 2004) vil endringer av voksestedsbetingelsene i ugunstig retning føre til gradvis størrelses- og vitalitetsreduksjon, som i sin tur fører til redusert forgreiningshyppighet, redusert kjønnet formering og redusert forventet levealder for enkeltskudd. Store, etablerte individer vil likevel kunne overleve i mange år etter at forholdene har blitt ugunstige for etablering (jf. Tamm 1948, 1956, Inghe & Tamm 1985).

Så langt har tilgangen på økologiske observasjoner knyttet til hver enkelt rute i NIJOS granskog, TOV bjørkeskog og Solhomfjell-undersøkelsen hatt en viss betydning for å forstå de observerte endringenes natur.

(iv) Punkt 10, som anbefaler at 'Forekomst og mengde av alle arter registreres i alle flater ved hvert analysetidspunkt på en standardisert og mest mulig observatøruavhengig måte' og

presiserer anbefalingen til 'frekvensmetodikk ... som hovedmetodikk for angivelse av forekomst og mengde.' Bearbeidingen av endringer i artssammensetning i NIJOS' vegetasjonsovervåking og TOV bjørkeskog er basert på registreringer av smårutefrekvens (16 småruter), men dekning er også registrert for hver art i hver 1-m² rute. På OPS level 2-flatene blir smårutefrekvens (25 småruter) registrert i 10 ruter mens prosentvis dekning blir registrert i alle ruter.

Noen fullstendig test av de to mengdemålenes følsomhet ved analyse av endringer for ulike arter har aldri blitt foretatt, men generelle betraktninger (oppsummert f.eks. av T. Økland (1988) og R. Økland (1990a)) tilsier at dekningsdata har større sesongvariasjon, er beheftet med større variasjon mellom observatører (f.eks. Kennedy & Addison 1987), og har dårligere oppløsning i nedre del av skalaen og derfor er et mindre følsomt instrument enn smårutefrekvensdata for registrering av endringer for små og lavfrekvente arter (T. Økland 1988, 1990). R. Økland & Nordbakken (2004) rapporterer endringer for perioden 1998–2003 for begge mengdemål. Sjøl om de ikke foretar noen test av de enkelte målenes følsomhet, viser tabellene deres klart at et stort flertall av artene har tydeligere forskjeller i smårutefrekvens i dekning (R. Økland, pers. obs.). Viktige unntak er de få karplanteartene som forekommer i alle småruter i de fleste rutene og som derfor viser små endringer på småruteskala, som f.eks. smyle (*Deschampsia flexuosa*) og blåbær (*Vaccinium myrtillus*) og i en del ruter store skogsmoser som blanksigd (*Dicranum majus*), etasjemose (*Hylocomium splendens*), grantorvmose (*Sphagnum girgensohnii*). Smårutefrekvens som mengdemål er en sannsynlig medvirkende årsak til de signifikante, tolkbare endringene i artsmengder som er observert i NIJOS' vegetasjonsovervåking, TOV bjørkeskog og Solhomfjellundersøkelsen.

3.7. Kostnader ved pågående intensiv overvåking i skog

En oversikt over kostnadene ved dagens intensivovervåking i skog er gitt i Tabell 3. Den gjennomsnittlige årlige investeringen i intensiv overvåking var ca. 1 750 000 kroner pluss egenforskningsinnsats.

Tabell 3. Kostnader ved reanalyse av ett område i en omløpsperiode etter den metodikken som ble brukt i den enkelte aktiviteten i 2004, samt estimert gjennomsnittlig årlig investering i intensiv overvåking. Ekstrakostnader ved etablering av overvåkingsområder kommer i tillegg. Kostnader ved rapportering er fordelt på hvert enkelt overvåkingstema i forhold til kostnadene ved feltarbeid og dataanalyse. Alle beløp er uten moms bortsatt fra TOV.

Navn på aktivitet	Institusjon	Finansiering (2004)	Kostnader pr. overvåkingstema pr. område og omløp (kkkr)				Antall områder pr. år (gjennomsnitt)	Gjennomsnittlig årlig investering
			Mark-vegetasjon	Skogstruktur (inkl. trevitabilitet)	Jord og omgivel-ses-variabler	Totalt		
NIJOS' vegetasjons-overvåking	NIJOS	LD	350	45	0*	390	2,0	780
TOV	NINA	MD via DN (TOV)	375	0**	75	450**	1,2	540
Solhomfjell-undersøkelsen	NIJOS/UiO	MD via DN (TOV)	315**, †	40	5***	360**	0,2	72
OPS level 2	Skogforsk	LD/MD via SFT (OPS)	70	40	100	210	1,6	345
Totalt			870	125	180	1170		1738

* Innsamling og analyse av jordprøver blir ikke gjort i 4. omløp

** Egenforskningsinnsats er ikke medregnet

*** Kun innsamling av jordprøver, ikke analyse

† Totalmidler for en femårsperiode, inkluderer vedlikehold av oppmerking, årlige observasjoner og mosepopulasjonsbiologiske registreringer

4. SAMORDNING AV INTENSIV OVERVÅKING I SKOG: VURDERINGER OG FORSLAG TIL TILTAK

4.1. Forslag om fokus på blåbærdominert skog i den intensive overvåkingen i skog

Skogen omfatter et bredt spekter av naturtyper (se Fremstad 1997) og de fleste av disse inneholder arter eller artsgrupper som er interessante i overvåkingssammenheng. I Norge har imidlertid i forbindelse med intensiv overvåking naturtypen 'blåbærdominert skog' blitt spesielt fokusert. Med blåbærdominert skog menes frisk til nokså fuktig skog på næringsfattig til middels næringsrik grunn eller mer persist, som definert av T. Økland (1996), blåbærskog i snever betydning, småbregneskog og lågurtskog, inkludert svakt forsumpete utforminger (se kapittel 3.3.1). Vi anbefaler at:

(A1) Markvegetasjon og skogstruktur i blåbærdominert skog videreføres og videreutvikles som kjernetemaer for intensiv overvåking i 'Nasjonalt program', med følgende begrunnelse:

(i) Blåbærdominert skog er den vanligste skogtypen i Norge. Landsskogstakseringens data (Skog 96; Anonym 1996) viser at 'blåbærdominert skog' dekker 54.6 % av det produktive barskogsarealet i Norge og forekommer i alle vegetasjonsregioner. Valg av 'blåbærdominert skog' gjør det mulig å finne potensielle referanseområder for intensiv overvåking i skog i alle landsdeler, også dersom man krever sammenliknbarhet mellom områdene med hensyn til det variasjonsspekteret langs lokale økologiske gradienter som fanges opp av rutene.

(ii) Blåbærdominert skog har vist seg å representere en økologisk variasjonsbredde som muliggjør identifisering av vegetasjonsgradienter ved numeriske analysemetoder (T. Økland 1996) og inneholder et utvalg arter som er følsomme for (endringer i) jordtilstand (nærings- og fuktighetsforhold) og klimaforhold (T. Økland et al. 2001, 2004a, 2004b).

(iii) Blåbærdominert skog representerer den mest typiske 'allmenn-natur' i skog (jf. Framstad & Kålås 2001), ikke bare ved sin store arealdekning men også i den forstand at 'typen' plasserer seg sentralt langs hovedgradienter i skog i forhold til vanntilgang (uttørkingsfare) og næringstilgang. Den burde derfor være velegnet som modellsystem for skog.

(iv) De lange tidsseriene som eksisterer for markvegetasjonen og skogstruktur i blåbærdominert skog.

4.2. Basiselementer i et overvåkingssystem for markvegetasjon og skogstruktur

De institusjonene som idag er sentrale innenfor intensiv overvåking i skog (oppdragstakerne) har en kompetanse som i betydelig grad er overlappende. Utredningsgruppa vil derfor gi følgende overordnede anbefalinger for gjennomføringen av samordningsarbeidet:

(A2) Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog blir et felles oppdrag for de institusjonene som idag utfører overvåking av markvegetasjon i skog.

(A3) Balansen mellom de institusjonene som idag er involvert i overvåking av markvegetasjon opprettholdes, ved omfordeling av arbeidsoppgaver innen hvert overvåkingssområde eller ved overføring av ansvar for enkeltområder.

De viktigste årsakene til at flere konsistente 'endringssyndromer' er observert i overvåkingundersøkelsene utført i henhold til 'Det norske konseptet' enn på Skogforsks OPS level 2-flater, antas, etter avtakende betydning (se kapittel 3.6), å være relatert til forskjeller i:

(i) hvorvidt variasjon langs lokale økologiske hovedgradienter er fanget opp gjennom plasseringen av ruter innen området (svært sannsynlig medvirkende årsak);

(ii) tilgjengelige mål på arters mengde; om smårutefrekvens har vært tilgjengelig som mengdemål (sannsynlig medvirkende årsak); og

(iii) omfanget av suksesjoner i området, på grunn av endringer i trebestandene etter naturlige forstyrrelser eller hogstinggrep, eller på grunn av beiting (mulig medvirkende årsak).

Erfaringene med bruk av 'Det norske konseptet' ved vegetasjonsovervåking i skog i Norge gjennom mer enn 15 år gir grunnlag for følgende anbefaling når det gjelder metodekonsept:

(A4) Som ledd i 'Nasjonalt program for overvåking av biologisk mangfold' etableres *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* med basis i 'Det norske konseptet for vegetasjonsøkologisk intensivovervåking'. Følgende punkter gis spesiell vekt ved etablering av nettverket:

(i) områdene skal inneholde variasjon langs økologiske hovedgradienter, av standardisert omfang;

(ii) områdene skal fortrinnsvis plasseres i naturskog som er sikret mot hogst gjennom vern eller langsiktige avtaler og der omfanget av kjente suksesjoner er minst mulig; og

(iii) smårutefrekvens og prosent dekning brukes som parallelle mengdemål i markvegetasjonsovervåkingen.

Dataseriene for intensiv overvåking av markvegetasjon (og skogstruktur) i NIJOS granskog, TOV bjørkeskog og Solhomfjell-undersøkelsen tilfredsstillende i utgangspunktet disse kravene, og er sammen med dataserien fra Karlshaugen eneste lange tidsserien for markvegetasjon i skog som vurderes som nasjonalt viktig.

Kravet om langsiktig sikring av overvåkingsområdene er begrunnet i det åpenbare behovet for å sikre verdifulle, lange tidsserier og de investeringer som er gjort i infrastruktur, innsamling og analyse av data.

Innenfor de rammer som er satt av internasjonale rapporteringskrav, anbefaler derfor utredningsgruppa:

(A5) Grunnstammen i det nasjonale nettverket av flater for intensiv overvåking i skog utgjøres av de områdene i NIJOS granskog og TOV bjørkeskog (inkludert granskog i Solhomfjell-området) som etter vurdering anses egnet; naturmessig og ut fra geografisk plassering. Denne grunnstammen suppleres med referanseområder etter prioritering basert på geografisk plassering, skoghistorie og naturforhold (inkludert omfang av suksesjoner) og økologisk variasjonsbredde, eksisterende lange tidsserier (OPS level 2 flater), etablerte relevante spesialundersøkelser eller andre grundige økologiske undersøkelser, som f.eks. MiS studieområder. En første vurdering av, og prioritering mellom, områder er gitt i kapitlene 4.3.4 og 4.3.5.

Det må være et klart mål å oppfylle intensjonen i St.meld. 25 (2002–03) 'Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand', om at *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* er ferdig etablert i løpet av 2006 og i vanlig drift fra 2007.

4.3. Vurderinger og forslag til tiltak

Det er mulighet for flere ulike grader av samordning av intensivovervåkingen i skog:

(i) Liten grad; administrativ samordning og felles rapportering basert på kvalitativ vurdering av resultater, men videreføring av parallelle dataserier. Aktuelle tiltak er samordning av bearbeiding og rapportering, og utvikling av et mer integrert fagmiljø for overvåking.

(ii) Stor grad; metodeharmonisering og utvikling av et enhetlig nettverk av referanseområder med sikte på felles bearbeiding og rapportering. Aktuelle tiltak er, i tillegg til de som er nevnt under punkt (i), samordning av variabler og metoder og supplering og rasjonalisering blant overvåkingsområder.

Alternativ (ii) er, isolert sett, intuitivt tiltalende fordi høy grad av samordning, i hvert fall på sikt, åpner for mange synergieffekter (se kapittel 4.3.8). Men når parallelle dataserier finnes for samme overvåkingtema, vil omfattende samordning føre til at noen dataserier termineres når

områder legges ned. Stor grad av samordning vil dessuten kreve ekstraressurser i forbindelse med etablering av nye referanseområder, fordi etablering av områder medfører tilleggskostnader i forhold til vanlig reanalyseomløp. Kapittel 4.3 inneholder først og fremst avveininger mellom gevinster og tap ved ulike grader av samordning, og oversikt over aktuelle utredningsbehov.

4.3.1. Internasjonale rapporteringsforpliktelser idag, rapportering til ICP Forests og andre fora

ICP Forests er opprettet under langtransportkonvensjonen (CLRTAP), og er den eneste av de internasjonale konvensjonene og andre avtaler og institusjoner som Norge er deltaker i (og dermed har forpliktelser overfor) som innebærer spesifiserte rapporteringsforpliktelser. Disse består dels i overvåking av skogens helsetilstand i 16 × 16 km ekstensivt nett (Level 1), dels i intensiv overvåking i referanseområder (Level 2).

Det er ikke mulig å vurdere de ulike rapporteringsalternativene for markvegetasjon uten en forutgående grundig gjennomgang av de kravene ICP Forest-manualene stiller til Level 2-flater i sin alminnelighet og til metodikk for markvegetasjonsovervåking.

Krav til ICP Level 2 referanseområder. ICP Forests Manual Part I, ‘Mandate of ICP Forests and Programme Implementation’ inneholder generelle retningslinjer for valg av referanseområder (flater) for Level 2. De viktigste kravene er:

- (i) ‘... plots ... should be located in such a way that the most important forest species and most widespread growing conditions in the respective country are represented.’
- (ii) ‘Within the plot, the situation shall be as homogeneous as possible (regarding e.g. tree species, stand type and site conditions).’
- (iii) ‘Whenever possible, plots should be selected which have been monitored during the last years.’
- (iv) ‘... minimum size of 0.25 ha.’ Registreringer av trær (‘tree assessment’) kan gjøres på hele flata eller i ei del-flate ‘large enough to give reliable estimates for these surveys for a minimum of 20 years [during which] a minimum of at least 20 trees in the subplot should be available ...’
- (v) ‘... no differences in the mangement of the plot, its buffer zone and surrounding forest.’

Disse kravene er fulgt til punkt og prikke ved valg av OPS level 2-flater i Norge (se kapittel 3.3.4).

Tabell 4. Overvåkingstemaer i ICP Forests Level 2, med anbefalinger av registreringsfrekvens og prioritet (fra ICP Forests Manual Part I).

Nr	Overvåkingstema	Frekvens	Prioritet
a	Kronetilstand	minst hvert år	alle flater
b	Jord (fast fase)	hvert 10. år	alle flater
c	Jordvann	kontinuerlig	et utvalg av flatene
d	Nåler og blader	hvert 2. år	alle flater
e	Deposisjon	kontinuerlig	et utvalg av flatene
f	Luftkvalitet	kontinuerlig	et utvalg av flatene
g	Meteorologi	kontinuerlig	et utvalg av flatene
h	Tretilvekst	hvert 5. år	alle flater
i	Markvegetasjon	hvert 5. år	alle flater
j	Fenologi	flere ganger årlig	frivillig
k	Strøfall	kontinuerlig	et utvalg av flatene
l	Fjernanalyse	fortrinnsvis ved etablering av flata	frivillig

Manualen for ICP Forests Part I lister opp 12 ulike overvåkingstemaer (a–l i Tabell 4) for Level 2 og skiller mellom ‘key plots’ der alle temaene overvåkes, og andre flater. Manualen

foreskriver intet minste antall Level 2-flater fra hvert land, men anbefaler at minst 10 % av hvert lands flater er 'key plots.' Alle temaer må ikke registreres innenfor sjølve flata; App. 2 som eksemplifiserer et typisk samplingdesign har ruter for vegetasjonsovervåking både utenfor og innenfor flategrensa.

Krav til metodikk for ICP 'Ground vegetation' er beskrevet i ICP Forests Manual Part VIII, 'Assessment of ground vegetation'. Manualen åpner for to alternative, svært ulike tilnæringsmåter:

- (i) En grov-skala plantesosiologisk tilnærming med prøveruter større enn 100 m², der en dekningsgradsskala brukes til angivelse av artsmengde.
- (ii) En fin-skala tilnærming med mer nøyaktig dekningsestimering innenfor prøveruter som er mindre enn 10 m².

Rapporteringskravet, ei fullstendig artsliste med dekning i prosent for hver art i hvert sjikt (mose- og lavsjikt, urtesjikt, busksjikt og tresjikt) innenfor et 400 m² stort areal, kan oppfylles ved registreringer i ei stor flate eller i mange mindre flater (se kapittel 3.3.4 for en beskrivelse av hvordan dette er gjort på Skogforsks level 2-flater). Manualen åpner for en rekke alternative metoder for estimering av dekning i storflata (jf. de to alternative samplingstrategiene over). Total dekning kan f.eks. baseres på estimering av prosent dekning eller registreringer på dekningsgradsskala for hver (middels store) prøverute; punktfrekvensregistreringer langs takseringslinjer; eller frekvens i et stort antall små småruter (smårutestørrelse 0,01 m² er nevnt)).

Det eneste eksplisitte kravet som stilles til området der vegetasjonsregistreringene skal foretas, er at det er representativt for, og dermed sammenliknbart med, de øvrige målingene på flata.

Ved bruk av mange små ruter, anbefaler manualen at:

- (i) avvikende ruter i henhold til ei kriterieliste blir forkastet;
- (ii) de enkelte rutene plasseres så langt fra hverandre som mulig innenfor Level 2-flata eller dens buffersone, for å minimere romlig autokorrelasjon;
- (iii) at lysforhold blir registrert i tilknytning til hver prøverute;
- (iv) at det tas opp ei totalartsliste for level 2-flata (der arter som er registrert utenfor prøverutene men innenfor Level 2-flata er med);
- (v) at konflikt med andre temaer unngås ved å henlegge registreringene til områder som ikke allerede er i bruk til intensive registreringer.

Andre krav til rapportering fra ICP Forests Level 2 flater. ICP Forests Level 2 omfatter en rekke ulike overvåkingstemaer hvorav fem (Tabell 4) er obligatoriske for alle Level 2 flater: (a) kronetilstand (årlig); (b) jord (hvert 10. år); (d) nålekjemi; (h) tilvekst og (i) markvegetasjon. For at et referanseområde for intensiv overvåking av markvegetasjon skal kunne brukes til rapportering til ICP Forests, må derfor (i hvert fall i prinsippet) også de øvrige fire obligatoriske overvåkingstemaene rapporteres. Rapporteringskravene for hvert av disse, slik de er oppsummert i ICP Forests Manual Parts IIa, IIIa, IV og V, er gjengitt i Tabell 5.

Vurdering av hvorvidt etablerte referanseområder for intensiv overvåking av markvegetasjon utenom OPS level 2 tilfredsstiller de generelle kravene til ICP Forests Level 2 flater. De fem kravene til OPS Level 2 referanseområder er svært generelle. Kravet (i) om representasjon av viktige skogtyper og typiske arter tilfredsstilles av alle områder i NIJOS granskog, TOV bjørkeskog (inkludert Solhomfjell-undersøkelsen) og av MiS studieområder, samt de fleste områdene der det er gjort spesialundersøkelser av fastmarksvegetasjon.

Tabell 5. Minimumskrav for rapportering på obligatoriske overvåkingstemaer til ICP Forests Level 2 i henhold til ICP Forests manualer. Numre på overvåkingstemaer i henhold til Tabell 4.

Nr	Overvåkings-tema	Registrerings-frekvens (år)	Manual	Rapporteringskrav
a	Kronetilstand	1	IIa	* minst 20 (helst 40–50) trær * kroneutglisning/kronedekning og misfarging med standard metodikk som brukt på Level 1-flatene
b	Jord (fast fase)	10	IIIa	(registreringer foretas utenfor den egentlige flata) * ved oppstart: standard pedologisk karakterisering av et jordprofil etter FAOs retningslinjer * minst 3 prøver (hver bestående av materiale fra 8 delprøver) fra hvert av sjiktene O (humuslaget) og de av sjiktene M01 (mineraljord, 0–10 øverste cm), M12 (10–20 cm), M24 (20–40 cm) og M48 (40–80 cm) som finnes * variabler tilsvareer omtrent standard utvalg ved jordanalyser ved norske akkrediterte laboratorier
d	Nålekjemi	2	IV	* en samleprøve av siste nåleårgang fra fem trær utenfor sjølve flata * vekt av 100 nåler; og totalt innhold av N, S, P, Ca, Mg og K.
h	Tilvekst	5	V	(registreringer kan gjøres i delflater hvis areal eller treantall ikke er spesifisert) * diameter i brysthøyde måles på alle trær i delflatene * trehøyde og høyde til krona måles på et delutvalg (størrelse ikke spesifisert)
i	Markvegetasjon	5	VIII	(registreringer kan gjøres i delflater) * prosent dekning av alle arter av karplanter, moser og lav rapporteres for et totalareal på 400 m ²

Krav (ii) om homogenitet (ensartethet) med hensyn til dominerende treslag og voksestedsforhold vil kunne oppfylles ved avgrensning av ei mindre delflate innen hvert referanseområde. Homogenitet er et vanskelig begrep i økologien; på den ene siden kan det argumenteres for at intet areal er helt homogent, på den andre siden kan det argumenteres for at også store områder er naturtypemessig ensartete eller at de har en mer eller mindre forutsigbar mosaikk av naturtyper (R. Økland 1990a). I ICP Forest Manual Part I er kravet til ensartethet formulert så generelt slik at det sannsynligvis med rimelighet kan sies å være oppfylt for områder i NIJOS granskog og TOV bjørkeskog dersom flere delarealer med 'blåbærdominert vegetasjon' (som definert i kapittel 4.1) til sammen kan utgjør ei ikke-sammenhengende flate. På samme måte vil kravet kunne tilfredsstilles for alle områder for relevante spesialundersøkelser. Hvert MiS studieområde omfatter flere potensielle ICP Forest Level 2 flater, i ulike skogtyper.

Krav (iii) om lange tidsserier er oppfylt for alle flater i skog der det pågår intensiv overvåking. Krav (iv) om minimumsstørrelse og registrering av et minimumsantall trær er oppfylt for NIJOS sine referanseområder, og i og med treregistreringene som ble utført i 2004 også for områdene i TOV bjørkeskog. Ettersom NIJOS- og TOV-områdene er forsøkt lagt til gammel skog, er også krav (v) om felles brukshistorie innenfor flata oppfylt.

Alle eksisterende referanseområder for intensiv overvåking i skog tilfredsstiller, eller vil ved avgrensning av delområder i rimelig grad tilfredsstille, de generelle kravene til flater i ICP Forest Level 2.

Vurdering av hvorvidt etablerte referanseområder for intensiv overvåking av markvegetasjon utenom OPS Level 2 tilfredsstiller rapporteringskravene til OPS Level 2 'Ground vegetation'. Ingen annen pågående vegetasjonsovervåkingsundersøkelse enn den Skogforsk utfører på sine OPS level 2 flater tilfredsstiller ICP Forests sitt krav om rapportering av ei totalartsliste fra et 400 m² stort areal. Standardmetodikken i NIJOS granskog og TOV bjørkeskog, ti 50 m² makroflater hver med fem ruter á 1 m², lar seg imidlertid lett tilpasse dette rapporteringskravet. For eksempel vil et (tilfeldig) utvalg av åtte 50 m² makroflater ha et

totalareal på 400 m². Ei totalartsliste for dette arealet med angivelse av prosent dekning kan utarbeides ved:

(i) å bruke registreringene i de 40 rutene á 1 m² i de åtte uttrukne makrorutene som utgangspunkt for ei totalartsliste, som suppleres med karplantearter og lett identifiserbare moser og lavararter som vokser i makrorutene men utenfor rutene; og

(ii) å bruke gjennomsnittlig prosent dekning i de 40 rutene som estimat for dekning i hele det 400 m² store arealet.

Denne ekstrarapporteringen vil kunne gjøres med anslagsvis 4 timer ekstra arbeid i felt pr. referanseområde og gjentak, og ved utarbeiding av enkle rutiner for beregning av gjennomsnittlig prosent dekning fra dekningsdata for rutene (engangsoperasjon).

Vurdering av etablerte referanseområder for intensiv overvåking av markvegetasjon utenom OPS Level 2 i forhold til andre rapporteringskrav fra ICP Forests level 2 flater.

Oppgradering av områdene i NIJOS granskog og TOV bjørkeskog til ICP Forests Level 2 flater vil, i tillegg til supplerings av vegetasjonsregistreringene slik det er redegjort for over, kreve:

(i) at det med utgangspunkt i ei typisk makroflate eller utenfor makroflatene defineres et areal som tilfredsstillende kravene til rapportering av kronetilstand;

(ii) at et tilfredsstillende program for jordbeskrivelse blir etablert;

(iii) et program for innsamling og analyse av nåleprøver; og

(iv) videreføring av eksisterende registreringer av tretilvekst i makrorutene, og supplerings med målinger av høyde og kronehøyde for et utvalg trær.

Det er mulig å utvikle flater som inngår i nettverkene for intensiv overvåking i skog (NIJOS granskog, TOV bjørkeskog) og andre referanseområder for skogøkologiske studier (inkludert MiS studieområder) til OPS level 2 flater med minimumsrapportering, gitt finansiering (som også inkluderer investeringskostnader).

Sammenfattende vurdering og anbefalinger. ICP Forests sine manualer stiller intet krav i til minsteantall flater på Level 2, og det er derfor uklart hvor sterke føringer det er på landenes forpliktelser. Flere land har for eksempel lagt ned Level 2 og rapporterer nå bare fra Level 1.

Norge oppfylder idag sine forpliktelser overfor ICP Forests Level 2 ved rapportering fra Skogforsks registreringer i sine OPS Level 2 flater, hvorav 8 fortsatt er operative (se kapittel 3.3.4). Registreringsprogrammet på disse flatene (se Solberg et al. 2001, 2003, Andreassen et al. 2004) omfatter mye mer enn det minimum som manualene foreskriver (se Tabell 5), på de gjenværende flater som fortsatt driftes.

Norge vil oppfylle sine rapporteringsforpliktelser overfor ICP Forests om antallet Level 2 flater og omfanget av rapportering fra hver enkelt flate reduseres betydelig. Utredningsgruppa fremmer ikke konkrete forslag til nye variabler som bør rapporteres til ICP Forests, men anbefaler:

(A6) Som ledd i arbeidet med samordning av eksisterende dataserier til et Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog vurderes Norges framtidige rapportering til ICP Forests Level 2 (hvilke områder skal ligge til grunn for rapportering og hvilke overvåkingstemaer skal rapporteres).

Denne vurderingen forutsetter et utredningsarbeid som er relatert til valg av samordningsmodell (se innledningen til kapittel 4):

(U1) Utredning av fordeler og ulemper ved to hovedmodeller for rapportering til ICP Forests Level 2 (og for graden av samordning):

(i) Videreføring av Skogforsks Level 2 flater som hittil (eller i endret omfang), med sikte på fortsatt rapportering til ICP Forests Level 2 på grunnlag av registreringer i disse flatene (alene). Denne modellen er i praksis ensbetydende med liten grad av samordning av intensiv overvåking i skog.

(ii) Samordning mellom NIJOS granskog, TOV bjørkeskog og Skogforsks OPS level 2 flater til ett Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog, hvorfra ett utvalg

flater etter grundig vurdering velges ut for rapportering til ICP Forests. De av disse utvalgte flatene som ikke er OPS level 2 flater må oppgraderes slik at de (minst) tilfredsstiller minimumskravene. Denne modellen er i praksis ensbetydende med stor grad av samordning av intensiv overvåking i skog.

Utredningsgruppa anbefaler at modellene for rapportering til ICP Forests utredes som ledd i samordningsarbeidet (U1) istedet for å gi konkrete anbefalinger. Dette er motivert av at saksfeltet er involverer mange andre overvåkingstemaer enn markvegetasjon og skogstruktur, som ligger utenfor denne utredningens mandat.

Et sentralt spørsmål i forbindelse med utredningsoppgaven (U1) om Norges rapportering til ICP Forests Level 2 vil være hvilken *selvstendig* verdi de nå 18 år lange dataseriene for mange skogstrukturvariabler (som trevitalitet, tretilvekst, jord etc.) fra Level 2 har, *i tillegg til* informasjonen om samme eller tilsvarende variabler som samles inn i den ekstensive, arealrepresentative overvåkingen (OPS Level 1, Landsskogtakseringen). Registreringene i ICP Forests Level 2 flater siden 1986 har generert kunnskap om variasjonsmønsteret for en rekke variabler. Det er for eksempel påvist at kroneutglisningen fram mot slutten av 1990-tallet var større enn aldring skulle tilsi (Solberg 1999, Aamlid et al. 2000) og at denne tendensen stoppet opp ved årtusenskiftet (Solberg et al. 2003). Videre er det påvist sammenhenger mellom trevitalitet og klimatiske forhold (f.eks. Solberg 1993, 1997, 2004) og at tilveksten i granskog har vært økende, i områder med høy nitrogendeposisjon med opptil 25 % i forhold til tidligere (Solberg et al. 2004). Registreringene av jordvann, strøfall, nålekjemi og vegetasjon i Skogforsks level 2-flater viser imidlertid generelt ikke klare mønstre som kan relateres til ytre påvirkningsfaktorer (jf. Solberg et al. 2001, 2003). Disse spørsmålene er så viktige, både for skogstruktur som overvåkingstema i *Nasjonalt nettverk* og som premiss for en vellykket samordning, at utredningsoppgaven (U1) forutsetter en parallell utredning:

(U2) *Utredning av hvilke indikatorvariabler innenfor temaet skogstruktur som skal overvåkes i Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert skog, hvilke som skal overvåkes i ekstensive overvåkingsnett, og hvilke som skal gjøres gjenstand for både intensiv og ekstensiv overvåking. Denne utredningen må ta utgangspunkt i internasjonale rapporteringsforpliktelser og nasjonale overvåkingsbehov.*

Graden av samordning har også betydning for hvor effektivt de begrensede ressursene til intensiv overvåking vil bli utnyttet. Modell (i) innebærer fortsatt parallelle registreringer i separate flatenettverk, og er, til tross for at modell (ii) medfører engangskostnader når rapportering til ICP Forests skal etableres i nye områder, mindre kostnadseffektivt enn full samordning. Et element i vurderingen av kostnadseffektivitet er også i hvilken grad rapporteringskravet til ICP Forests Level 2 'Ground vegetation' fyller nasjonale overvåkingsbehov. Rapporteringskravet, ei fullstendig artsliste med dekning i prosent for hver art innenfor et 400 m² stort areal, valgt uten føringer på skogtype, brukshistorie el.l., er lite egnet for raskt å oppdage små endringer i markvegetasjonen. Utredningsgruppa er også usikker på hvor godt egnet det totale vegetasjonsmaterialet som samles inn fra de nå ca. 860 Level 2-flatene i Europa er til analyse og tidlig påvisning av små endringer, først og fremst på grunn av problemer med sammenliknbarhet (klimatisk og lokaløkologisk), lite spesifikk metodikk for mengderegistrering og åpning for registrering i delflater som varierer i antall og størrelse, og grov skala (stor rutestørrelse). Det er også påfallende at det fortsatt ikke foreligger publiserte analyser av disse dataene (jf. publikasjonslister i ICP-Forests manualer og på ICP Forests' hjemmeside). Valg av modell (i) medfører at antallet referanseområder i *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* blir lavere enn ved valg av modell (ii), full samordning. Hensynet til kostnadseffektivitet taler derfor for stor grad av samordning, men må avveies mot tapet ved terminering av lange tidsserier (punkt i).

Modell (ii) vil innebære større tråkkslitasje i overvåkingsområdene i *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* enn modell (i), og dette må vurderes opp mot andre ulemper og fordelene ved sterk samordning.

4.3.2. Innspill til Forest Focus

Forest Focus startet opp i 2003, men rapporteringskrav er fortsatt ikke fastlagt. Kun i generelle vendinger har EU gjennom Forest Focus pekt på behovet for økt generell kunnskap om skogøkosystemet og for utvikling av indikatorer for tilstanden til det biologiske mangfoldet i skog, i forhold til påvirkningsfaktorer som langtransportert forurensning, klimaendringer og bruk. Første rapportering fra medlemslandene til Forest Focus er planlagt for 2005. Ettersom intet spesifikt overvåkingssystem er vedtatt og Forest Focus foreløpig er et tidsavgrenset program som utløper i 2008, vurderer vi det som sannsynlig at rapporteringskravene til Forest Focus i hvert fall i første omgang vil være generelle, f.eks. i form av en disposisjon for temaer der tilstanden skal beskrives. Vi vurderer det også for svært sannsynlig at *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* vil kunne gi et godt grunnlag for Norges rapportering til Forest Focus innenfor de overvåkingstemaer som omfattes av den foreliggende utredningen.

På sikt er det sannsynlig at det innenfor rammen av Forest Focus kan komme på tale å utvikle felleseuropéiske overvåkingssystemer. Med begrunnelse i resultatene fra overvåkingen i blåbærdominert skog fram til nå og vurderingene ovenfor anbefaler utredningsgruppa i så fall følgende innspill fra norsk side:

(A7) Norge skal arbeide for å fremme etablering av et europeisk nettverk for intensiv overvåking av biologisk mangfold i skog basert på en standardisert metodikk med basis i 'Det norske konseptet', der områder som inngår i *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* vil kunne inngå.

Et slikt felles europeisk nettverk kan tenkes bygget opp av flere separate 'delnettverk', ett for hver utvalgt naturtyper (vidt avgrenset, med en spesifisert variasjonsbredde langs økologiske gradienter). Norges forslag til naturtypevalg for ett slikt 'delnettverk' bør være blåbærdominert naturskog. Økologiske paralleller til 'blåbærdominert skog' finnes i boreonemoral og boreal vegetasjonssone også ellers i Europa og til dels også i lauvskogssonene (se Braun-Blanquet et al. 1939, Ellenberg 1978, Kielland-Lund 1981). Andre 'delnettverk' vil kunne dekke opp andre viktige utsnitt av den økologiske variasjonen i europeisk skog. Tilpasning av et slikt overvåkingsopplegg til land og landsdeler der naturskog ikke finnes, og/eller der naturforholdene av ulike grunner er spesielle eller avvikende, vil kreve betydelig utredningsinnsats. Erfaringer fra overvåking av markvegetasjon i skog i henhold til 'Det norske konseptet' i andre land, f.eks. Kina som ledd i IMPACTS-programmet som startet opp i år 2000 (Seip et al. 1999), Kirgisistan (oppstart 2004) og andre land, tilsier imidlertid at konseptet lett lar seg tilpasse andre skogtyper og andre steder på jorda. Det anbefales bruk av ruter á 1 m² i et fast antall pr. referanseområde (f.eks. 50), med bruk både av smårutefrekvens og prosent dekning ved registrering av arters mengde.

Utredningsgruppa vurderer signalene fra Forest Focus som så diffuse at følgende anbefaling gis med hensyn til valg av områder og variabler som skal rapporteres til Forest Focus:

(A8) Norge bør avvete utviklingen av rapporteringssystemer til Forest Focus før det tas stilling til hvilke variabler som er relevante, eller til hvilke områder i det nasjonale nettverket som bør rapporteres. Hva variabler angår, viser vi til vurderingen i kapittel 4.3.6. Mange av de foreslåtte variablene lar seg lett registrere i et nettverk med breiere geografisk dekning.

4.3.3. Vurdering av relevans for effekter av bakkenært ozon

Det finnes store mengder eksperimentelle data, også fra Norge, som indikerer at karplanter i skog og andre økosystemer tidvis kan bli eksponert for O₃-doser (høy nok konsentrasjon i lang nok tid) til å bli svekket eller skadet (se oppsummering hos R. Økland 2002). En nylig utført gjennomgang av kunnskapsstatus for effekter av ozon på nordeuropeiske feltsjiktsplanter (Timonen et al. 2004) konkluderer at det ikke er grunnlag for å anta at noen familier eller vegetasjonstyper er mer følsomme eller tolerante overfor ozonbelastning enn andre. Likevel er det vist klare forskjeller mellom arter og til dels mellom livsformer; urter er for eksempel mer følsomme enn gras. Timonen et al. (2004) framholder at det fortsatt er stor kunnskapsmangel på dette feltet, at mange nøkkelarters ozonrespons ikke er kjent, og at det ennå ikke er mulig å predikere langsiktige vegetasjonsendringer som følge av ozonbelastning.

Utredningsgruppa anser vurdering av indikatorer for effekter av bakkenært ozon som en oppgave for spesialister, utenfor utredningsgruppas kompetanse. En slik utredning kan, dersom oppdragstaker ønsker det, føres opp på lista over aktuelle FoU-oppgaver.

4.3.4. Vurdering av områdenes geografiske dekning

Det viktigste kravet til utvalget av referanseområder som skal inngå i et nettverk for intensiv overvåking er at områdene dekker variasjonen langs regionale (geografiske og klimatiske) gradienter og langs gradienter i de fokuserte påvirkningsfaktorene. De to viktigste regionale gradientene er temperaturgradienten (vegetasjonssonegradienten) og oseanitetsgradienten (vegetasjonsseksjonsgradienten), se Moen (1998). De alpine sonene dekker størst andel av det norske landarealet, anslagsvis 32 %, deretter faller arealandelen mot suksessivt varmere soner (NB: 28 %, MB: 20 %, SB: 12 %, BN: 7 %). Nemoral sone dekker under 1 % av det norske landarealet. Moen (1998) deler den sterkt oseaniske seksjonen i to underseksjoner, en ytre vintermild underseksjon (O3t) som bare dekker ca. 0,5 % av det norske landarealet og som i sin helhet ligger i boreo-nemoral sone (se Tabell 6), og en humid underseksjon (O3h) som dekker ca. 6 %. O3t omfatter den ytterste kyststripa fra Klepp i Rogaland til Ulstein på Sunnmøre, mens O3h dekket et breiere belte, fra Mandal i Vest-Agder til Lofotens sydkyst, østover til og med sørvestspissen av Austvågøy (Vågan, Nordland). Seksjonene O2 (24 %), O1 (31 %) og OC (30 %) er omtrent jevnstore mens den mest kontinentale seksjonen i Norge, C1, dekker ca. 9 % av arealet. Av dette utgjør Finnmarksvidda over halvparten, mens resten utgjøres av indre og øvre dalstrøk på Østlandet, i Troms og i Finnmark (Gudbrandsdalen med Ottadalen, Østerdalen med Follidal, Femundsvassdraget, Dividalen, Skibotndalen og Pasvikdalføret).

Tabell 6. Det norske landarealets omtrentlige fordeling på ulike kombinasjoner av soner og seksjoner, etter Moen (1998: Fig. 19). Tall angir andel av det norske landarealet på 323 758 km², avrundet til nærmeste halve prosent.

Vegetasjonssone langs temperaturgradienten	Vegetasjonsseksjon langs oseanitetsgradienten					
	Sterkt oseanisk, vintermild (O3t)	Sterkt oseanisk, humid (O3h)	Markert oseanisk (O2)	Svakt oseanisk (O1)	Indifferent (OC)	Svakt kontinental (C1)
Alpine soner (A)	–	1,5	5,0	11,0	12,5	2,0
Nordboreal (NB)	–	0,5	4,5	8,0	9,5	6,0
Mellomboreal (MB)	–	1,5	6,5	6,5	4,5	1,0
Sørboreal (SB)	–	1,5	4,5	3,0	3,0	<0,5
Boreonemoral (BN)	0,5	1,0	3,0	2,0	0,5	–
Nemoral (N)	–	<0,5	0,5	–	–	–

		Vegetasjonsseksjoner langs oseaanitetsgradienten				
		Sterkt oseaanisk (O3)	Markert oseaanisk (O2)	Svakt oseaanisk (O1)	Indifferent (OC)	Svakt kontinental (C1)
Vegetasjons-soner langs temperatur-gradienten	Nordboreal (NB)			Møsvatn	Åmotsdalen	Dividalen
				Børgefjell	Gutulia-B Gutulia-G	
	Mellomboreal (MB)		Lund	Granneset	Bringen	
			Grytdalen			
			Øyenskavelen Urvatnet			
	Sørboreal (SB)	Otterstadstølen	Solhomfjell	Rausjømarka		
Boreonemoral (BN)		Paulen Lundsneset				
Nemoral (N)						

Fig. 2. Fordeling av områder i NIJOS granskog, TOV bjørkeskog og Solhomfjell-området langs de to viktigste regionale gradientene under skoggrensa i Norge. Granskogsområder er markert med grønne, bjørkeskogsområder med gule bokser. Områder som ikke anbefales videreført er skravert. Grå bokser representerer kombinasjoner av sone og seksjon som finnes i Norge men ikke er representert blant områdene, svarte bokser representerer kombinasjoner som ikke finnes i Norge.

		Vegetasjonsseksjoner langs oseaanitetsgradienten				
		Sterkt oseaanisk (O3)	Markert oseaanisk (O2)	Svakt oseaanisk (O1)	Indifferent (OC)	Svakt kontinental (C1)
Vegetasjons-soner langs temperatur-gradienten	Nordboreal (NB)			Målselv MiS	Hirkjølen	
	Mellomboreal (MB)			Voss OPS	Dividalen OPS	
				Ringerike MiS	Gravberget	
				Sigdal MiS		
				Tustervatn OPS Langtjern OPS		
	Sørboreal (SB)	Flekk-Guddal	Kårvatn OPS	Lardal OPS	Hurdal OPS	
		Tjeldbergødden	Terningvatn	Grong MiS	Fagernes OPS	
			Kvam MiS	Selbu OPS		
	Suldal	Karlshaugen				
Boreonemoral (BN)	Nedstrand OPS	Birkenes OPS	Hobøl OPS			
Nemoral (N)		Søgne OPS				
		Kristiansand MiS				

Fig. 3. Fordeling av OPS level 2 flater, MiS studieområder og undersøkelsesområder for spesialstudier som kan være aktuelle som referanseområder for blåbærdominert skog i Norge langs de to viktigste regionale gradientene under skoggrensa i Norge. Granskogsområder er markert med grønne, bjørkeskogsområder med gule, furuskogsområder med brune og eikeskogsområder med røde bokser. Områder med såvel bjørkeskog som furuskog er angitt med gulbrune bokser. Grå bokser representerer kombinasjoner av sone og seksjon som finnes i Norge men ikke er representert blant områdene, svarte bokser representerer kombinasjoner som ikke finnes i Norge. Områder som er omtalt men som av ulike grunner anses uaktuelle som referanseområder (se tekst) er skravert.

De 11 områdene i NIJOS granskog (inkludert Solhomfjell-området) og de seks områdene i TOV bjørkeskog utspenner variasjon langs begge de regionale gradientene (Fig. 2), men i forhold til seksjonenes og sonenes arealmessige utbredelse har granskogsområdene klar overrepresentasjon av markert oseanisk seksjon (O2) og av mellomboreal sone (MB). I forhold til sonenes arealdekning burde et granskogsområde i den svakt kontinentale sonen (C1) vært inkludert. Den geografiske fordelingen av de 17 områdene (se Fig. 1) er enda mer ujevn enn fordelingen langs de regionale gradientene, med sterk konsentrasjon til Sør- og Østlandet, mens områder mangler i et bredt belte som omfatter Sør- og Midt-Hedmark, Oppland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal. Nord-Norge er også underrepresentert i forhold til arealet.

Områder med blåbærdominert skog som inngår i OPS level 2, MiS studieområder og undersøkelsesområder for spesialstudier (Fig. 3) har en overrepresentasjon av den svakt oseaniske seksjonen (O1) og av sørboreal sone (SB). Kombinasjoner av sone og seksjon som ikke er representert i NIJOS granskog og TOV bjørkeskog er BN–O3 (Nedstrand OPS), N–O2 (Søgne OPS og Kristiansand MiS), BN–O1 (Hobøl OPS) og SB–OC (Fagernes OPS og Hurdal OPS). Kårvatn OPS, Kvam MiS, og terrengkalkingsområdene Suldal og Flekke-Guddal, samt forurensningsovervåkingsområdene Tjeldbergodden og Terningvatn representerer bjørke- og furuskog i deler av landet som er sparsomt dekket eller udekket av NIJOS- og TOV-områder.

God dekning av variasjonen langs de regionale hovedgradientene er viktig, både for at nettverket skal gi et godt grunnlag for å fange opp endringer i biologisk mangfold generelt (som følge av påvirkninger som ikke på forhånd er fokusert), for å fange opp hele spekteret av arter innen den fokuserte naturtypen, for å fange opp vidt utbredte arter i ulike deler av utbredelsesområdet (og forekomstområdet langs regionale gradienter, for arter med regional variasjon i respons på påvirkningsfaktorer), og for å fange opp variasjonen langs gradienter i påvirkningsfaktorer med klart regionalt utbredelsesmønster (som f.eks. langtransporterte luftforurensninger).

I forhold til biologisk mangfold som sådan er det ønskelig med generelt god dekning av variasjonen langs de regionale gradientene, bl.a. ved at nemoral sone inkluderes og ved at de ekstreme seksjonene O3 og C1 gis bedre dekning enn de har i dagens utvalg av NIJOS- og TOV-områder. Det er imidlertid også viktig med god spredning av områdene langs gradienter i alle de fokuserte regionale påvirkningsfaktorene. Hva klimaendringer angår, er oppløsningen i klimascenariene fortsatt ikke god nok til å produsere prediksjoner for endringer som er presise nok til å identifisere enkeltområder eller regioner som er særlig utsatt for klimaendringer og som derfor burde fokuseres i overvåkingssammenheng. God geografisk dekning og god representasjon av variasjonen langs de regionale hovedgradientene anses derfor viktigst fra et klimaovervåkingssynspunkt. Til tross for at gradientene i svovel- og nitrogendeposisjon (Tabell 2) følger hverandre i stor grad (se Tørseth & Pedersen 1994), stiller overvåking av effekter av langtransporterte luftforurensninger spesielle krav til geografisk fordeling av overvåkingsområdene. En relativt liten arealandel lengst sør i landet har høy deposisjon, mens andelen av landarealet med stor deposisjon er lav. NIJOS-områdene har god spredning langs deposisjonsgradientene. De fire nordligste blant de ti områdene har lav deposisjon (≤ 3 kg S og ≤ 2 kg N pr. ha og år), mens de øvrige fordeler seg relativt jevnt over intervallet 4–17 kg S (og N) pr. ha og år. Av seks områder i TOV bjørkeskog har imidlertid fire lav deposisjon. De andre områdene i Tabell 2 som er aktuelle som referanseområder for overvåking fordeler seg over hele spekteret av variasjon langs deposisjonsgradientene.

Punktene (iv) og (v) i lista over føringer henger nøye sammen. Prioritering mellom flater (punkt v) er en naturlig følge av vurderingen av områdenes geografiske dekning (punkt iv). Utredningsgruppas vurdering av hvilke referanseområder som bør inngå i Nasjonalt nettverk for blåbærdominert skog er samlet i kapittel 4.3.5.

4.3.5. Prioritering mellom flater

Kriterier for utvalg av referanseområder til et Nasjonalt nett for overvåking i blåbærdominert naturskog er diskutert i kapittel 4.2 og to punkter er framhevet som spesielt viktige for valget av områder (anbefaling A4):

- (i) innhold av variasjon langs økologiske hovedgradienter, av standardisert omfang; og
- (ii) plassering i naturskog som er sikret mot hogst og der omfanget av kjente suksesser er minst mulig (det vil si der effekter av lokale påvirkningsfaktorer er små).

Blant områder som er foreslått å utgjøre grunnstammen i det nasjonale nettverket skiller to av NIJOS-områdene seg ut i forhold til disse kriteriene. Lundsneset i Aremark (Østfold) er så fattig at det bare var mulig å finne ei makroflate med fem 1-m² ruter som representerer voksestedsforhold rikere enn blåbærgranskog i snever forstand (T. Økland 1996). Rutene fra denne makroflata utgjorde derfor avvikere som måtte fjernes før ordinasjonsanalysen. Som det eneste blant de ti NIJOS-områdene mangler derfor Lundsneset en (mer eller mindre kontinuerlig) vegetasjonsgradient relatert til næringsforholdene i jorda (T. Økland 1996). Lundsneset er ett av to områder i BN-O2, og ligger på Sørøstlandet der deknningen av referanseområder er god. Dette området foreslås derfor utelatt fra det nasjonale nettverket.

I kapittel 3.3.1 poengteres at verdien av NIJOS-området Øyenskavelen i Namdalseid (Nord-Trøndelag) for overvåking reduseres av at beitetrykket øver stor innflytelse på dynamikken i markvegetasjonen (se også T. Økland et al. 2004b). Fig. 2 viser at Øyenskavelen representerer den kombinasjonen av vegetasjonssone (MB) og seksjon (O2) som er best dekket opp av etablerte områder; fire områder ligger i MB-O2. Øyenskavelen fyller imidlertid et geografisk tomrom, og det finnes gode plantegeografiske grunner for å representere kystgranskogen i Trøndelag med (minst) ett overvåkingsområde (jf. Prestø & Holien 2001) i et nasjonalt nettverk. Aktuelle erstatningsområder kan være MiS-området Grong, som ligger i SB(-MB) sone i O1-seksjonen, og OPS-flata Høylandet.

På grunnlag av en helhetsvurdering av geografisk dekning og variasjon langs gradienter i viktige påvirkningsfaktorer, foreslår utredningsgruppa at:

(A9) Åtte områder i NIJOS granskog, de seks områdene i TOV bjørkeskog og granskog i Solhomfjell-området, til sammen 15 områder, danner en grunnstamme i Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog. Faglige hensyn tilsier at nettverket etableres med 25 referanseområder (se Fig. 4), ved supplerings av grunnstammen etter en prioritert rekkefølge.

Antallet områder i nettverket vil bestemmes av ressursrammen og de strategiske valg som gjøres med hensyn til grad av samordning (og modell for rapportering til ICP Forests Level 2) jf. anbefaling A6 og utredningsoppgave U1) og hvilke skogstrukturvariabler som skal inkluderes i intensiv overvåking (utredningsoppgave U2). 25 områder anses imidlertid å gi en god dekning i forhold til vegetasjonssoner, vegetasjonsseksjoner og forurensningsbelastning, som vist i Fig. 5, og å være tilstrekkelig til statistisk bearbeiding av områdespesifikke variabler. Antallet referanseområder er en av de parameterne som sterkest begrenser muligheten for å oppdage signifikante endringsmønstre i nettverk for intensiv overvåking. Ved den felles bearbeidingen av data fra NIJOS granskog og TOV bjørkeskog som ble utført i år 2000 for 14 områder, 11 i granskog og 3 i bjørkeskog (T. Økland et al. 2001, 2004a), ble regionale trender og generelle endringsmønstre diskutert på grunnlag av endringer i enkeltområdene. I et nettverk av 20 områder vil det være mulig å teste statistisk indikatorvariabler som blir beregnet for hvert område (f.eks. endring i gjennomsnittlig antall mosearter i de 50 rutene i et område). Med 25 områder vil slike tester få rimelig god teststyrke. Et tilfredsstillende antall referanseområder vil forbedre presisjonen på alle indikatorvariabler som rapporteres fra nettverket og derfor også gi grunnlag for mer presise nasjonale nøkkeltall.

Utredningsgruppa anbefaler supplerings i følgende prioriterte rekkefølge:

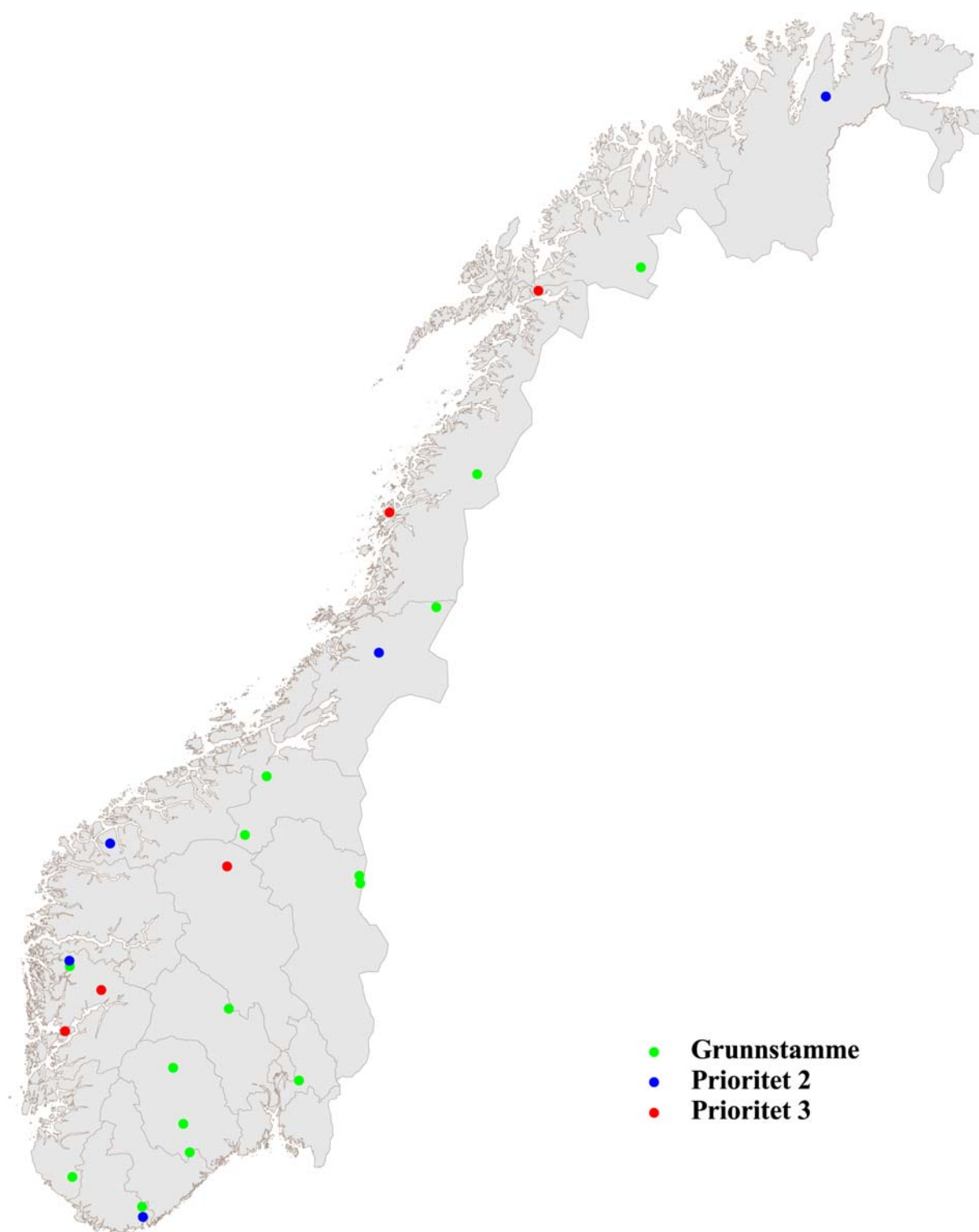


Fig. 4. Geografisk fordeling av referanseområder som foreslås inkludert i Nasjonalt nettverk for intensiv overvåking i blåbærdominert naturskog. Grunnstammen i områdenettverket består av 15 områder der intensiv overvåking pågår idag. Områder med prioritet 2 og 3 er avmerket omtrentlig; eksakt plassering avventer utredning av ulike alternative plasseringer.

		Vegetasjonsseksjoner langs oseanitetsgradienten				
		Sterkt oseanisk (O3)	Markert oseanisk (O2)	Svakt oseanisk (O1)	Indifferent (OC)	Svakt kontinental (C1)
Vegetasjons-soner langs temperatur-gradienten	Nordboreal (NB)	(v) Otterstadstølen B		Møsvatn B	Åmotsdalen B	Dividalen B
				Børgefjell B	(ii) Porsanger B	
					Gutulia B Gutulia G	
	Mellomboreal (MB)	(iii) Nordfjord BF	Lund B	Granneset G	Bringen G	(vii) Øvre Gudbrandsdalen G
			Grytdalen G	(x) Voss G		
			Urvatnet G	(ix) Ofoten B		
	Sørboreal (SB)	Otterstadstølen G	Solhomfjell G	Rausjømarka G		
			(viii) Brønnøy G			
			(vi) Sunnhordland F	(i) Namdalen G		
	Boreonemoral (BN)		Paulen G			
Nemoral (N)		(iv) Kristiansand E				

Fig. 5. Fordeling av referanseområder i *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* i forhold til vegetasjonssoner, vegetasjonsseksjoner og forurensningsbelastning. De 15 områdene som utgjør grunnstammen i nettverket er markert med grønt, de fem områdene som har første prioritet ved suppering er markert med blått og de fem områdene som har annen prioritet med rødt. Dominerende treslag er angitt (B = bjørk, E = eik, F = furu og G = gran). Fargestyrken innenfor hver gruppe indikerer plassering langs en gradient i deposisjon av langtransporterte luftforurensninger, her angitt som kg N pr. ha og år i perioden 1988–92 (se Tabell 2); fem fargegrupper er utskilt (≤ 2 , 3–5, 6–10, 11–16 og ≥ 17 kg n pr. ha og år) der sterk farge indikerer høy deposisjon.

(i) Ett kystgranskogsområde i Namdalen (Nord-Trøndelag), som eventuell erstatning for NIJOS-området Øyenskavelen. Dette området bør fortrinnsvis ligge i region SB–O1. MiS-området Grong (Gartland) og Høylandet, der Skogforsks OPL level 2-flate er plassert, kan vurderes.

(ii) Ett bjørkeskogsområde i Øst-Finnmark, f.eks. i området Porsangerfjord-Laksefjord, som kan fylle det store geografiske hullet i Finnmark (som også Framstad & Kålås (2001) påpeker). Det er også mulig å plassere et slikt område i Sør-Varanger, f.eks. i tilknytning til bjørkeskogsområdet Jarfjorden som inngår i nettverket til det norsk-finsk-russiske overvåkingssamarbeidet (se kapittel 3.3.5), men ettersom blåbærdominert skog ikke er fokusert i dette samarbeidsprosjektet vil gevinstene ved samordning være små. Det er også mulig at et referanseområde her vil bli påvirket av lokal forurensning fra smelteverkene på Kola i et større omfang enn ønskelig. At området Dividal ligger i seksjon C1 taler for valg av et komplementært, mindre kontinentalt område i seksjon OC. Arealer under skoggrensa i dette området ligger i NB sone.

(iii) Ett furu/bjørkeskogsområde på Nordvestlandet, fortrinnsvis i MB–O3. Et slikt område vil både fylle det geografiske tomrommet på Nordvestlandet og sørge for at Vestlandets typiske blåbærskoger med dominans av furu og/eller bjørk (Aune 1973, Rodvelt & Sekse 1980, Fremstad 1997) blir representert. Aktuelle kandidater til slike områder, som imidlertid alle ligger i sørboreal sone, er:

- (a) Skogforsks OPS Level 2-flate Kårvatn (Todalen, Surnadal Møre og Romsdal), som også er tilførselsmålingsstasjon.

(b) Referansefeltet i terrengkalkingsundersøkelsen i Flekke-Guddal, Fjaler, Sogn og Fjordane, med tre makroflater med 15 ruter som ligger i kontrollområdet og som har blåbærdominert skog.

(c) Referanseområdet Terningvatn etablert i forbindelse med miljøovervåkingen i samband med ny metanolfabrikk på Tjeldbergodden.

Fra et geografisk synspunkt er det ønskelig at det området som blir valgt, fyller det geografiske tomrommet best mulig. Det, og beliggenheten i seksjon O2, taler mot områdene på Nordmøre og i vestre Sør-Trøndelag. Andre mulige områder i Sogn og Fjordane og på Sunnmøre bør også vurderes.

(iv) **Ett eikeskogsområde i nemoral sone.** Nettverket mangler nemoral skog.

Blåbærdominert skog i nemoral sone i Norge vil fortrinnsvis være dominert av eik. O2 er den seksjonen som dekker stort areal innenfor nemoral sone (Tabell 6). MiS-området Kristiansand (Havsåsen), som ligger i N-O2, er en aktuell kandidat til et slikt område.

(v) **Ett høyereliggende bjørkeskogsområde på Vestlandet, i (MB-)NB-O3.** Nettverket mangler et sterkt oseanisk område med mellomboreal og/eller nordboreal bjørkeskog. Framstad & Kålås (2001) foreslår at TOV utvides med et referanseområde i Stølsheimen eller på Vikafjellet. På bakgrunn av synergieffektene som kan oppnås ved gran- og bjørkeskogsområder fra samme område (jf. erfaringene fra Gutulia) foreslås derfor et nytt referanseområde plassert i tilknytning til granskogsområdet i Otterstadstølen, Modalen (Ho).

(vi) **Ett furuskogsområde i Sunnhordland eller Nord-Rogaland, i sonene SB (eller MB), og seksjonene O2 eller O3; fortrinnsvis i SB-O2.** Ett slikt område vil fylle det geografiske tomrommet på Søndre Vestlandet og sammen med furu/bjørkeskogsområdet på Nordvestlandet dekke opp noe av den regionale variasjonen innen blåbærdominert furuskog på Vestlandet. Aktuelle kandidater til et slikt område er:

(a) Referansefeltet i terrengkalkingsundersøkelsen i Suldal, med tre makroflater med 15 ruter som ligger i kontrollområdet og som har blåbærdominert skog.

(b) MiS-studieområdet Kvam (Svevatnet) i Hordaland.

(vii) **Ett granskogsområde i den svakt kontinentale sonen (MB-C1) på indre Østlandet.**

Hensynet til geografisk fordeling tilsier valg av et område i Øvre Gudbrandsdalen, f.eks. i en av kommunene Sel, Dovre eller Lesja. Det finnes ingen aktuelle kandidater til et slikt område blant områder som skal prioriteres.

(viii) **Ett kystgranskogsområde på Sør-Helgeland (Nordland), fortrinnsvis i SB-O2.** Dette området bør være komplementært til suppleringsområde (i) med hensyn til vegetasjonssone og skal bidra til god dekning av den regionale variasjonen i kystgranskogen i Trøndelag. Det finnes ingen aktuelle kandidater til et slikt område blant områder som skal prioriteres. Fra et geografisk synspunkt har kommunene Brønnøy, Vevelstad og Alstahaug egnet plassering.

(ix) **Ett bjørkeskogsområde i Ofoten (Nordland), Vesterålen eller tilgrensende deler av Sør-Troms, fortrinnsvis i MB-O1.** Et slikt område fyller et geografisk tomrom, og bør være komplementært til området (ii) med hensyn til plassering i vegetasjonssone og -seksjon. Det finnes ingen aktuelle kandidater til et slikt område blant områder som skal prioriteres.

(x) **Ett granskogsområde i indre Nordhordland (Voss eller Granvin), i MB-O1.** Dette forslaget fyller behovet for et granskogsområde på Vestlandet som er klimatisk kan sammenliknbart med granskogsområdene på Østlandet, og som samtidig kan sammenliknes med det isolerte granskogsområdet Otterstadstølen i Modalen. Skogforsks OPS level 2-flate på Voss er en aktuell kandidat til et slikt område.

En stor FoU-oppgave i forbindelse med etablering av Nasjonalt nettverk er derfor:

(U3) Vurdering, utvalg og etablering av suppleringsområder.

I tillegg anbefaler utredningsgruppa at:

(A10) Særlig relevante spesialundersøkelser i natur som faller innenfor blåbærdominert skog, men som av ulike grunner (geografiske kriterier, ressurser etc.) ikke inkluderes i nettverket

(inkludert områder som termineres), bør som ledd i Nasjonalt program sikres midler til å vedlikeholde oppmerking m.v. og dermed forbli i beredskap til behov for reanalyse skulle oppstå.

4.3.6. Vurdering av variabler

Basale variabler innenfor de to kjernetemaene. Kjernetemaene for intensiv overvåking i *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* skal være skogstruktur og markvegetasjon. Ett utredningsarbeid er nødvendig for å velge ut et hensiktsmessig sett av variabler for intensiv overvåking av skogstruktur (jf. anbefaling A6 og utredningsoppgave U2), blant annet for å avklare relasjonene til ekstensiv overvåking av skogstruktur. For temaet markvegetasjon, som nesten bare gjøres gjenstand for intensiv overvåking, finnes et grunnlag for prioritering mellom variabler som skal overvåkes i *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* i:

- (i) kapittel 3.5 om resultatene fra overvåking av markvegetasjon i skog gjennom 15 år;
- (ii) kapittel 4.1 om markvegetasjon i blåbærdominert skog som kjernevariabel; og
- (iii) kapittel 4.2 om basiselementer i overvåkingsopplegget.

Utredningsgruppa bekrefter imidlertid Skoggruppas anbefalinger av:

(A11) Et basisutvalg av variabler innenfor hvert av de to kjernetemaene, som registreres hvert femte år:

(i) For markvegetasjon: smårutefrekvens (16 småruter) og prosent dekning av alle arter av karplanter, moser og lav, og prosent dekning av sjikt, i 50 ruter á 1 m² i hvert referanseområde.

(ii) For skogstruktur: registreringer i 10 utvidete makroflater á 9 × 14 m (makroflater á 5 × 10 m med en buffersone på 2 m på alle kanter) i hvert referanseområde for alle trær (> 2 m) av: status (levende eller død), posisjon (kartfestes), kroneomriss (kartfestes), diameter i brysthøyde, høyde og kronehøyde. For hver rute måles relaskopsum som mål på basalareal i en bestand med ruta i sentrum.

Videre anbefaler Utredningsgruppa:

(A12) Ved hver etablering av et nytt referanseområde registreres en rekke **omgivelsesvariabler** i tråd med oversiktene i R. Økland & Eilertsen (1993: Tab. 3), T. Økland (1996: Tab. 2) og Bakkestuen et al. (in prep.). Disse variablene faller i gruppene topografiske variabler (inkl. helning, eksposisjon og terrengform), jordfysiske variabler (inkl. jorddybde, jordfuktighet og glødetap) og jordkjemiske variabler (pH, Total N, P, elementkonsentrasjoner målt med ICP-analyse). Tresjiktvariabler blir beregnet på grunnlag av skogstrukturmålingene. Aktuelle FoU-oppgaver i forbindelse med etablering av *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* er:

(U4) Utvikling av GIS-baserte landskapsmodeller for alle referanseområder der slike ikke allerede finnes. NINA har spesialkompetanse på dette feltet.

(U5) Utvikling av en standard metodikk for undersøkelse av skoghistorie i referanseområdene, som en del av basisundersøkelsen. Kostnadsberegning av en slik skoghistorieundersøkelse skal inngå i utredningsoppdraget. Skogforsk har spesialkompetanse på dette området.

(U6) Gjennomføring av engangsundersøkelse av skoghistorien i referanseområder der skoghistorien ikke er tilstrekkelig kjent. Dette er en større oppgave som trolig vil kreve **ekstrafinansiering ved et engangsbeløp**. Det er mange interessante faglige problemstillinger knyttet til skoghistorikk i Norge (se f.eks. Tryterud & Ohlson 1997, Ohlson & Tryterud 1999, Storaunet et al. 2000, Rolstad et al. 2001, Tryterud 2003), og en slik undersøkelse kan egne seg godt som del av et større forskningsprosjekt om brannodynamikk i norsk skog.

Oversikt over indikatorer og indikatorvariabler i intensiv overvåking av markvegetasjon i skog. Et nettverk av områder og flater for intensiv overvåking i skog gir, i

teorien, grunnlag for overvåking av et nesten ubegrenset antall indikatorer på biologisk mangfold. Potensialet for indikatorutvikling vil imidlertid begrenses av hvilke data som blir samlet inn og måten datainnsamlingen skjer på. Vi har derfor funnet det tjenlig som ledd i vurderingen av variabler å starte med en oversikt over indikatorer og operasjonelle indikatorvariabler som kan være relevante i forhold til intensiv overvåking av markvegetasjon i skog, med begrunnelse og angivelse av hvilke påvirkningsfaktorer de er relevante for. Denne oversikten er gitt i Tabell 7. Et flertall av indikatorene i tabellen er prøvd ut på norske overvåkingsdata (se R. Økland & Eilertsen 1996, R. Økland et al. 2000, Bakkestuen et al. 2001, 2002, 2003, T. Økland et al. 2001, 2004a, 2004b, R. Økland & Nordbakken 2004). Resultater og erfaringer hittil (se kapittel 3.3 med beskrivelse av de enkelte overvåkingsaktivitetene og kapittel 3.5 for resultater av overvåkingen) tilsier at endring i artsantall og enkeltartsmengder for moser og karplanter og endring i artssammensetning i forhold til viktige lokale gradienter fortsatt vil være sentrale indikatorer på biologisk mangfold i den intensive overvåkingen i skog innen Nasjonalt program. Årsaken til gjennomgang av nye indikatorer er altså ikke at de som har vært nyttet til nå ikke er gode, men ønsket om å sikre åpning for at datainnsamling i det nye programmet ikke begrenser muligheten for utvikling av flere gode indikatorer.

Nedenfor følger en beskrivelse av de seks hovedgruppene av nye indikatorer:

(i) *Mengdeendring for moderat næringskrevende karplantearter* kan være en mulig indikator for endringer i artssammensetning relatert til jordforsuring. Operasjonalisering av indikatoren krever en klar definisjon på 'moderat næringskrevende'. Antallet av slike arter som forekommer i tilstrekkelig antall ruter til at de kan testes for endring (se T. Økland et al. 2004a) kan i enkelte referanseområder være så lavt at testen blir lite følsom. Indikatoren trenger uttesting.

(ii) *Mosedekning* er en enkel indikator på strukturelle endringer i markvegetasjonen. R. Økland & Nordbakken (2004) viser at mosedekningen i ruter i Solhomfjell-området som også har vært undersøkt med hensyn på etasjemosedemografi samvarierer sterkt både med etasjemosedekning og med populasjons- og størrelsesutviklingen for etasjemose. Det indikerer at sjøl om mosedekning er en svært grov og enkel indikator, har den potensiale til å kunne gi god indikasjon på klimaeffekter. Den kan også overvåkes i ekstensivt nett.

(iii) *Indikatorer basert på indeks for mosestørrelse*. Endringene i overvåkingsflater de siste årene antyder at mosematta nå lokalt i flere referanseområder i granskog er så tett at mindre mosearter avtar i mengde (T. Økland et al. 2004b). Dette mønsteret er tolket som en intern økosystemprosess (i mosematta), som følger i kjølvannet av lang varighet av gunstige klimaforhold for mosevekst. R. Økland (1995a) definerer en logaritmisk indeks for mosestørrelse (heltall mellom 1 og 9 som gjenspeiler overflatearealet på et normalt årsskudd). En oversikt over indeksverdi for moser som er funnet i flatene i NIJOS' granskogsovervåking finnes hos T. Økland et al. (2004b) og for moser i Solhomfjell-området hos R. Økland & Nordbakken (2004). R. Økland har utviklet en randomiseringstest der fordelingen av mosearter med signifikant endring (reduksjon og økning, testet separat) på størrelsesklasser sammenliknes med fordelingen av alle moser for å finne ut om det er størrelsesrelaterte tendenser. Det er potensiale for utvikling av nye indikatorvariabler basert på fordelingen av moser (og lav, i den grad de finnes i tilstrekkelig mengde til å testes) av ulik størrelse i rutene. En særlig interessant mulighet ligger i bruken av midlere størrelsesindeks for hver rute, veiet med artenes smårutefrekvens, som indikatorvariabel for mosestørrelse. Endring i mosestørrelsesindeks for hele utvalget av ruter fra et område kan i så fall testes ved enkle tester (Wilcoxon-Mann-Whitney test, *t*-test). Indikatorvariabelen trenger uttesting.

(iv) *Naturlig regenerering av trær og andre karplantearter, samt andre variabler knyttet til nøkkelarters populasjonsbiologi*. Vi har tidligere (s. 00) beskrevet scenarier for redusert regenerering av karplanter som følge av fortetting av mosematta. Regenerering kan også reduseres av jordforsuring (Falkengren-Grerup & Tyler 1993). Regenerering av trær og andre

karplantearter kan registreres i permanent merketete ruter som tilleggsvARIABLE, f.eks. ved enkle demografiske indikatorvariable som antall frøplanter/ ungpplanter av en gitt art totalt i rutene i et gitt referanseområde. På grunn av stor naturlig variasjon i frøsetting og spiring av de fleste arter (Selås 2000, Koenig et al. 2003, Post 2003), vil slike indikatorvariable kreve årlige registreringer for at signifikante utviklingstendenser skal kunne observeres.

Framstad & Kålås (2001) foreslår at produksjon hos nøkkelarter som f.eks. blåbær overvåkes som ledd i intensivovervåkingen, og anbefaler utredning av metodikk for slik overvåking. Produksjonsrelaterte indikatorer er viktige fordi de kan gi informasjon som er direkte relevant for viktige økosystemprosesser (Framstad & Kålås 2001).

Hyppige registreringer medfører stort slitasjepress på rutene. Indikatorvariable av denne typen må derfor vurderes grundig før de blir testet ut i overvåkingsflatene.

(v) *Mengdeendring for utvalgte arter.* Enkeltarter med spesiell følsomhet for en gitt faktor, eller vanlige arter som er representative for en gruppe arter med spesiell følsomhet for en gitt faktor, er egnet som indikatorer. Tester av enkeltarters framgang og tilbakegang i utvalg av ruter er et standardelement i bearbeidingen av reanalysedata fra permanente ruter for vegetasjonsovervåking i Norge, uansett metodekonsept (jf. Nygaard & Ødegaard 1999, Lawesson et al. 2000, Solberg et al. 2001, T. Økland et al. 2004a). Smyle og etasjemose er trukket fram som eksempler på slike indikatorarter, men mange kan egne seg.

Valg av indikatorarter til et eventuelt framtidig flernasjonalt overvåkingsprogram vil kreve grundig utredning, bl.a.:

(a) vurdering og uttesting av prosent dekning som komplementært mengdemål til smårutefrekvens ved tester av artsendring i ruter for vegetasjon; og

(b) vurdering av hvilke arter som er egnet som indikator for hvilke påvirkningsfaktorer.

(vi) *Indikatorer basert på Ellenberg faktortall.* Ellenberg faktortall (Ellenberg et al. 2001) er anslag for artenes optima langs viktige økologiske kompleksgradienter ('faktorer'), subjektivt angitt og uttrykt på en skala fra 1 til 9 for hver faktor. I utgangspunktet var Ellenberg faktortall en samling vurderinger gjort av den tyske plantesosiologen Heinz Ellenberg på grunnlag av erfaringer fra mange tiårs feltobservasjoner i Mellom-Europa. Faktortall finnes for seks kompleksgradienter; nitrogen (N), jordsurhet, 'Reaktion' (R), jordfuktighet (F), lys (L), temperatur (T) og kontinentalitet (K). De fire første kompleksgradientene er lokale og de to siste er regionale gradienter (R. Økland & Bendiksen 1985). Mens faktortall først ble angitt bare for karplanter, inneholder Ellenberg et al. (2001) også faktortall for moser og lav. Fra 1980-tallet og fram til i dag har bruken av Ellenberg faktortall i vegetasjonsøkologiske studier som surrogatvariable for ikke målte økologiske faktorer gradvis økt. Gradientanalysemetoden *kalibrering* (ter Braak & Prentice 1988) brukes til å finne surrogatvariableverdiene; for hver rute og hver faktor regnes ut et gjennomsnittlig faktortall på grunnlag av faktortall for alle arter som er registrert i flata, gjerne med artenes mengde (målt på en eller annen skala) som vektor ved gjennomsnittsberegningen (se f.eks. Diekmann 1995). De tre første gradientene (N, R og F) vurderes som direkte relevante i forhold til de påvirkningsfaktorene som er fokusert i Nasjonalt program. Også L kan være aktuell, men er ikke ført opp i Tabell 6.

Tabell 7. Oversikt over mulige indikatorer fra 'Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog', med vurdering av relevans for nasjonal og internasjonal rapportering. I kolonna 'Ny' er angitt om indikatorvariabelen tidligere er utprøvd på norske overvåkingsdata. Nye indikatorvariabler er grundigere omtalt i teksten.

Indikator	Indikatorvariabel (operasjonalisert)	Ny	Relevant påvirkningsfaktor	Begrunnelse	Relevans for		Potensiale for tilpassing til overvåking i ekstensivt nett
					nasjonale mål	internasjonal rapportering	
karplantemangfold	gjennomsnittlig antall karplantearter pr. 1-m ² rute	Nei	ingen spesiell	basal indikator på biomangfold	stor	middels	lite
mengdeendring for moderat næringskrevende karplantearter	andel av moderat næringskrevende karplantearter med signifikant endring (reduksjon og økning, testet separat) i mengde i en gitt tidsperiode, sammenliknet med forventet antall	Ja	langtransporterte luftforurensninger (jordforsuring)	moderat næringskrevende arter har vist seg særlig følsomme for jordforsuring	stor	stor	noe; ved spesialtilpassete opplegg for indikatorer knyttet til vanlige enkeltarters mengde
fordeling av arter i forhold til preferanse for surhetsgrad i jorda	midlere Ellenberg faktortall for 'jordreaksjon' (R) for hver rute, veiet med smårutefrekvens som vekt; testet i utvalget av alle ruter fra hvert referanseområde for signifikant endring over tid	Ja	langtransporterte luftforurensninger (jordforsuring)	endring i artssammensetning og artsmengde i retning større viktighet av arter som tolererer sur jord er forventet som følge av langvarig jordforsuring	stor	stor	lite
mengdeendring for smyle (eventuelt andre utvalgte indikatorarter av karplanter)	test av endring i mengde for smyle i rutene, basert på smårutefrekvens og basert på prosent dekning	Delvis	langtransporterte luftforurensninger (nitrogen)	økning for grasvekster er påvist i områder med stort nitrogennedfall	stor	stor	betydelig; kan defineres i delflater (men artens vokseform og morfologi vanskeliggjør registreringene)
fordeling av arter i forhold til nitrogenpreferanse	midlere Ellenberg faktortall for nitrogen (N) for hver rute, veiet med smårutefrekvens som vekt; testet i utvalget av alle ruter fra hvert referanseområde for signifikant endring over tid	Ja	langtransporterte luftforurensninger (nitrogen)	endring i artssammensetning og artsmengde i retning større viktighet av nitrofile arter er forventet som følge av langvarig høy nitrogenbelastning	stor	stor	lite
mosedekning	gjennomsnittlig prosentvis dekning av moser i alle ruter i et referanseområde	Ja	klima	ektohydriske mosers vekst er begrenset av fuktighetstilgang det meste av vekstsesongen	stor	stor	stort; blir testet i Landskogstakseringen i 2004 med sikte på inkludering i niende landstakst
mosemangfold	gjennomsnittlig antall mosearter pr. 1-m ² rute	Nei	klima	basal indikator på biomangfold; mange store moser øker i mengde når klimaforholdene er grundige, men mindre kan avta i mengde	stor	middels	lite
mengdeendring for moser	andel av mosearter med signifikant endring (reduksjon og økning, testet separat) i mengde i en gitt tidsperiode, sammenliknet med forventet antall	Nei	klima	moser øker i mengde når klimaforholdene er gunstige, gitt at bunnsjiktet ikke er tett	middels	middels	lite

Indikator	Indikatorvariabel (operasjonalisert)	Ny	Relevant påvirkningsfaktor	Begrunnelse	Relevans for		Potensiale for tilpassing til overvåking i ekstensivt nett
					nasjonale mål	internasjonal rapportering	
mengdeendring for store moser	andel av store mosearter med signifikant endring (reduksjon og økning, testet separat) i mengde i en gitt tidsperiode, sammenliknet med forventet antall	Ja	klima	store moser øker i mengde når klimaforholdene er gunstig	stor	stor	lite
mengdeendring for etasjemose (eventuelt andre utvalgte indikatorarter moser)	test av endring i mengde for etasjemose i rutene, basert på smårutefrekvens og basert på prosent dekning	Nei	klima	mengde- og populasjonsendringer for etasjemose gjenspeiler variasjon i klimaforholdene	stor	middels	middels
fordeling av arter i forhold til preferanse for jordfuktighet	midlere Ellenberg faktortall for fuktighet (M) for hver rute, veiet med smårutefrekvens som vekt; testet i utvalget av alle ruter fra hvert referanseområde for signifikant endring over tid	Ja	klima	endring i artssammensetning og artsmengde i retning større (eller mindre) viktighet av fuktighetselskende arter kan forventes som følge av klimaendringer	stor	stor	lite
mengdeendring for små moser	andel av små mosearter med signifikant endring (reduksjon og økning, testet separat) i mengde i en gitt tidsperiode, sammenliknet med forventet antall	Ja	klima, interne økosystemprosesser	sterk fortetting av mosematta etter en langvarige, stabil, gunstig periode vil kunne føre til begravning og reduksjon for små moser	stor	middels	intet
størrelsesfordeling for moser som har hatt signifikant endring	test av utvalget av mosearter med signifikant endring (reduksjon og økning, testet separat) for fordeling på størrelsesklasser, sammenlikning med fordelingen av alle moser	Nei	klima, interne økosystemprosesser	sterk fortetting av mosematta etter en langvarige, stabil, gunstig periode vil kunne føre til begravning og reduksjon for små moser	stor	middels	intet
størrelsesfordeling av moser	midlere mosestørrelsesindeks for hver rute, veiet med smårutefrekvens som vekt; testes i utvalget av alle ruter fra hvert referanseområde for signifikant endring over tid	Ja	klima, interne økosystemprosesser	sterk fortetting av mosematta etter en langvarige, stabil, gunstig periode vil kunne føre til begravning og reduksjon for små moser	stor	middels	intet
naturlig regenerering av trær og andre karplantearter	antallet frøplanter eller småplanter av utvalgte arter, observert i rutene fra et gitt område	Ja	langtransporterte luftforurensninger, klima, interne økosystemprosesser	reduert spiring fra frø er vist for mange arter etter jordforsuring; trær og andre arter etablerer seg dårligere i tett mosematte enn i andre mikrohabitater i skogbunnen	stor	stor	stort; metodikk for registrering av regenerering kan lett tilpasses Landskogstakseringens registreringer, f.eks. ved definering av delflater

Bruken av Ellenberg faktortall som surrogat for virkelige økologiske variabler er beheftet med en rekke problemer (se litteraturgjennomgang og generell diskusjon hos Diekmann 2003):

(a) Unøyaktighet eller feil i angivelsene av faktortall for enkeltarter. Diekmann (1995) sammenliknet kalibrerte faktortall for lys (L), reaksjon (R) og fuktighet (F) med reelle målte verdier for en rekke økologiske faktorer i sør-svensk boreo-nemoral edellauvskog og fant generelt bedre overensstemmelse for karplanter enn for moser. Overensstemmelsen var god for R, brukbar for L og mindre god for F.

(b) Subjektivitet; mangel på forankring i empiriske data.

(c) Problemer med overførbarhet fra Mellom-Europa til andre områder, som følge av genetisk variasjon innen arter, skift i arters fordeling langs gradienter fra sentrum til periferi gjennom deres utbredelsesområde (se R. Økland 1990b), eller andre årsaker. Diekmann (2003) diskuterer disse problemene, men undersøkelser (Sør-Sverige; Diekmann 1995; England: Hawkes et al. 1997; Danmark: Lawesson 2003; Færøyene: Lawesson et al. 2003) tyder på at de normalt ikke er veldig store. Likevel bør empiriske data brukes til å teste og/eller forbedre faktortallene dersom relevante data finnes (Lawesson 2003, Lawesson et al. 2003). Bruk av Ellenberg faktortall i Norge er også diskutert av Vevle & Aase (1980).

(d) Bruken av kalibrerte faktortall som surrogat for virkelige økologiske målinger innebærer en sirkelslutning i og med at anslag for arters økologiske krav (faktortallene) brukes som surrogatmål for økologiske variabler, som igjen brukes til tolkning av variasjonsmønstre (i rom og/eller tid) for de samme artene.

(e) Uklarhet med hensyn til tolkning; gjenspeiler f.eks. faktortallet N artenes respons på total N, ammonium-N eller en annen faktor? Sammenhenger mellom Ellenbergs N og gradienter i mineralisert NH_4^+ , NO_3^- og totalt mineralisert nitrogen blir diskutert av Falkengreen-Grerup & Schöttelndreier (2004). Lawesson et al. (2003) viser for et spekter av færøysk vegetasjon at R var best korrelert med pH og kalsium i den organiske fraksjonen i jorda, mens N var best korrelert med P i jordas organiske fraksjon. Schaffers & Sýkora (2000) viser for veikanter i Nederland at F var best korrelert med sommerminimum for vanninnhold i jorda, R var best korrelert ved jordas totalinnhold av kalsium, mens N var langt bedre korrelert med produktivitet (biomasseproduksjon) enn med jordas virkelige N-innhold.

(f) Ikke-symmetriske artsfordelinger langs underliggende kompleksgradienter lager problemer for kalibrering av faktortall (Lawesson 2003).

(g) Faktortall er ikke sammenliknbare mellom ulike naturtyper, fordi faktortallskalaen blir brukt ulikt for ulike økologiske artsgrupper (Wamelink et al. 2002, 2003). Dette problemet er omdiskutert (Witte & von Asmuth 2003).

De nye indikatorvariablene som foreslås vurdert, basert på Ellenberg faktortall, vil ikke være beheftet med sirkelslutningsproblemer fordi de ikke på noen måte er tenkt å være noen erstatning for reelle økologiske målinger gjort i tilknytning til rutene. Isteden er de tenkt å skulle karakterisere artssammensetningen og endring i artssammensetningen, i seg sjøl. Kaliberte Ellenberg faktortall gir en oppsummerende karakteristikk av artssammensetningen langs gradienter fra lite nitrofile til sterkt nitrofile arter (Ellenbergs N); fra surjordstolerante arter til arter som krever baserik jord (Ellenbergs R) og fra tørketolerante til fuktighetskrevende arter (Ellenbergs F). Indikatorvariabler basert på Ellenbergs faktortall kan beregnes for karplanter og kryptogamer (lav og moser) for seg, eller for den totale artssammensetningen; trolig er separat beregning for ulike grupper best fordi faktortall for ulike grupper har ulik presisjon og tolkning (Diekmann 1995), og fordi karplanter og moser til dels har ulik reaksjonsnorm på viktige påvirkningsfaktorer. Store sett av empiriske data fra NIJOS' overvåking i granskog, fra TOV bjørkeskog og fra Solhomfjell-undersøkelsen, samt fra flere spesialundersøkelser, er velegnet til beregning av forbedrete, empirisk baserte faktortall for arter i blåbærdominert naturskog.

Som som ledd i utredningsarbeidet under Nasjonalt program anbefales derfor følgende FoU-oppgaver knyttet til vurdering av nye indikatorer på biologisk mangfold basert på basale variabler:

(U7) Nye indikatorvariabler som er foreslått i Tabell 7 testes ut ved bruk av norske vegetasjonsovervåkingsdata (NIJOS' granskog, TOV bjørkeskog, Solhomfjell-undersøkelsen).

(U8) Arters optima langs gradienter i nitrogeninnhold, pH og fuktighet i jorda beregnes på grunnlag av empiriske data fra blåbærdominert naturskog i Norge, og sammenliknes med Ellenberg faktortall (Ellenberg et al. 2001).

I Tabell 7 pekes også på nye variabler det kan være aktuelt å registrere i eller i tilknytning til de 50 rutene i hvert overvåkingsområde. Utredningsgruppa anbefaler at:

(A13) Populasjonsbiologiske undersøkelser som pågår, f.eks. undersøkelsen av etasjemose i sju granskogsområder (se kapittel 3.3.1), videreføres.

I den forbindelse anbefaler også utredningsgruppa at:

(U9) Andre populasjonsbiologiske variabler, f.eks. knyttet til regenerering av trær og andre karplanter og produksjon av nøkkelarter, utredes med sikte på mulig registrering i et utvalg av flatene eller i alle flater.

Anbefalinger med hensyn til inkludering av andre overvåkingstemaer.

Utredningsgruppa finner det naturlig i forbindelse med etablering av et Nasjonalt nettverk å:

(U10) Gjennomføre en grundig utredning av hvilke andre overvåkingstemaer som bør inngå i et fast overvåkingsopplegg, knyttet til alle eller et utvalg av referanseområdene. En slik utredning bør ta utgangspunkt i utredningen av TOV 2000 (Framstad & Kålås 2001) som blant annet peker på epifyttisk lav (se f.eks. Bruteig 2001) og død ved som viktige supplerende temaer.

Det finnes også, som påpekt av Framstad & Kålås (2001), muligheter for å knytte arealtilstandsvariabler til intensivovervåking. Framstad & Kålås (2001) diskuterer ulike sider ved denne muligheten, som er interessant fordi den utvider perspektivet for intensiv overvåking til også å favne arealendringer, som er et prioritert overvåkingstema i skog. Utredningsgruppa foreslår derfor følgende utredningsoppgave:

(U11) Gjennomføre en utredning av mulighetene som ligger i utvidelse av referanseområdene med et omland, f.eks. en sirkelflate med radius på 50 km med flata i sentrum, som utgangspunkt for overvåking av arealstrukturvariabler.

4.3.7. Økonomiske følger av forslagene

Utgangspunktet for den foreliggende utredningen er at en samordning av aktivitetene innenfor intensiv overvåking i skog skal skje innenfor eksisterende ressursrammer. Vi har imidlertid identifisert flere utredningsbehov som må tilfredsstilles før viktige strategiske valg med hensyn til grad av samordning kan gjøres. Dermed, vil selve samordningsprosessen kreve ekstra ressurser, først og fremst til vurdering av variabler og områder som skal overvåkes i det nyetablerte nettverket, dernest til sjølve etableringen av nye referanseområder eller ny aktivitet i eksisterende områder. En prioriteringsrekkefølge for den videre gangen i samordningsarbeidet er skissert i kapittel 4.5. Utredningsgruppa ser det ikke som mulig å kostnadsberegne de neste trinnene i samordningsprosessen før resultatene av de basale utredningene U1 om modell for samordning og rapportering til ICP Forests og U2 om variabelvalg innenfor temaet skogstruktur er gjennomført.

4.3.8. Vurdering av synergieffekter ved samordning

Samordning av parallelle aktiviteter vil gi synergieffekter. En administrativ samordning, blant annet med felles rapportering, kan først og fremst forventes å gi gevinster når det gjelder utveksling av kompetanse, f.eks. når det gjelder datahåndtering (databaseutvikling, GIS, statistisk

bearbeiding av tidsseriedata, og utarbeiding av web-baserte innsynsløsninger), rapportering og kommunikasjon med oppdragsgivere og brukere av informasjon fra overvåkingen. En sterkere samordning med fullstendig metodeharmonisering og utvikling av et enhetlig nettverk av referanseområder med sikte på felles bearbeiding og rapportering vil ha åpenbare synergieffekter i tillegg til dem som er nevnt over. De antatt viktigste er:

(i) Forbedrete muligheter for effektiviseringsgevinster gjennom arbeidsdeling og teamarbeid. F.eks. har NINA spesiell GIS-kompetanse, NIJOS har kompetanse på dataforvaltning (en databaseløsning for vegetasjonsovervåkingsdata er nettopp utviklet), og Skogforsk har kompetanse på skoghistoriske undersøkelser. Samordning vil føre til bedre utnyttelse av denne spisskompetansen. Istedet for at alle skal måtte kunne alt, åpner stor grad av samordning muligheter for rasjonell arbeidsdeling. Omfattende samordning vil også gi betydelige ekstra rasjonaliseringsgevinster med hensyn til rapportering og kommunikasjon, i form av enhetlig rapportering, web-portal etc.

(ii) Full metodesamordning legger til rette for felles databearbeiding for et større antall referanseområder. Fordelene ved dette er diskutert i kapittel 4.2.5.

(iii) Samordning til ett nasjonalt nettverk innenfor ett nasjonalt overvåkingsprogram vil bidra til faglig samling idet det sakpes ett bredt fagmiljø for intensivovervåking i skog kjennetegnet av kompetanseutveksling, samarbeid og åpenhet framfor konkurranse og lukkede rom. En forutsetning for vellykket faglig samling er enighet om at utviklingen av et nytt, samordnet nettverk for intensiv overvåking ikke skal endre ressursbalansen mellom de involverte institusjonene (se anbefaling A3). Dette er mulig å få til dersom det blir gjort et grundig forarbeid når tematiske oppgaver og ansvar for enkeltområder skal fordeles.

(iv) Samordning til ett nettverk innenfor ett nasjonalt overvåkingsprogram vil innebære en styrking av hele overvåkingsaktivitetens stilling overfor eksterne aktører; oppdragsgivere, politikere og den opplyste allmennhet. Ett enhetlig nettverk vil være mye lettere å profilere enn flere separate og til dels konkurrerende nettverk, både praktisk (ved rapportering, på internett etc.) og gjennom klarere resultater som er lettere å kommunisere.

4.4. MiS studieområders plass i et nasjonalt program for overvåking av biologisk mangfold i skog

Undersøkelsene i de 6 MiS studieområdene representerer de mest omfattende systematiske artsregistreringer på bestandsskala som er foretatt i Norge. Gjennom de ulike tematiske publikasjonene fra MiS prosjektet (se kapittel 3.4) og databasen over artsfunn og miljøvariabler utgjør kunnskapen om disse områdene en viktig referanse for biologisk mangfold i skog i Norge. Ved å inkludere disse områdene i et intensivovervåkingsprogram, vil de grundige registreringene som er foretatt bli optimalt utnyttet. Datamaterialet som er samlet inn i MiS studieområder er relevante for to viktige forvaltningsstrategier for biologisk mangfold i skog, på to ulike skaler: naturreservater (hele studieområder) og MiS forvaltningsområder (bestandsskala; rutene på 2,5 da). Hver rute er stor nok til å romme de viktigste levesteder for skogsarter med små arealkrav.

Retaksering av MiS-flatene vil først og fremst kunne gi *samlete måltall for utvikling av biologisk mangfold i skog*, som sum av *alle påvirkningsfaktorer* og naturlig dynamikk på en grov skala. Resultatene kan i noen grad sammenholdes med utvikling av mengder og kvaliteter av habitater/substrater og for den biotoputviklingen disse skogsarealene gjennomløper. Analyser av tidsserier vil kunne stratifiseres på organismegrupper og/eller levesteder. I tillegg til tall for forandringer i artsantall på rute- og områdenivå, vil en kunne studere *omfordeling* av arter innen rutenettet (romlige forandringer langs tidsaksen) og derigjennom øke kunnskapen om artenes dynamikk.

MiS studieområder representerer – som de fleste av våre skogsreservater (og som MiS-forvaltningsenheter i skogbruket og all skog som ikke har vært gjennom flatehogst) – den gamle plukkhogde skogen, som helt åpenbart vil fortettes og forandre struktur inntil den får en naturlig urskogsdynamikk. I denne utviklingsprosessen vil økosystemet kunne gjennomgå en flaskehalssituasjon med tett tresjikt, som kan ha stor betydning for artsmangfoldet (f.eks. T. Økland et al. 2003). Kunnskap om hvordan slike flaskehalssituasjoner påvirker det biologiske mangfoldet på artsnivå er viktig for eventuelt å kunne sette inn de rette tiltak for å unngå desimering av truede arters populasjoner.

MiS-områdenes rutenett har likhetstrekk (systematisk/tilfeldig ruteplassering, fanger opp variasjon i økologiske forhold, grundige artsregistreringer etc.) med 'Det norske konseptet for vegetasjonsøkologisk intensiv overvåking', og dermed med opplegget for overvåking av kjernetemaene markvegetasjon og skogstruktur som er foreslått for Nasjonalt program. Rutenettet i MiS-områdene representerer imidlertid en annen skala, og registreringene er derfor egnet til å belyse andre problemstillinger. Overvåking i MiS flatene er komplementær til, og ikke konkurrerende med, øvrig intensiv overvåking i skog.

Det er et åpenbart behov for videre utredning for å komme fram til en kostnadseffektiv metodikk for intensiv overvåking basert på MiS studieområder. Overvåking behøver ikke gjøres i alle ruter i hvert studieområde, men kan også gjøres i et utvalg ruter (gjerne tilfeldig) for å begrense kostnadene og/eller i et utvalg av arter/organismegrupper eller substrater. Fordi skalaen er grovere, vil det være naturlig med lavere omløpsfrekvens enn ved fin-skala overvåking av markvegetasjonen, f.eks. kan 10 år vurderes. Overvåking av MiS-flater i studieområdene kan også være en forbindelse til et større, kanskje ekstensivt overvåkingsopplegg i skogbestander utvalgt gjennom MiS-registreringer i planområdene (som også fanger opp intensivt drevne skoglandsskap) i samme region som studieområdene, som ledd i overvåking av endringer i biologisk mangfold relatert til effekter av skogbruksvirksomhet.

Overvåking i MiS studieområder utgjør et viktig supplement til den foreslåtte standardiserte intensivovervåkingen av markvegetasjonen i blåbærdominert naturskog, med hensyn til skala, artsgrupper og utvalg av skogtyper (Gjerde & Baumann 2002, se også kapittel 3.4). Utredningsgruppa anbefaler at:

(A14) Innenfor Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold vurderes å opprette et nettverk av flater på en grovere arealskala enn Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog. Dette nettverket skal ha til formål overvåking av generelle effekter på biologisk mangfold i skog, herunder effekter av skogbruk og ulike forvaltningsregimer. Kjernetemaet vil være viktige livsmiljøer for arter i skog (jf. MiS).

I denne forbindelse anbefaler utredningsgruppa:

(U12) Utredning av hvordan registreringene i MiS-områdene i 1997–98 kan videreutvikles til et kostnadseffektivt opplegg for intensiv overvåking av det totale biologiske mangfoldet i utvalgte organismegrupper på utvalgte substrater i skog på en grov skala, slik at første reanalyse kan utføres etter 10 år (i 2007–08).

4.5. Oppsummering av anbefalinger og forslag til utredningsoppgaver

Utredningsgruppas **overordnede anbefaling** for intensiv overvåking av biologisk mangfold i relasjon til de spesifiserte påvirkningsfaktorene – sur nedbør, nitrogenforurensning og effekter av klimaendringer – er

- **(Anbefaling 1)** at det innenfor *Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold* opprettes et *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog*, med markvegetasjon og skogstruktur som kjernetemaer for intensiv overvåking.

Dette nettverket skal være resultatet av en samordning av eksisterende intensiv overvåking i skog. Utredningsgruppa mener det må være et klart mål å oppfylle intensjonen i St.meld. 25 (2002–03) 'Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand', om at *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* er ferdig etablert i løpet av 2006 og i vanlig drift fra 2007. Utredningsgruppa anbefaler at samordningen til *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* gjennomføres på grunnlag av to **organisasjonsmessige**

retningslinjer:

- **(Anbefaling 2)** blir et felles oppdrag for de institusjonene som idag utfører overvåking av markvegetasjon i skog; og
- **(Anbefaling 3)** balansen mellom de institusjonene som idag er involvert i overvåking av markvegetasjon opprettholdes, ved omfordeling av arbeidsoppgaver innen hvert overvåkingsområde eller ved overføring av ansvar for enkeltområder.

Utredningsgruppa anbefaler at **metodegrunnlaget** for etablering av *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* er

- **(Anbefaling 4)** 'det norske konseptet for vegetasjonsøkologisk intensivovervåking' (Lawesson et al. 2000) og at det ved etablering av nettverket legges spesiell vekt på valg av naturskogsområder som inneholder variasjon langs økologiske hovedgradienter, som er sikret mot hogst og der omfanget av kjente suksesjoner er minst mulig,

og gir anbefalinger (**Anbefalinger 5 og 9**) for hvordan områder bør velges blant etablerte områder for intensiv overvåking.

Utredningsgruppa skisserer to **modeller for samordning**, en modell med liten samordningsgrad (administrativ samordning og felles rapportering basert på kvalitativ vurdering av resultater, men videreføring av parallelle dataserier) og en modell med stor samordningsgrad (metodeharmonisering og utvikling av et enhetlig nettverk av referanseområder med sikte på felles bearbeiding og rapportering). Utvalget peker på at valg av samordningsmodell må sees i sammenheng med Norges framtidige rapportering til ICP Forests level 2, som en av de første oppgavene i samordningsprosessen og anbefaler (**Anbefaling 6**) at to utredningsarbeider gjennomføres før modell velges. Disse utredningsarbeidene er:

- **(Utredning 1)** Utredning av fordeler og ulemper ved to de to hovedmodellene for rapportering til ICP Forests Level 2 (og grader av samordning); liten grad av samordning og videreføring av Skogforsks Level 2 flater som hittil (eller i endret omfang) med sikte på fortsatt rapportering til ICP Forests Level 2 på grunnlag av registreringer i disse flatene (alene); og stor grad av samordning av NIJOS granskog, TOV bjørkeskog og Skogforsks OPS level 2 flater til ett Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog, hvorfra ett utvalg flater velges ut for rapportering til ICP Forests og om nødvendig oppgraderes slik at de (minst) tilfredsstillende minimumskravene til rapportering.
- **(Utredning 2)** Utredning av hvilke indikatorvariabler innenfor temaet skogstruktur som skal overvåkes i Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert skog, hvilke som skal overvåkes i ekstensive overvåkingsnett, og hvilke skal gjøres gjenstand for både intensiv og ekstensiv overvåking.

Utredningsgruppa anbefaler at samordningsmodell først velges når disse utredningene er utført.

Utredningsgruppa poengterer at det ikke foreligger spesifikke rapporteringskrav til Forest Focus eller andre internasjonale fora, men at resultater fra intensiv overvåking har stor relevans for de tilstandsbeskrivelser som forventes etterspurt, bl.a. fra Forest Focus.

Med hensyn til **valg av områder og variabler** foretar utredningsgruppa gjør en grundig gjennomgang av 53 innrapporterte områder for intensiv overvåking eller relevante spesialundersøkelser, og foreslår at

- **(Anbefaling 9)** *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog* etableres med 25 referanseområder hvorav åtte områder i NIJOS granskog, de seks områdene i TOV bjørkeskog og granskog i Solhomfjell-området, til sammen 15 områder, danner en grunnstamme som suppleres ved 10 områder, listet opp i en begrunnet og prioritert rekkefølge.
- **(Anbefaling 11)** Et basisutvalg av variabler for hvert av de to kjernetemaene markvegetasjon og skogstruktur registreres hvert femte år.

I den forbindelse framholder utredningsgruppa at en stor og viktig FoU-oppgave er

- **(Utredning 3)** vurdering, valg og etablering av suppleringsområder.

Utredningsgruppa kommer også med forslag til en rekke andre viktige utredningsoppgaver, knyttet til utvikling av GIS-baserte landskapsmodeller (**Utredning 4**), skoghistoriske undersøkelser (**Utredninger 5 og 6**), uttesting av nye indikatorvariabler innenfor temaet markvegetasjon (**Utredninger 7, 8 og 9**) og andre temaer (**Utredninger 10 og 11**). Disse har dog lavere prioritet enn utredningene 1–3.

Utredningsgruppa anser at utredningsoppgavene 1–3 og kanskje også noen av de øvrige oppgavene, vil være mulig å gjennomføre innfor den rammen som er avsatt til overvåking i skog innenfor oppfølgingen av St.meld. 42 (2000–01).

Innenfor et **utvidet perspektiv på intensiv overvåking av biologisk mangfold**, uten spesifikk referanse til påvirkningsfaktor, anbefaler utredningsgruppa:

- **(Anbefaling 14)** at det vurderes å opprette et nettverk av flater på en grovere arealskala enn *Nasjonalt nettverk for overvåking i blåbærdominert naturskog*, med formål overvåking av generelle effekter på biologisk mangfold i skog, herunder effekter av skogbruk og ulike forvaltningsregimer.

I denne forbindelse anbefaler utredningsgruppa:

- **(Utredning 12)** at det utredes hvordan registreringene i MiS-områdene i 1997–98 kan videreutvikles til et kostnadseffektivt opplegg for intensiv overvåking av det totale biologiske mangfoldet i utvalgte organismegrupper på utvalgte substrater i skog på en grov skala, slik at første reanalyse kan utføres etter 10 år (i 2007–08).

REFERANSER

- Andreassen, K., Clarke, N., Røsberg, I., Timmermann, V. & Aas, W. 2004. Intensiv skogovervåking i 2003. Resultater fra ICP Forests Level 2 flater i Norge. - Akt. Skogforsk. 2004: 1-20.
- Anfossi, D., Sandroni, S. & Viarango, S. 1991. Tropospheric ozone in the nineteenth century: the Moncalieri series. - J. Geophys. Res. 96: 17349-17352.
- Anonym. 1996. Skog 96. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Norge. - Norsk Inst. Jord-Skogkartlegging. Ås.
- Anonym. 1997. Stortingsmelding 58 (1996-97). Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling. - Miljøverndepartementet. Oslo.
- Anonym. 1998. Plan for overvåking av biologisk mangfold. - Dir. Naturforv. Rapp. 1998: 1-170.
- Anonym. 2001. Stortingsmelding 42 (2000-01). Biologisk mangfold. Sektoransvar og samordning. - Miljøverndepartementet. Oslo.
- Anonym. 2002a. Innstilling til Stortinget nr. 206 (2001-2002). Innstilling fra energi- og miljøkomiteén om biologisk mangfold. Sektoransvar og samordning. St.meld. nr. 42 (2000-2001). - Miljøverndepartementet. Oslo.
- Anonym. 2002b. Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold. Rapport fra arbeidsgruppe for skog. - <http://www.dirnat.no/wbch3.exe?p=2641>. Direktoratet for naturforvaltning.
- Anonym. 2002c. Work Programme. Sub-priority 1.1.6.3. Global change and ecosystems, Call 1|. Reference No. f3_wp_200201_en. - European Commission. Brussel.
- Anonym. 2003a. Lange tidsserier for miljøovervåking og forskning. Rapport nr. 2. Viktige terrestriske og limniske dataserier. - Norges forskningsråd. Oslo.
- Anonym. 2003b. Stortingsmelding 25 (2002-03). Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand. - Miljøverndepartementet. Oslo.
- Anonym. 2004a. Miljøvernforvaltningens kunnskapsbehov, 2005-209. - Miljøverndepartementet. Oslo.
- Anonym. 2004b. Stortingsproposisjon 1 (2004-05). Framlegg til statsbudsjett. - Miljøverndepartementet. Oslo.
- Aune, E. I. 1973. Forest vegetation in Hemne, Sør-Trøndelag, Western Central Norway. - K. Norske Vidensk. Selsk. Mus. Miscellanea 12: 1-87.
- Bakkestuen, V., Brattbakk, I., Erikstad, L., Stabbetorp, O. E., Wilmann, B. & Aarrestad, P. A. 2003. Terrestrisk naturovervåking. Markvegetasjon, epifytter, smånagere og fugl i TOV-områdene, 2002. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Møsvatn - reanalyser 2002. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 793: 12-17.
- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E., Erikstad, L., Wilmann, B., Brattbakk, I. & Sørli, R. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Lund og Åmotsdalen - reanalyser 2001. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 758: 1-42.
- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Framstad, E. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark - reanalyser 2000. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 700: 1-41.
- Baumann, C., Gjerde, I., Blom, H. H., Sætersdal, M., Nilsen, J. E., Løken, B. & Ekanger, I. eds. 2001. Miljøregistrering i skog - biologisk mangfold. Håndbok i registrering av livsmiljøer i skog. Hefte 3. Instruks for registrering 2001. - Skogforsk & Landbruksdepartementet. Ås.
- Bendiksen, E., Bakkestuen, V., Erikstad, L., Stabbetorp, O. E., Eilertsen, O. and Wilmann, B. 2004. Miljøundersøkelser i Østmarka. Overvåking av vegetasjonen i influensområdet til Romeriksporten 1998-2003. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. in press.

- Bergfur, J., Carlsson, A. L. M. & Milberg, P. 2004. Phenological changes within a growth season in two semi-natural pastures in southern Sweden. - *Annls Bot. Fenn.* 41: 15-25.
- Binkley, D. & Högberg, P. 1997. Does atmospheric deposition of nitrogen threaten Swedish forests? - *For. Ecol. Mgmt.* 92: 119-152.
- Børset, O. 1985. *Skogskjøtsel. I. Skogøkologi.* - Landbruksforlaget. Oslo.
- Brandrud, T. E., Bakkestuen, V. & Aarrestad, P. A. 2001. Terrengekalkingsprosjektet. Terrengekalking for å avgifte surt overflatevann. Årsrapport 2000. Terrengekalking i Suldal, Rogaland - effekter på vegetasjon og sopp. - *Dir. Naturforv. Notat* 2001: 57-76.
- Brandrud, T. E., Bakkestuen, V., Bendiksen, E., Eilertsen, O. & Aarrestad, P. A. 2003. Terrengekalking i Gjerstad, Aust-Agder. Effekter på skogsvegetasjon og sopp. - *Norsk Inst. Naturforsk. Fagrapp.* 75: 1-79.
- Braun-Blanquet, J., Sissingh, G. & Vlieger, J. 1939. Klasse der Vaccinio-Piceetea. - *Prodromus PflGes.* 6: 1-123.
- Bruteig, I. E. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjon i Solhomfjell og Børgefjell 2000. - *Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld.* 703: 1-39.
- Bruteig, I. E., Eilertsen, O., Kålås, J. A., Løbersli, E., Myklebust, I., Tørseth, K., Økland, R. H. & Aamlid, D. 1997. *Natur i endring: Terrestrisk naturovervåking 1990-95.* - Trondheim. Dir. Naturforvaltning.
- Busby, J. R. & Whitfield, D. W. A. 1978. Water potential, water content, and net assimilation of some boreal forest mosses. - *Can. J. Bot.* 56: 1551-1558.
- Callaert, G., Cools, N., Delanote, V., de Vos, B., Groenemans, R., Langouche, D., Roskams, O., Scheldeman, X., van Mechelen, L. & van Ranst, E. 2003. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part IIIa. Sampling and analysis of soil. Part IIIb. Soil solution collection and analysis. Update 6/2003. - United Nations Economic Commission for Europe. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests). Hamburg.
- Cappuccino, N., Lavertu, D., Bergeron, Y. & Régnière, J. 1998. Spruce budworm impact, abundance and parasitism rate in a patchy landscape. - *Oecologia* 114: 236-242.
- de Grandpré, L., Gagnon, L. & Bergeron, Y. 1993. Changes in the understorey of Canadian southern boreal forest after fire. - *J. Veg. Sci.* 4: 803-810.
- DeLuca, T. H., Nilsson, M.-C. & Zackrisson, O. 2002. Nitrogen mineralization and phenol accumulation along a fire chronosequence in northern Sweden. - *Oecologia* 133: 206-214.
- Diekmann, M. 1995. Use and improvement of Ellenberg's indicator values in deciduous forests of the Boreo-nemoral zone in Sweden. - *Ecography* 18: 178-189.
- Dobbertin, M. 2004. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part V. Estimation of growth and yield. Update 6/2004. - United Nations Economic Commission for Europe. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests). Hamburg.
- Eichhorn, J. udatert. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part II. Visual assessment of crown condition and submanual on visual assessment of crown condition on intensive monitoring plots. - United Nations Economic Commission for Europe. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests). Hamburg.
- Eilertsen, O. & Brattbakk, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Øvre Dividal nasjonalpark. - *Norsk Inst. Naturforsk.*

- Oppdragsmeld. 286: 1-82.
- Eilertsen, O. & Fremstad, E. 1994. Miljøovervåking Tjeldbergodden, jord- og vegetasjonsundersøkelser. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 278: 1-30.
- Eilertsen, O. & Fremstad, E. 1995. Miljøovervåking Tjeldbergodden og Terningvatn: Jord- og vegetasjonsundersøkelser 1993-94. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 391: 1-38.
- Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutulia nasjonalpark. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 285: 1-69.
- Eilertsen, O. & Stabbetorp, O. 1997. Terrestisk naturovervåking: Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 408: 1-81.
- Eilertsen, O., Stabbetorp, O. & Bendiksen, E. 1996. Variasjon i kalkspredningen og vegetasjonseffekter. - Akt, Skogforsk. 1996: 17-20.
- Eilertsen, O., Stabbetorp, O. E., Aarrestad, P. A. & Bakkestuen, V. 1998. Skogkalking med grovdolomitt - effekter på vegetasjon. - Akt, Skogforsk 1998: 35-44.
- Ellenberg, H. 1978. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. - Fischer. Stuttgart.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V. & Werner, W. 2001. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scr. Geobot. 18, ed. 3: 1-262.
- Emberson, L. D., Ashmoore, M. R., Cambridge, H. M., Simpson, D. & Tuovonen, J.-P. 2000. Modelling stomatal ozone flux across Europe. - Environm. Pollut. 109: 403-413.
- Eriksson, O. & Ehrlén, J. 1992. Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations. - Oecologia 91: 360-364.
- Falkengren-Grerup, U. 1986. Soil acidification and vegetation changes in deciduous forest in southern Sweden. - Oecologia 70: 339-347.
- Falkengren-Grerup, U. 1989. Soil acidification and its impact on ground vegetation. - Ambio 18: 179-183.
- Falkengren-Grerup, U. 1995. Long-term changes in flora and vegetation in deciduous forests of southern Sweden. - Ecol. Bull. 44: 215-226.
- Falkengren-Grerup, U. & Schöttelndreier, M. 2004. Vascular plants as indicators of nitrogen enrichment in soils. - Pl. Ecol. 172: 51-62.
- Falkengren-Grerup, U. & Tyler, G. 1993. Experimental evidence for the relative sensitivity of deciduous forest plants to high soil acidity. - For. Ecol. Mgmt 60: 311-326.
- Framstad, E., Bakkestuen, V., Bruteig, I. E., Kålås, J. A., Nygård, T. & Økland, R. H. 2003. Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking 1990-2002. - Norsk Inst. Naturforsk. Temahefte 24: 1-30.
- Framstad, E. & Kålås, J. A. 2001. TOV 2000. Nytt program for overvåking av biologisk mangfold på land - basert på videreutvikling av dagens TOV. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 702: 1-49.
- Fremstad, E. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 42: 1-35.
- Fremstad, E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1991. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 83: 1-26.
- Fremstad, E. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1992. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 148: 1-23.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. - Norsk Inst. Naturforsk. Temahefte 12: 1-279.
- Gerhardt, K. & Kellner, O. 1986. Effects of nitrogen fertilizers on the field- and bottomlayer species in some Swedish coniferous forests. - Meddn Växtbiol. Instn Uppsala 1986: 1-47.
- Gjerde, I. & Baumann, C. eds. 2002. Miljøregistreringer i skog - biologisk mangfold. Hovedrapport. - Ås. Skogforsk.
- Gjerde, I., Sætersdal, M., Rolstad, J., Blom, H. H. & Storaunet, K. O. 2004. Fine-scale diversity

- and rarity hotspots in northern forests. - *Conserv. Biol.* 18: 1032-1042.
- Harper, J. L. 1977. Population biology of plants. - Academic Press. London.
- Haußmann, T. & Lorenz, M. 2004. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part I. Mandate of ICP Forests and programme implementation. Update 06/2004. - United Nations Economic Commission for Europe. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests). Hamburg.
- Hawkes, J. C., Pyatt, D. G. & White, I. M. S. 1997. Using Ellenberg indicator values to assess soil quality in British forest from ground vegetation: a pilot study. - *J. Appl. Ecol.* 34: 375-387.
- Hofgaard, A. 1993. 50 years of change in a Swedish boreal old-growth *Picea abies* forest. - *J. Veg. Sci.* 4: 773-782.
- Horntvedt, R., Aamlid, D., Rørå, A. and Joranger, E. 1992. Monitoring programme for forest damage. An overview of the Norwegian programme. - *Norw. J. Agr. Sci.* 6: 1-17.
- Hylen, G. & Larsson, J. Y. 2004. Landsrepresentativ overvåking av skogens vitalitet i Norge 1989-2003. - Norsk Inst. Skogkartlegging Rapp. 1: 1-66.
- Hörnberg, G., Ohlson, M. & Zackrisson, O. 1997. Influence of bryophytes and microrelief conditions on *Picea abies* seed regeneration patterns in boreal old-growth swamp forests. - *Can. J. For. Res.* 27: 1015-1023.
- Ihlen, P. G., Gjerde, I. & Sçetersdal, M. 2001. Structural indicators of richness and rarity of epiphytic lichens on *Corylus avellana* in two different forest types within a nature reserve in south-western Norway. - *Lichenologist* 33: 215-229.
- Inghe, O. & Tamm, C. O. 1985. Survival and flowering of perennial herbs. IV. The behaviour of *Hepatica nobilis* and *Sanicula europaea* on permanent plots during 1943-1981. - *Oikos* 45: 400-420.
- Kellner, O. & Redbo-Torstensson, P. 1995. Effects of elevated nitrogen deposition on the field-layer vegetation in coniferous forests. - *Ecol. Bull.* 44: 227-237.
- Kennedy, K. A. & Addison, P. A. 1987. Some consideration for the use of visual estimates of plant cover in biomonitoring. - *J. Ecol.* 75: 151-157.
- Kercher, S. M., Frieswyk, C. B. & Zedler, J. B. 2003. Effects of sampling teams and estimation methods on the assessment of cover. - *J. Veg. Sci.* 14: 899-906.
- Kielland-Lund, J. 1981. Die Waldgesellschaften SO-Norwegians. - *Phytocoenologia* 9: 53-250.
- Koenig, W. D., Kelly, D., Sork, V. L., Duncan, R. P., Elkinton, J. S., Peltonen, M. S. & Westfall, R. D. 2003. Dissecting components of population-level variation in seed production and the evolution of masting behaviour. - *Oikos* 102: 581-591.
- Lawesson, J., Eilertsen, O., Diekmann, M., Reinikainen, A., Gunnlaugsdóttir, E., Fosaa, A. M., Carøe, I., Skov, F., Groom, G., Økland, R. H., Økland, T., Andersen, P. N. & Bakkestuen, V. 2000. A concept for vegetation studies and monitoring in the Nordic countries. - *Tema Nord* 517: 1-125.
- Lawesson, J. E. 2003. pH optima for Danish forest species compared with Ellenberg reaction values. - *Folia Geobot.* 38: 403-418.
- Lawesson, J. E., Fosaa, A. M. & Olsen, E. 2003. Calibration of Ellenberg indicator values for the Faroe Islands. - *Appl. Veg. Sci.* 6: 53-62.
- Løbersli, E. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. - *Dir. Naturforv. Rapp.* 1989: 1-98.
- Meagher, T. R. & Antonovics, J. 1982. The population biology of *Chamaelirium luteum*, a dioecious member of the lily family: life history studies. - *Ecology* 63: 1690-1700.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. - Statens Kartverk. Hønefoss.
- Mork, E. 1968. Økologiske undersøkelser i fjellskogen i Hirkjølen forsøksområde. - *Meddr Norske Skogforsvesen* 25: 463-614.

- Mork, E. & Heiberg, H. H. H. 1937. Om vegetasjonen i Hirkjølen forsøksområde. - Meddr Norske Skogforsvesen 5: 614-684.
- Nault, A. & Gagnon, D. 1993. Ramet demography of *Allium tricoccum*, a spring ephemeral, perennial forest herb. - J. Ecol. 81: 101-119.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. - Cons. Biol. 4: 355-364.
- Nygaard, P. H. & Ødegaard, T. 1999. Sixty years of vegetation dynamics in a south boreal coniferous forest in southern Norway. - J. Veg. Sci. 10: 5-16.
- Odell, G. & Ståhl, G. 1998. Vegetationsförändringar i skogsmark från 1980-talet till 1990-talet - resultat från den landsomfattande Ståndortskarteringen. - Svensk Bot. Tidskr. 92: 227-232.
- Ohlson, M. 1995. Growth and nutrient characteristics in bog and fen populations of Scots pine (*Pinus sylvestris*). - Pl. Soil 172: 235-245.
- Ohlson, M. 1999. Differentiation in adaptive traits between neighbouring bog and mineral soil populations of Scots pine *Pinus sylvestris*. - Ecography 22: 178-182.
- Ohlson, M., Økland, R. H., Nordbakken, J.-F. & Dahlberg, B. 2001. Fatal interactions between Scots pine and *Sphagnum* mosses in bog ecosystems. - Oikos 94: 425-432.
- Ohlson, M. & Tryterud, E. 1999. Long-term spruce forest continuity - a challenge for a sustainable Scandinavian forestry. - For. Ecol. Mgmt 124: 27-34.
- Ohlson, M. & Zackrisson, O. 1992. Tree establishment and microhabitat relationships in north Swedish peatlands. - Can. J. For. Res. 22: 1869-1877.
- Peterken, G. F. 1996. Natural woodland, Ecology and conservation in northern temperate regions. - Cambridge University Press. New York.
- Post, E. 2003. Large-scale climate synchronizes the timing of flowering by multiple species. - Ecology 84: 277-281.
- Potter, J. A., Press, M. C., Callaghan, T. V. & Lee, J. A. 1995. Growth responses of *Polytrichum commune* and *Hylocomium splendens* to simulated environmental change in the sub-arctic. - New Phytol. 131: 533-541.
- Prestø, T. & Holien, H. 2001. Forvaltning av lav og moser i boreal regnskog. - Norg. Tekn.-Naturvit. Univ. VitenskMus. Rapp. Bot. Ser. 2001: 1-77.
- Rodenkirchen, H. 1998. Evidence for a nutritional disorder of *Oxalis acetosella* L. on acid forest soils - I. Control situation and effects of dolomitic liming and acid irrigation. - Pl. Soil 199: 141-152.
- Rodvelt, O. & Sekse, L. 1980. Eit forslag til sosiologisk inndeling av blåbærdominert vegetasjon i Sør-Noreg. - K. Norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1980: 103-117.
- Rolstad, J., Framstad, E., Gundersen, V. & Storaunet, K. O. 2002. Naturskog i Norge. Definisjoner, økologi og bruk i norsk skog- og miljøforvaltning. - Akt. Skogforsk. 2002: 1-53.
- Rolstad, J., Gjerde, I., Storaunet, K. O. and Rolstad, E. 2001. Epiphytic lichens in Norwegian coastal spruce forests: historic logging and present forest structure. - Evol. Appl. 11: 421-436.
- Rolstad, J., Sætersdal, M., Gjerde, I. & Storaunet, K. O. 2004. Wood-decaying fungi in boreal forest: are species richness and abundances influenced by small-scale spatiotemporal distribution of dead wood? - Biol. Conserv. 117: 539-555.
- Rydgren, K., Økland, T., Økland, R. H. & Storaunet, K. O. 1999. Hogstpåvirkning på biologisk mangfold og undervegetasjonens sammensetning i granskog. - Norsk Inst. Jord-Skogkartlegging Rapp. 1999: 1-35.
- Schaffers, A. P. & Sýkora, K. V. 2000. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. - J. Veg. Sci. 11: 225-244.
- Seip, H. M., Aagaard, P., Angell, V., Eilertsen, O., Larsen, T., Lydersen, E., Mulder, J., Muniz,

- I. P., Semb, A., Tang, D., Vogt, R. D., Xiao, J., Xiong, J., Zhao, D. & Kong, G. 1999. Acidification in China: assessment based on studies at forested sites from Chongqing to Guangzhou. - *Ambio* 28: 522-528.
- Selås, V. 2000. Seed production of a masting dwarf shrub, *Vaccinium myrtillus*, in relation to previous reproduction and weather. - *Can. J. Bot.* 78: 423-429.
- Sernander, R. 1936. Granskär och Fiby urskog. En studie över stormluckornas och marbuskarnas betydelse i den svenska granskogens regeneration. - *Acta Phytogeogr. Suec.* 8: 1-232.
- Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. - *Acta for. Fenn.* 62: 1-408.
- Skre, O. & Oechel, W. C. 1981. Moss functioning in different taiga ecosystems in interior Alaska. I. Seasonal, phenotypic, and drought effects on photosynthesis and response patterns. - *Oecologia* 48: 50-59.
- Solberg, S., Andreassen, K., Clarke, N., Tørseth, K., Tveito, O. E., Strand, G. H. & Tomter, S. 2004. The possible influence of nitrogen and acid deposition on forest growth in Norway. - *For. Ecol. Mgmt* 192: 241-249.
- Solberg, S., Andreassen, K., Hysten, G. & Aas, W. 2003. Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 2002. - *Rapp. Skogforsk.* 2003: 1-24.
- Solberg, S., Breivik, K., Clarke, N., Groeggen, T., Røsberg, I., Tørseth, K., Aamlid, D. & Aas, W. 1999. Intensive skogovervåkingsflater. Resultater fra 1998. - *Akt. Skogforsk.* 1999: 1-24.
- Solberg, S., Clarke, N., Røsberg, I., Aamlid, D. & Aas, W. 2001. Intensive skogovervåkingsflater. Resultater fra 2000. - *Akt. Skogforsk.* 2001: 1-22.
- Stålfelt, M. G. 1937. Die bedeutung der Vegetation im Wasserhaushalt des Bodens. - *Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr.* 35: 161-195.
- Stålfelt, M. G. 1944. Granens vattenförbrukning och dess inverkan på vattenomsättningen i marken. - *Akad. Tidskr.* 6: 425-505.
- Stefan, K., Raitio, H., Bartels, U. & Fürst, A. 2000. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part IV. Sampling and analysis of needles and leaves. Update 5/2000. - United Nations Economic Commission for Europe. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests).
- Storaunet, K. O., Rolstad, J., Gjerde, I. & Rolstad, E. 1998. Nyere skoghistorie og forekomst av utvalgte lavarter i kystgranskog i Namdalen. - *Rapp. Skogforsk Suppl.* 4: 1-102.
- Storaunet, K. O., Rolstad, J. and Groven, R. 2000. Reconstructing 100-150 years of logging history in coastal spruce forest (*Picea abies*) with special conservation values in central Norway. - *Scand. J. For. Res.* 15: 591-604.
- Sætersdal, M., Gjerde, I. & Blom, H. H. 2004. Indicator species and the problem of spatial inconsistency in nestedness patterns. - *Biol. Conserv.* in press.
- Sætersdal, M., Gjerde, I., Blom, H. H., Ihlen, P. G., Myrseth, E. W., Pommeresche, R., Skartveit, J., Solhøy, T. & Aas, O. 2003. Vascular plants as a surrogate species group in complementary site selection for bryophytes, macrolichens, spiders, carabids, staphylinids, snails, and wood living polypore fungi in a northern forest. - *Biol. Conserv.* 115: 21-31.
- Tamm, C. O. 1948. Observations on reproduction and survival of some perennial herbs. - *Bot. Not.* 101: 305-321.
- Tamm, C. O. 1953. Growth, yield and nutrition in carpets of a forest moss (*Hylocomium splendens*). - *Meddn St. SkogforskInst.* 43: 1-140.
- Tamm, C. O. 1956. Further observations on the survival and flowering of some perennial herbs. - *Oikos* 7: 274-292.
- Tamm, C. O. & Hallbäcken, L. 1986. Changes in soil pH over a 50-year period under different

- forest canopies in SW Sweden. - *Wat. Air Soil Pollut.* 31: 331-334.
- ter Braak, C. J. F. & Prentice, I. C. 1988. A theory of gradient analysis. - *Adv. Ecol. Res.* 18: 271-317.
- Thunes, J. H., Midtgaard, F. & Gjerde, I. 2000. Diversity of coleoptera of the bracket fungus *Fomitopsis pinicola* in a Norwegian spruce forest. - *Biodiv. Conserv.* 9: 833-852.
- Thunes, K. H., Skarveit, J. & Gjerde, I. 2003. The canopy arthropods of old and mature pine *Pinus sylvestris* in Norway. - *Ecography* 26: 490-502.
- Timonen, U., Huttunen, S. & Manninen, S. 2004. Ozone sensitivity of wild field layer plant species of northern Europe. A review. - *Pl. Ecol.* 172: 27-39.
- Tørseth, K. & Pedersen, U. 1994. Deposition of sulphur and nitrogen components in Norway 1988-1992. - *Norsk Inst. Luftforsk. Oppdragsrapp.* 1994: 1-33.
- Tryterud, E. 2003. Forest fire history in Norway: from fire-disturbed pine forests to fire-free spruce forests. - *Ecography* 26: 161-170.
- Tryterud, E. & Ohlson, M. 1997. Skogshistorikk - nyttig verktøy i skogforvaltningen. - *Fagnytt Naturforvaltning* 4: 1-4.
- van der Maarel, E. 1993. Some remarks on disturbance and its relations to diversity and stability. - *J. Veg. Sci.* 4: 733-736.
- Vevle, O. & Aase, K. 1980. Om bruk av økologiske faktortall i norske plantesamfunn. - *K. Norske VitenskSelsk. Mus. Rapp. Bot. Ser.* 1980: 178-201.
- Wamelink, G. W. W., Joosten, V., van Dobben, H. F. & Berendse, F. 2002. Validity of Ellenberg indicator values judged from physico-chemical field measurements. - *J. Veg. Sci.* 13: 269-278.
- Wamelink, G. W. W., van Dobben, H. F. & Berendse, F. 2003. Apparently we do need phytosociological classes to calibrate Ellenberg indicator values! - *J. Veg. Sci.* 14: 619-620.
- Wilmann, B. & Engen, S. 1991. Valg av rutestørrelse og analysemetode for de faste prøveflatene. - *Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld.* 91: 8-12.
- Witte, J. P. M. & von Asmuth, J. R. 2003. Do we really need phytosociological classes to calibrate Ellenberg indicator values? - *J. Veg. Sci.* 14: 615-618.
- Wittig, R., Ballach, H.-J. & Brandt, C. J. 1985. Increase of number of acid indicators in the herb layer of the millet grass-beech forest of the Westphalian Bight. - *Angew. Bot.* 59: 219-232.
- Wittig, R. & Neite, H. 1985. Acid indicators around the trunk base of *Fagus sylvatica* in limestone and loess beechwoods: distribution pattern and phytosociological problems. - *Vegetatio* 64: 113-119.
- Økland, R. H. 1990. Regional variation in SE Fennoscandian mire vegetation. - *Nord. J. Bot.* 10: 285-310.
- Økland, R. H. 1990. Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia. - *Sommerfeltia Suppl.* 1: 1-233.
- Økland, R. H. 1994. Reanalyse av permanente prøveflater i granskog i overvåkingsområdet Solhomfjell 1993. - *Utredn. Dir. Naturforv.* 1994: 1-37.
- Økland, R. H. 1995a. Bryophyte and lichen persistence patterns in a Norwegian boreal coniferous forest. - *Lindbergia* 19: 50-62.
- Økland, R. H. 1995b. Persistence of vascular plants in a Norwegian boreal coniferous forest. - *Ecography* 18: 3-14.
- Økland, R. H. 1995c. Population biology of the clonal moss *Hylocomium splendens* in Norwegian boreal spruce forests. I. Demography. - *J. Ecol.* 83: 697-712.
- Økland, R. H. 1995d. Changes in the occurrence and abundance of plant species in a Norwegian boreal coniferous forest, 1988-1993. - *Nord. J. Bot.* 15: 415-438.
- Økland, R. H. 1997. Population biology of the clonal moss *Hylocomium splendens* in Norwegian boreal spruce forests. III. Six-year demographic variation in two areas. - *Lindbergia* 22: 49-68.

- Økland, R. H. 2000a. Population biology of the clonal moss *Hylocomium splendens* in Norwegian boreal spruce forests. 5. Consequences of the vertical position of individual shoot segments. - *Oikos* 88: 449-469.
- Økland, R. H. 2000b. Understorey vegetation development in North Finnish feathermoss-spruce forests after disturbance: re-analysis of Sirén's data. - *J. Veg. Sci.* 11: 533-546.
- Økland, R. H. 2002. Vegetasjon. - In: Anonymous (Ed.), *Sur nedbør - tilførsel og virkning*. Landbruksforlaget, Oslo, pp. 105-154.
- Økland, R. H. & Bakkestuen, V. 2004. Fine-scale spatial patterns in populations of the clonal moss *Hylocomium splendens* partly reflect structuring processes in the boreal forest floor. - *Oikos* 106: 565-575.
- Økland, R. H. & Bendiksen, E. 1985. The vegetation of the forest-alpine transition in the Grunningsdalen area, Telemark, SE Norway. - *Sommerfeltia* 2: 1-224.
- Økland, R. H. & Eilertsen, O. 1993. Vegetation-environment relationships of boreal coniferous forests in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. - *Sommerfeltia* 16: 1-254.
- Økland, R. H. & Eilertsen, O. 1996. Dynamics of understory vegetation in an old-growth boreal coniferous forest, 1988-1993. - *J. Veg. Sci.* 7: 747-762.
- Økland, R. H. & Nordbakken, J.-F. 2004. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal barskog i Solhomfjell - fjerde gangs reanalyse 2003. - *Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 839*: in press.
- Økland, R. H., Rydgren, K. & Økland, T. 1999. Single-tree influence on understory vegetation in a Norwegian boreal spruce forest. - *Oikos* 87: 488-498.
- Økland, R. H., Rydgren, K. & Økland, T. 2003. Plant species composition of boreal spruce swamp forests: closed doors and windows of opportunity. - *Ecology* 84: 1909-1919.
- Økland, R. H., Skrindo, A. & Hansen, K. T. 2000. Endringer i trærns vekst og vitalitet, vegetasjon og humuslagets kjemiske og fysiske egenskaper i barskog i overvåkingsområdet Solhomfjell, 1988-1998. - *Bot. Hage Mus. Univ. Oslo Rapp.* 5: 1-76.
- Økland, R. H. & Økland, T. 1996. Population biology of the clonal moss *Hylocomium splendens* in Norwegian boreal spruce forests. II. Effects of density. - *J. Ecol.* 84: 63-69.
- Økland, R. H., Økland, T. & Rydgren, K. 2001. Vegetation-environment relationships of boreal spruce swamp forests in Østmarka Nature Reserve, SE Norway. - *Sommerfeltia* 29: 1-190.
- Økland, T. 1988. An ecological approach to the investigation of a beech forest in Vestfold, SE Norway. - *Nord. J. Bot.* 8: 375-407.
- Økland, T. 1989. Program "Overvåking av skogens sunnhetstilstand": Vegetasjonsøkologisk overvåking av boreal barskog i Norge. I. Rausjømarka i Akershus. - *Ås. Norsk Inst. for Jord. og Skogkartlegging*.
- Økland, T. 1990. Vegetational and ecological monitoring of boreal forests in Norway. I. Rausjømarka in Akershus county, SE Norway. - *Sommerfeltia* 10: 1-52.
- Økland, T. 1996. Vegetation-environment relationships of boreal spruce forest in ten monitoring reference areas in Norway. - *Sommerfeltia* 22: 1-349.
- Økland, T., Bakkestuen, V., Økland, R. H. & Eilertsen, O. 2001. Vegetasjonsendringer i Nasjonalt nettverk av flater for intensivovervåking i skog. - *Norsk Inst. Jord-Skogkartlegging Rapp.* 2001: 1-46.
- Økland, T., Bakkestuen, V., Økland, R. H. & Eilertsen, O. 2004a. Changes in forest understory vegetation in Norway related to long-term soil acidification and climatic change. - *J. Veg. Sci.* 15: 437-448.
- Økland, T., Økland, R. H., Bratli, H. & Eilertsen, O. 2004b. Nasjonalt nettverk av flater for intensivovervåking i skog: Endringer i planteartmangfold i granskog i perioden 1988-2002. - *Norsk Inst. Jord- Skogkartlegging Rapp.* 2004: 1-55.
- Økland, T., Rydgren, K., Økland, R. H., Storaunet, K. O. & Rolstad, J. 2003. Variation in environmental conditions, understory species richness, abundance and composition among

- natural and managed *Picea abies* forest stands. - For. Ecol. Mgmt 177: 17-37.
- Östlund, L., Zackrisson, O. & Axelsson, A. L. 1997. The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century. - Can. J. For. Res. 27: 1198-1206.
- Aamlid, D., Vassilieva, N., Aarrestad, P. A., Gytarsky, M. L., Lindmo, S., Karaban, R., Korotkov, V., Rindal, T., Kuzmicheva, V. & Venn, K. 2000. The ecological state of the ecosystems in the border areas between Norway and Russia. - Boreal Environm. Res. 5: 257-258.
- Aamlid, D., Venn, K. & Stuanes, A. O. 1990. Forest decline in Norway: monitoring results, international links and hypotheses. - Norw. J. Agr. Sci. 4: 1-27.
- Aamlid, D. et al. 2002. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part VIII. Assessment of ground vegetation. Update 6/2002. - United Nations Economic Commission for Europe. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests). Hamburg.
- Aarrestad, P. A. & Aamlid, D. 1999. Vegetation monitoring in South-Varanger, Norway - species composition of ground vegetation and its relation to environmental variables and pollution impact. - Environm. Monit. Assessment 58: 1-21.
- Aarrestad, P. A. & Bakkestuen, V. 2001. Terrengkalkingsprosjektet. Terrengkalking for å avgifte surt overflatevann. Årsrapporter 1998 og 1999. Terrengkalking i Flekke-Guddalsvassdraget - effekter på vegetasjon og jord i 1999, ett år etter kalking. - Dir. Naturforv. Notat 2001: 105-118|.
- Aarrestad, P. A., Bakkestuen, V. & Eilertsen, O. 1999. Terrengkalking i Flekke-Guddal, Sogn og Fjordane - undersøkelse av vegetasjon og jord før kalking. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 600: 1-74.
- Aarrestad, P. A. & Wilmann, B. 2002. Miljøovervåking på Tjeldbergodden og Terningvatn: overvåking av vegetasjon og næringsforhold i jord i 1993/94 og 2001. - Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 742: 1-45.

Vedlegg 1. **Vegetasjonsregistreringer** i intensiv overvåkingsflater i NINA, NIJOS og Skogforsk sin regi. Omløpstid: 5 år. a.o. = alle omløp

Intensiv- overvåkings- områder i forskjellige skogstyper	Ansv. inst.	Flate- stør- relse (m ²)	Ant. flater	Mengde-mål 1	Mengde- mål 2	Popu- la- sjons- biologi	Etab. år	Re- anal. 1	Re- anal. 2	Re- anal. 3	Utvalgs- kriterier
				Smårute-frekvens	% dek- ning						
Bjørkeskog											
Møsvatn, Te	NINA	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Nei	1992†	1997	2002		Tilfeldig innen storflater
Lund, VA	NINA	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Nei	1991†	1996	2001		Tilfeldig innen storflater
Gutulia, He	NINA	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Nei	1993	1998	2003		Tilfeldig innen storflater
Åmotsdalen, STr	NINA	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Nei	1991†	1996	2001		Tilfeldig innen storflater
Børgefjell, No	NINA	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Nei	1990†	1995	2000		Tilfeldig innen storflater
Dividalen, Tr	NINA	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Nei	1993	1998	2003		Tilfeldig innen storflater
Granskog											
Paulen, VA	NIJOS	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Etasjemose	1990	1995	2000		Tilfeldig innen storflater
Solhomfjell, AA	NIJOS/ UiO	1	61 (+ 59**)	16 småruter; a.o.	Fra 1993	Etasjemose	1988	1993	1998	2003	Tilfeldig langs transekter
Grytdalen, Te	NIJOS	1	50	16 småruter; a.o.	Fra 1993	Etasjemose	1988	1993	1998	2003	Tilfeldig innen storflater
Lundsneset, Øf	NIJOS	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Nei	1992	1997	2002		Tilfeldig innen storflater
Rausjømarka, Ak	NIJOS	1	50	16 småruter; a.o.	Fra 1993	Etasjemose	1988	1993	1998	2003	Tilfeldig innen storflater
Bringen, Bu	NIJOS	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Nei	1991	1996	2001		Tilfeldig innen storflater
Otterstadstølen, Ho	NIJOS	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Etasjemose	1989	1994	1999	2004	Tilfeldig innen storflater
Gutulia, He	NIJOS	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Etasjemose	1989	1994	1999	2004	Tilfeldig innen storflater
Urvatnet, STr	NIJOS	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Nei	1992	1997	2002		Tilfeldig innen storflater
Øyenskevelen, NTr	NIJOS	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Nei	1991	1996	2001		Tilfeldig innen storflater
Granneset, No	NIJOS	1	50	16 småruter; a.o.	A.o.	Etasjemose	1992	1997	2002		Tilfeldig innen storflater
Hobøl, Øf	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	2002				opsflate
Lardal, Vf.	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988□	1999			opsflate
Birkenes, AA	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988□	1991	1999	2003	opsflate
Søgne, Vest-A	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988□	2000			opsflate
Hurdal, Ak	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988□	1999			opsflate
Fagernes, Op	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1989□	1999			opsflate
Osen, He	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988□	1991	1998		opsflate
Nedstrand, Ro	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988□	2000			opsflate
Voss, Ho	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988□	1992	1998	2003	opsflate
Selbu, STr	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988□	1999			opsflate

Intensiv- overvåkings- områder i forskjellige skogstyper	Ansv. inst.	Flate- stør- relse (m ²)	Ant. flater	Mengde-mål 1	Mengde- mål 2	Popu-la- sjons- biologi	Etab. år	Re- anal. 1	Re- anal. 2	Re- anal. 3	Utvalgs- kriterier
				Smårute-frekvens	% dek- ning						
Høylandet, NTr.	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988☐	1998	2003		opsflate
Tustervatn, No	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988☐	1998	2003		opsflate
Prestebakke, Øf	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988☐	1998	(Ned blåst)		opsflate
Valle, AA	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1989☐	1998	Ned blåst		opsflate
Langtjern, Bu	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988☐	1991	1995	1998	opsflate
Dividalen, Tr	Skogforsk	1	40	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1988☐☐	1991			opsflate
Furuskog											
Solhomfjell	NIJOS / UiO	1	39 (+40)**	16 småruter a.o.	Fra 1993	Nei	1988	1993	1998	2003	Tilfeldig langs transekter
Kårvatn, MR	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1989☐	1991	1999		opsflate
Svanhovd, Fi	Skogforsk	1	50	25 småruter; 10 flater	A.o.	Nei	1989☐	2000			opsflate

*Prosent dekning ikke utført i 1988

** Bare 61 flater har vært reanalysert alle omløp, men ytterligere 59 flater analysert i 1988 OG 1993; 32 av 61 flater ble reanalysert hvert år i årene 1988-1993

*** Bare 39 flater reanalysert alle omløp, men ytterligere 40 flater analysert i 1988 og 1993; 18 av 39 flater ble reanalysert hvert år i årene 1988-1993

† Storfater kun utlagt i fattig homogene blåbærbjørkeskog-utforminger. Fire storfater byttet ut til fordel for andre utforminger i neste omdrev.

☐ 10 flater ble oppretta i 1988 eller 1989. Seinere ble 40 flater til etablert.

☐☐ 10 flater ble oppretta i 1988. Seinere ble 30 flater til etablert.

Vedlegg 2. **Treregistreringer** i intensiv overvåkingsflater i NINA, NIJOS og Skogforsk sin regi.

Intensiv-overvåkings-områder i forskjellige skogstyper	Ansv. inst.	Relaskopsum (omløp – flatestørr)	Diameter	Andre tilvekstvariabler	Vitalitet	Nålekjemi og strøfall	Driftsperiode
Bjørkeskog							
Møsvatn, Te	NINA	1. oml.	Alle trær i 10 makroflater 9×14 m (*), målinger gjort i 2004	Høyde, kronhøyde 2004	–	Nei	1992† –
Lund, VA	NINA	1. oml.	*, i 2004	Høyde, kronhøyde 2004	–	Nei	1991† –
Gutulia, He	NINA	1. oml.	*, i 2004	Høyde, kronhøyde 2004	–	Nei	1993 –
Åmotsdalen, STr	NINA	1. oml.	*, i 2004	Høyde, kronhøyde 2004	–	Nei	1991† –
Børgefjell, No	NINA	1. oml.	*, i 2004	Høyde, kronhøyde 2004	–	Nei	1990† –
Dividalen, Tr	NINA	–	*, i 2004	Høyde, kronhøyde 2004	–	Nei	1993 –
Granskog							
Paulen, VA	NIJOS	1–3. oml. 10 makrofl. 5×10 m (*)	Alle trær i 10 makroflater 9×14 m (*), 1–3. omløp	Høyde, kronhøyde m.m.; i hovedsak etter ICP forest level I (se T. Økland 1996; R. Økland & Eilertsen 1993) 1–3. oml. (*); alle trær i 10 makroflater 9×14 m	Kronetetthet, kronefarge, skader, m.m.; i hovedsak som i ICP forest level I (Se også T. Økland 1996; R. Økland & Eilertsen 1993) 1–3. oml. (*); alle trær i 10 makroflater 9×14 m	Nei	1990–
Solhomfjell, AA	NIJOS/ UiO	1. oml makrofl. 4×4 m (***)	1–4. oml. alle trær i utv. makrofl. 8×8 m (***), 61 utv. makroflater	*, alle trær i 61 utv. makrofl. 8×8 m	*, alle trær i 61 utv. makrofl. 8×8 m	Nei	1988–
Grytdalen, Te	NIJOS	*	*, 1–4. omløp	*, 10 makroflater 9×14 m	*, 10 makroflater 9×14 m	Nei	1988–
Lundsneset, Øf	NIJOS	*	*	*, 10 makroflater 9×14 m	*, 10 makroflater 9×14 m	Nei	1992–
Rausjømarka, Ak	NIJOS	*	*, 1–4. omløp	*, 10 makroflater 9×14 m	*, 10 makroflater 9×14 m	Nei	1988–
Bringen, Bu	NIJOS	*	*	*, 10 makroflater 9×14 m	*, 10 makroflater 9×14 m	Nei	1991–
Otterstadstølen, Ho	NIJOS	*	*	*, 10 makroflater 9×14 m	*, 10 makroflater 9×14 m	Nei	1989–
Gutulia, He	NIJOS	*	*, 1–4. omløp	*, 10 makroflater 9×14 m	*, 10 makroflater 9×14 m	Nei	1989–
Urvatnet, STr	NIJOS	*	*	*, 10 makroflater 9×14 m	*, 10 makroflater 9×14 m	Nei	1992–
Øyenskavelen, NTr	NIJOS	*	*	*, 10 makroflater 9×14 m	*, 10 makroflater 9×14 m	Nei	1991–
Granneset, No	NIJOS	*	*	*, 10 makroflater 9×14 m	*, 10 makroflater 9×14 m	Nei	1990–
Dividalen ,Tr	Skogforsk	4–5 revisjoner, storflata 1000 m ² (**)	4–5 revisjoner, storflata 1000 m ² (**)	4–5 revisjoner, storflata 1000 m ² ; trehøyde, kronhøyde, volum, grunnflate, tilvekst (**)	Årlige revisjoner; ca. 40 variabler i hht. ICP-forestmanualen (farge, skade, gren, blomst, stammesår, toppskudd, kroneforhold mm.), **	Ja	1987–2000
Tustervn, Ho	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1988–
Høylandet, NTr	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1987–2004
Selbu, STr	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1988–2004
Osen, He (gran/furu)	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1986–
Fagernes, Op	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1987–2003

Intensiv-overvåkings- områder i forskjellige skogstyper	Ansv. inst.	Relaskopsum (omløp – flatestørr)	Diameter	Andre tilvekstvariabler	Vitalitet	Nålek jemi og strøfa ll	Driftsperiode
Langtjern, Op	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1986–2004
Hurdal, Akh	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1996–
Prestebakke, Øf	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1986–2002
Hobøl, Øf	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	2002–2003
Lardal, Vf	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1988–
Valle, AA	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1988–2000
Birkenes, AA	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1986–
Søgne, VA	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1987–2004
Nedstrand, Ro	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1987–
Voss, Ho	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1987–
Furuskog							
Solhomfjell, AA	NIJOS/UiO	***	***, 39 utv. makrofl.	*, alle trær i 39 utv. makrofl. 8×8 m	*, alle trær i 39 utv. makrofl. 8×8 m	Nei	1988–
Svanhovd, Fi	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1986–2004
Kårvatn, MR	Skogforsk	**	**	**	**	Ja	1989–

Vedlegg 3. Økologiske variabler/forklaringsvariabler registrert i/ved intensiv overvåkingsflater i NINA, NIJOS og Skogforsk sin regi. Omløpstid: se Vedlegg 1. Treinnflytelsesindekser er ikke tatt med, da disse er basert på målte trevariabler (se Vedlegg 2). Ma = Makroflate (størrelse, se Vedlegg 2 og for Skogforsks områder i kolonna for Helning); Me = Mesoflate (1 m²); Ox = Omløp x.

Intensiv- overvåkings- områder i forskjellige skogstyper	Ansv. inst.	Topografiske variabler			Jordfysiske variabler			Jordkjemiske variabler						Drifts- periode
		Helning	Eksposi- sjon	Mikro- topografi	Jord- dybde	Jord- fuktig- het	Gløde- tap	Kationer (ICP- målinger av Ca, Mg, Na, K, Mn, Zn, Al, Fe, H+)	Utbytt- bare anioner (ICP målinger av P og S)	Total N	P- AL	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	
Bjørkeskog														
Møsvatn, Te	NINA	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	Me 2004	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	1992† –
Lund, VA	NINA	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	Me 2004	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	1991† –
Gutulia, He	NINA	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	Me 2004	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	1993 –
Åmotsdalen, STr	NINA	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	Me 2004	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	1991† –
Børgefjell, No	NINA	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	Me 2004	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	1990† –
Dividalen, Tr	NINA	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	Me 2004	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	1993 –
Granskog														
Paulen, VA	NIJOS	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	–	1990–
Solhomfjell, AA	NIJOS/ UiO	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-4 Me	O1-4 Me	O1-4 Me	O1-4 Me	O1-4 Me	O1-4 Me	–	1988–
Grytdalen, Te	NIJOS	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	–	1988–
Lundsneset, Øf	NIJOS	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	–	1992–
Rausjømarka, Ak	NIJOS	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	–	1988–
Bringen, Bu	NIJOS	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	–	1991–
Otterstadstølen, Ho	NIJOS	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	–	1989–
Gutulia, He	NIJOS	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	–	1989–
Urvatnet, STr	NIJOS	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	–	1992–
Øyenskavelen, NTr	NIJOS	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	–	1991–
Granneset, No	NIJOS	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	O1-2 Me	–	1990–
Dividalen ,Tr	Skogforsk	O1 Ma 746	O1 Ma	–	O1 Me	–	O1-3 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	–	O1-2 Ma+Me	O1-2 Me	1987–2000
Tustervn, Ho	Skogforsk	O1 Ma 630	O1 Ma	–	O1 Me	O1 Me	O1-3 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	–	O1(-3?) Ma+Me	O1-2 Me	1988–
Høylandet, NTr	Skogforsk	O1 Ma 1190	O1 Ma	–	O1 Me	O1 Me	O1-2 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	O1 Me	O1-2 Ma+Me	–	O1-2 Ma+Me	O1-2 Me	1987–2004
Selbu, STr	Skogforsk	O1 Ma 1023	O1 Ma	–	O1 Me	O1 Me	O1-2 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	O1 Me	O1-2 Ma+Me	–	O1-2 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	1988–2004
Osen, He (gran/furu)	Skogforsk	O1 Ma 3133	O1 Ma	–	O1 Me	O1 Ma	O1-4 Ma+Me	O1-5 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	O1-4 Ma+Me	–	O1(-4?) Ma+Me	O1-2 Me	1986–
Fagernes, Op	Skogforsk	O1 Ma 870	O1 Ma	–	O1 Me	O1 Me	O1-3 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	–	O1-2/3 Ma+Me	O1 Me	1987–2003
Langtjern, Op	Skogforsk	O1 Ma 985	O1 Ma	–	–	–	O1 Ma	O1 Ma	–	O1 Ma	–	O1 Ma	O1 Ma	1986–2004
Hurdal, Akh	Skogforsk	O1 Ma 1032	O1 Ma	–	O1 Me	O1 Me	O1-2 Ma+Me	O1 Ma	O1 Ma	O1-2 Ma+Me	–	O1-2 Ma+Me	O1 Ma	1996–
Prestebakke, Øf	Skogforsk	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1986–2002
Hobøl, Øf	Skogforsk	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2002–2003
Lardal, Vf	Skogforsk	O1 Ma 998	O1 Ma	–	O1 Me	O1 Me	O1-2 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	O1 Me	O1-2 Ma+Me	–	O1-2 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	1988–

Valle, AA	Skogforsk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1988-2000
Birkenes, AA	Skogforsk	O1 Ma 1118	O1 Ma	-	O1 Me	O1 Me	O1-5 Ma+Me	O1-7 Ma+Me	O1-6 Ma+Me	O1-5 Ma+Me	-	O1(-3?) Ma+Me	O1 Me	1986-
Søgne, VA	Skogforsk	O1 Ma 682	O1 Ma	-	O1 Me	O1 Me	O1-3 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	-	O1(-3?) Ma+Me	O1-2 Me	1987-2004
Nedstrand, Ro	Skogforsk	O1 Ma 588	O1 Ma	-	O1 Me	O1 Me	O1-3 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	-	O1(-3?) Ma+Me	O1-2 Ma+Me	1987-
Voss, Ho	Skogforsk	O1 Ma 1634	O1 Ma	-	O1 Me	O1 Me	O1-3 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	-	O1(-3?) Ma+Me	O1-2 Me	1987-
Furuskog														
Solhomfjell	NIJOS / UiO	O1 Ma+Me	O1 Ma+Me	O1 Me	O1 Me	O1 Me	O1-4 Me	O1-4 Me	O1-4 Me	O1-4 Me	O1-4 Me	O1-4 Me	-	1988-
Svanhovd, Fi	Skogforsk	O1 Ma 1160	O1 Ma	-	O1 Me	O1 Me	O1-2 Ma+Me	O1-3 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	-	O1 Me	O1-2 Me	1986-2004
Kårvatn, MR	Skogforsk	O1 Ma 2520	O1 Ma	-	O1 Me	O1 Me	O1-4 Ma+Me	O1-4 Ma+Me	O1-2 Ma+Me	O1-4 Ma+Me	-	O1(-4?) Ma+Me	O1-3 Me	1989-