

970 Naturindeksens dødvedindikatorer og artsmangfoldet av vedboende sopp

NINA Rapport

Tor Erik Brandrud
Olav Skarpaas
Anne Sverdrup-Thygeson



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Naturindeksens dødvedindikatorer og arts mangfoldet av vedboende sopp

Tor Erik Brandrud
Olav Skarpaas
Anne Sverdrup-Thygeson

Brandrud, T. E., Skarpaas, O. & Sverdrup-Thygeson, A. 2013.
Naturindeksens dødvedindikatorer og artsmangfoldet av ved-
boende sopp - NINA Rapport 970. 35 s.

Oslo, mai 2013

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2579-3

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Tor Erik Brandrud, NINA

KVALITETSSIKRET AV

Erik Framstad, NINA

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Erik Framstad (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Knut Simensen

FORSIDEBILDE

Granskog med konsentrasjon av dødved (læger) i alle nedbryt-
ningsstadier. En slik konsentrasjon av læger indikerer skog som er
nær naturtilstanden. Den rødlistede gammelskogsarten svartsone-
kjuke (*Phellinus nigrolimitatus*) opptrer på grov, mye nedbrutt låg i
bakgrunnen. (fra Skillingsåsen, Nærøy; foto: TE Brandrud)

NØKKEWORD

Norge, Lunner, Kragerø, Drangedal, Naturindeks, dødvedindikatorer, MiS, vedboende sopp, rødlistearter

KEY WORDS

Norway, Lunner, Kragerø, Drangedal, the nature index, deadwood-
indicators, MiS, wood-inhabiting fungi, red-list species

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkeldgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

Sammendrag

Brandrud, T. E., Skarpaas, O. & Sverdrup-Thygeson, A. 2013. Naturindeksens dødved-indikatorer og artsmangfoldet av vedboende sopp - NINA Rapport 970. 35 s.

Sammenhengen mellom konsentrasjoner av dødved (Naturindeks-indikatorerne MiS-livsmiljø liggende- og stående død ved, samt gamle trær) og forekomst av dødvedarter av sopp er undersøkt.

Det ble funnet liten til ingen korrelasjon mellom hyppighet av dødvedarter og MiS-areal av konsentrasjoner av død ved og gamle trær på regionalt-nasjonalt nivå, med kommuner som registreringsenhet. Dette gjaldt både vanlige dødvedarter og rødlistede gammelskogsarter knyttet til gran og furu.

En nærmere studie med registrering av læger/lægerkonsentrasjoner og vedboende, rødlistede gammelskogsarter knyttet til gran ble gjennomført i Lunner, Kragerø og Drangedal/Skien. Her ble det funnet en høyere lægerfrekvens av rødlisteartene i spredte forekomster versus i dødvedkonsentrasjoner. Særlig "hardved-artene" duftskinn (*Cystostereum murrayi*) og svartsoneskjute (*Phellinus nigrolimitatus*) ble ofte funnet på spredte læger, noe som forklares ved at disse i studieområdene er knyttet til skogtyper som i Norge pr. i dag har generert lite dødvedkonsentrasjoner. Videre ble det funnet store regionale forskjeller i lægerfrekvens, med meget lav frekvens av rødlistearter i Kragerø, som er utenfor hotspot-regionen for slike rødlistearter i Norge. I Drangedal ble det funnet at kun en tredjedel av alle funn av granboende rødlistearter var knyttet til MiS-figurer av liggende død ved.

Følgende konklusjoner anføres når det gjelder bruk av ulike dødvedindekser:

1. *Samsvar direkte/indirekte dødvedindikatorer*: Høy forekomst/konsentrasjoner av død ved og forekomst av vedboende rødlistede gammelskogsarter er i liten grad korrelert, men data om disse forekomstene kan utfylle hverandre, og begge typer indikatorer bør derfor benyttes. Artsindikatorene bør vektles like mye som de indirekte indikatorene.
2. *Store forskjeller høy/lavproduktiv skog*: Dødvedkonsentrasjoner fanger ikke opp alle habitat-kvaliteter knyttet til død ved. Konsentrasjonene finnes mest i bestander med høyproduktive skogtyper, og lite i de middels/lavproduktive typene av gammelskog. Dødvedindikatorene bør derfor skille på ulike skogtyper/bonitetsklasser.
3. Det er vesentlig å skille mellom *dødvedkonsentrasjoner i naturskog*, dannet over lang tid, versus konsentrasjoner dannet på kort tid i høyproduktiv skog med rask vekst og kort omløp. Førstnevnte er viktig for vedboende gammelskogsarter, mens sistnevnte som vi har mest av pr. i dag, viser seg ofte å ha ensartet dødved og dødvedsamfunn.
4. *Dødvedprofil som indikator på naturtilstand*: Viktige habitat-kvaliteter er ofte knyttet til variert dødved produsert over lang tid. Fordeling av mye nedbrutt versus middels/lite nedbrutte læger bør derfor vektlegges. Dødvedprofil (5-delt skala) er antageligvis den beste indikatoren på naturskogstilstand, og bør vurderes inkludert i Naturindeksen. Dette er også foreslått som parameter for overvåking av verneområder.
5. *Andel gammelskog som indikator*: For å kompensere for manglende dødveddata fra lavproduktiv skog (som pr. i dag sjelden har dødvedkonsentrasjoner), foreslås å bruke forekomst/frekvens (i skoglandskapet) av gammelskog som en indirekte indikator.
6. Det bør etableres *tidsserier* for artsindikatorene blant vedboende gammelskogsartene. I dag er naturindekstilstanden anslått indirekte basert på en ekspertvurdering av habitatutvikling (dødvedutvikling).

Tor Erik Brandrud¹, Olav Skarpaas¹, Anne Sverdrup-Thygeson^{1,2},

¹NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo. ²INA, UMB. Postboks 5003 UMB, 1432 Ås
e-post: tor.brandrud@nina.no

Abstract

Brandrud, T. E., Skarpaas, O. & Sverdrup-Thygeson, A. 2013. The dead wood indicators of the nature index and the species diversity of wood-inhabiting fungi - NINA Report 970. 35 s.

The connection between concentration of dead wood (the MiS Nature index indicators lying dead wood and standing dead wood, as well as old trees) and occurrence of wood-inhabiting fungi is investigated.

Little or no correlation between abundance of dead wood species and area of MiS-concentrations of dead wood and old trees was found, when data from each municipality was treated on a regional-national scale. This applied both to frequent wood-inhabiting fungi as well as to a number of red-listed old-growth forest species of Norway spruce (*Picea abies*) and Scotch pine (*Pinus sylvestris*).

A case-study recording downed logs/log concentrations and wood-inhabiting, red-listed old-growth spruce-associated species was performed in the municipalities of Lunner (Oppland), Kragerø and Drangedal/Skien (Telemark). A higher log-frequency of the red-listed taxa was found in sites with scattered logs versus in log concentrations. Especially *Cystostereum murrayii* and *Phellinus nigrolimitatus*, associated mainly with hard, slow-grown logs, were found often on scattered logs. This is believed to be due to the preference of these species in the study area for forest types which at the moment have generated little dead wood concentrations. It was further found considerable regional differences in the log frequency, with very low frequency of red-list species in Kragerø, which is situated outside the hotspot-region for these red-list species in Norway. In Drangedal, only one-third of the records of red-list species were associated with MiS concentrations of lying dead wood.

The following is concluded as to the use of various dead wood indices:

1. *Connection direct/indirect dead wood indicators*: High concentration of dead wood and occurrence of wood-inhabiting red-listed species are weakly correlated, but data on these features can complement each other, and both types of indicators should therefore be applied. The species indicators and the indirect indicators should be weighted equally.
2. *Large differences between forests of high/low productivity*: Dead wood concentrations do not capture all habitat qualities associated with dead wood. Concentrations are associated mainly with the high productive forest types, and little of middle/low productive forests are captured. The dead wood indicators should therefore distinguish different forest types/production classes.
3. *Dead wood concentrations produced over long time in natural forests* differ in habitat quality from concentrations produced in short time due to high-productive forest with a rapid growth and turnover. The former is important for wood-inhabiting old-growth forest species, whereas the latter appears often to have homogeneous, species-poor dead wood.
4. *Decay classes as indicator of natural conditions*: Important habitat-qualities are often associated with stands that have produced varied dead wood over a long period. The distribution of highly decayed versus medium/little decayed ones should therefore be emphasized. Distribution on decay classes ("dead wood profile", using 5 classes) is probably the best indicator on natural/pristine forest conditions, and should be considered included in the Nature index. This has also been proposed as a parameter for monitoring of forest reserves.
5. *The proportion of old-growth forest as indicator*: To compensate for lacking dead wood data from low/medium productive forest (without dead wood concentrations) it is proposed to use the frequency of old-growth forest as an indirect indicator.

6. *Time series* should be established for the species indicators among wood-inhabiting old-growth forest species. Today the Nature index state is estimated indirectly based on an expert evaluation of the habitat-development (dead-wood development).

Tor Erik Brandrud¹, Olav Skarpaas¹, Anne Sverdrup-Thygeson^{1,2},
¹NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo. ²INA, UMB. Postboks 5003 UMB, 1432 Ås
e-post: tor.brandrud@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	6
Forord	7
1 Innledning	8
1.1 Veboende arter og indirekte dødvedindikatorer i Naturindeksen.....	8
1.2 Tidligere plukkhogd gammelskog som referansetilstand	9
1.3 Dødvedmengde i produksjonsskog versus gammelskog/naturskog.....	10
1.4 Betydning av dødvedmengde og dødvedkvalitet for vedboende arter	10
2 Materiale og metoder	11
2.1 Analyse av nasjonale dødvedindeks data mot forekomst av dødvedarter, inndelt på kommunenivå	11
2.2 Feltstudie i Lunner, Kragerø og Drangedal/Skien.....	11
3 Forholdet mellom forekomster av vedboende sopp og Naturindeksens dødvedindikatorer på kommunenivå	13
3.1 Dødvedindikatorer og artsmangfold	13
3.2 Dødvedindikatorer og frekvens av enkeltarter	15
4 En feltstudie av død ved og dødvedarter i Lunner, Kragerø og Drangedal/Skien kommuner	18
4.1 Regional sammenlikning: store forskjeller i rødlisteartenes hyppighet.....	18
4.2 Hyppighet av rødlistearter på læger i konsentrasjoner versus spredte forekomster	20
4.3 Forekomst av vedboende rødlistearter i MiS dødved-figurer i Drangedal	23
4.4 Vedboende rødlistearter i Grytdalen NR, Drangedal	24
5 Regional variasjon i lægerfrekvens hos vedboende rødlistearter på gran	25
5.1 Svartsonekjuke, lægerfrekvens og lægerkonsentrasjoner	25
6 Vurdering av sammenhengen mellom dødved-indikatorene og artsmangfold	27
7 Vurdering av dødvedmengde og andre, mulige indikatorer i naturindeksen	31
8 Referanser	34

Forord

Det foreliggende prosjektet inngår som et ledd i utviklingsarbeidet etter at den første versjonen av Naturindeks for Norge ble sammenstilt i 2010 (Direktoratet for naturforvaltning 2010). Hovedmålsettingen med prosjektet har vært å undersøke hvordan død ved fungerer som indikator for vedlevende artsmangfold, slik død ved er inkludert i Naturindeksen i dag.

Oppdragsgiver for dette prosjektet har vært Direktoratet for naturforvaltning (DN), og kontaktperson i DN har vært Knut Simensen. Vi takker for godt samarbeid underveis.

I tillegg til forfatterne har Egil Bendiksen, Erik Framstad og Björn Nordén, alle NINA, vært involvert i prosjektet, med deltagelse i møter, diskusjoner, samt gjennomlesning av manus, og de takkes for bidrag. Marie Kristine Brandrud takkes for deltagelse på feltarbeid. Videre takker vi Jogeir Stokland og Ken Olaf Storaunet, Skog og landskap, for verdifulle diskusjoner omkring temaet dødved i Naturindeksen.

Oslo 30.07.2013

Tor Erik Brandrud
prosjektleder

1 Innledning

Død ved er et helt sentralt habitat for svært mange av våre skoglevende organismer, inkludert en rekke spesialiserte, sjeldne og rødlistede vedboende arter, særlig av sopp og insekter. Dette er godt dokumentert i en rekke publikasjoner (jfr. bl.a. Siitonen 2001, Junninen & Komonen 2011, Stokland m. fl. 2012). Liggende død ved er også det livsmiljøet i miljøregistreringer i skog (MiS) med størst omfang i MiS-registreringen, hele 14,2 prosent av det produktive skogarealet har konsentrasjoner av dette MiS-miljøet (Statistisk sentralbyrå 2012). I Naturindeksen for Norge (Direktoratet for naturforvaltning 2010) inngår for naturtype skog både direkte indikatorer i form av bl.a. et titalls vedboende gammelskogsarter, samt indirekte indikatorer som mengde av død ved, i form av MiS-miljøene liggende og stående død ved. I MiS-miljøene liggende og stående død ved utfigureres dødvedkonsentrasjoner over en viss tetthet. I denne rapporten ser vi nærmere på hvordan slike konsentrasjoner av død ved fungerer som indikator for vedlevende sopper, med vekt på spesialiserte, rødlistede sopper som er begünstiget av gammel skog som befinner seg i nærheten av naturtilstanden.

1.1 Veboende arter og indirekte dødvedindikatorer i Naturindeksen

Blant dødvedarter i Naturindeksen er det inkludert fire sopparter, tre insektsarter og to fugler (hakkespetter). Disse er rødlistet, bortsett fra begerfingersopp og hakkespetteene som nå er tatt ut av rødlista (jfr. Kålås m. fl. 2010). Soppartene i Naturindeksen omfatter følgende gammelskogsarter; begerfingersopp (*Artomyces pyxidatus*; knyttet til osp), flekkhvitkjuke (*Antrodia albobrunnea* NT, knyttet til furu), lappkjuke (*Amylocystis lapponica* EN, knyttet til gran) og svartsonekjuke (*Phellinus nigrolimitatus* NT, knyttet i hovedsak til gran).

De indirekte indikatorene liggende og stående død ved baserer seg på data fra Landsskogstakseringens nasjonale nettverk (Direktoratet for naturforvaltning 2010, Nilsen m. fl. 2010). I dette nettverket registreres alle konsentrasjoner av liggende og stående død ved, dvs. konsentrasjoner som tilfredsstillende en inngangsverdi i MiS-registreringssystemet. Inngangsverdien for registrering av en MiS-figur med liggende død ved er 4 læger > 20 cm i diameter pr. daa, eller 3 læger > 30 cm pr daa, og med 2 daa som minsteareal for utfigurering. Liggende død ved er det klart største og viktigste dødved-MiS-miljøet, og MiS-figurer med konsentrasjoner av dødved dekker nå 14,2 % av det produktive skogarealet, mens tilsvarende tall for konsentrasjoner av stående død ved og gamle trær er 2,7% og 1,9% (Statistisk sentralbyrå 2012).

Naturindeksen beregnes som avvik fra "opprinnelig naturtilstand". For død ved i skog brukes som referanseverdier arealer av de MiS-figurer med dødved-konsentrasjoner som opptrer i de eldste og minst påvirkete landskogsflatene innenfor hver region (Nilsen m. fl. 2010). Indeksverdiene for død ved tilstand beregnes videre som forholdet mellom arealet av dødved-MiS-figurer innenfor hver kommune, og referanseverdien for tilhørende skogregion.

I prosjektet stiller vi spørsmålet om disse dødvedindeksene reflekterer tilstanden for de artene som er avhengig av dødved, og spesielt de artene som er begünstiget av dødved i naturtilstanden ("gammelskogsarter"). Vi spør oss om dødvedkonsentrasjoner, slik de registreres i MiS, reflekterer forekomsten av gammelskogsarter. I kapittel 3 har vi gjort en analyse av korrelasjonen på kommunenivå mellom de indirekte naturindeks-indikatorene på dødved på den ene siden og forekomsten av vedboende gammelskogsarter på den andre siden. I kapittel 4, har vi gått nærmere inn på de rødlistede gammelskogsartene, og sett på deres grad av tilknytning til lægerkonsentrasjoner, både innenfor og mellom enkelte nærmere studerte kommuner.

1.2 Tidligere plukkhogd gammelskog som referansetilstand

I Naturindeksen er referansetilstanden i de fleste hovednaturtyper definert som en *naturtilstand* (Direktoratet for naturforvaltning 2010). Det vil si at man sammenlikner dagens tilstand med en naturtilstand som antas å representere god økologisk kvalitet (habitat-kvalitet) for de fleste naturlige hjemmehørende artene i våre naturtyper. Å sammenlikne dagens habitat-kvalitet med kvalitet i en ikke-påvirket naturtilstand har lange tradisjoner i forbindelse med forvaltning av ferskvann (god vannkvalitet = ikke-forurenset naturkvalitet), men har vært mindre brukt i forbindelse med andre naturtyper som skog. Dog ser man dette bl.a. i forbindelse med forvaltningen av verneområder. I de fleste naturreservatene i skog er bevaringsmålet en naturlig utvikling, i retning av naturtilstanden (jfr. Framstad m. fl. 2011).

En utfordring i skog er å definere naturtilstanden, dvs. å definere naturskog (jfr. bl.a. Rolstad m. fl. 2002). Den norske skogen er så vidt påvirket gjennom flere hundre års vedvarende bruk, at det knapt finnes bevarte naturskogslandskap. Dette gjelder påvirkning på liten skala; det finnes spor etter øks i tilnærmet alle norske skogbestand, kanskje med unntak av enkelte fjellskogsbestand. På landskapskala har mennesket f.eks. sterkt påvirket hyppighet og omfang av skogbranner de siste 400-500 årene (jfr. f.eks. Direktoratet for naturforvaltning 2010). En særlig utfordring er knyttet til edellauvskog, der mange utforminger med tilhørende sterkt spesialiserte biomangfold har 6000-7000 års fartstid i Norge, men disse er i dag begunstiget av og kanskje til og med betinget av en viss menneskelig påvirkning (jfr. f.eks. Brandrud m. fl. 2011).

En del skogbestand har imidlertid naturskogliknende forhold. Tidligere var hogstpåvirkningen i skogen i hovedsak i form av en plukkhogst, en dimensjonshogst der de større og mest verdifulle tømmertrærne ble plukket ut. Etter en mindre plukkhogst, kunne skogbestanden gjerne beholde et ganske variert, flersjiktet-fleraldret preg, bl.a. med mange saktevokste, skadete trær som ellers ikke er typiske for sterkt hogstpåvirket produksjonsskog. Etter at bestandskogbruket med flatehogst ble innført på 50-60-tallet, har mange av de mer utilgjengelige tidligere plukkhogde skogene fått stå i fred i 50-60 år, og en del bestand har vært lite påvirket i 80-100 år. Disse bestandene har gradvis utviklet et naturskogspreg. Undersøkelser viser at mange av disse tidligere plukkhogde gammelskogsbestandene i dag har en skogstruktur som er til forveksling lik naturskogen, dog med noen forskjeller i sammensetning og mengder av dødved (Storaunet m. fl. 2005). Dermed ser vi i dag en polarisering av skoglandskapet, dels i flatehogd produksjonsskog med ensaldret-ensjiktet homogen skog med lite død ved, og dels i tidligere plukkhogd, heterogen gammelskog med naturskogspreg og stedvis mye og økende dødved. Denne polariseringen er mest utpreget på den mer høyproduktive marka i lavlandet, og berører særlig granskogen.

Den gamle, tidligere mer eller mindre plukkhogde skogen er den som kommer nærmest naturtilstanden i norske skoger, og det er denne tilstanden som i praksis fanges opp av naturskogsdefinisjonen i Landsskogstakseringen (Nilsen m. fl. 2010) og som benyttes som referansetilstand for de indirekte skogindikatorene i Naturindeksen (Direktoratet for naturforvaltning 2010). I fortsettelsen vil vi for denne referansetilstanden benytte begrepet gammelskog og arter som i hovedsak er knyttet til denne tilstanden vil vi betegne som gammelskogsarter. I forhold til skogstatistikk vil denne gammelskogen gjerne omfatte overaldrig hogstklasse 5 skog med en bestandsalder på > 120 år i høyproduktiv granskog, noe eldre i andre skogtyper (jfr. Larsson & Hylén 2007, Storaunet m. fl. 2011).

1.3 Dødvedmengde i produksjonsskog versus gammelskog/-naturskog

Skog i naturtilstand er karakterisert av store mengder død ved, i form av stående, døde trær (gadd) og liggende stokker (læger). I furuskogen er gadd viktig for biomangfoldet, og "hardgadd" (kelo-furuer) kan stå i mange hundre år, men i granskog som vi her har hovedfokus på, er lægerne klart mest tallrike og viktigst for de vedboende artene.

Anslagene for dødvedmengder i naturskog varierer betydelig, men de fleste ligger for boreal barskog omkring (60-)80-100(-120) m³ pr. ha (jfr. bl.a. Storaunet m. fl. 2005, Stokland m. fl. 2012). I de siste 200 årene har denne dødvedmengden vært redusert til anslagsvis en tiendedel av naturtilstanden (til ca. 8-10 m³ pr ha, jfr. Storaunet m. fl. 2011, Stokland m. fl. 2012) pga. vedvarende hogstpåvirkning. En ny gjennomgang av det som finnes av data om dødved i tidlige landskogstakseringer indikerer at dødvedmengden kan ha vært enda lavere i perioder i norske skoger, trolig ned i mot 3 m³/ha dødt virke i skogen i 1925 (Storaunet m. fl. 2011).

I de seineste 20(-30) årene har imidlertid dødvedmengden igjen begynt å øke, og er nå estimert til 12 m³/ha for all skog. Dødvedmengden i granskog har fra 1996 til 2010 økt fra 10 til 16 m³/ha. Mye av denne dødvedveksten har skjedd i gammelskogen. Det er beregnet at den gamle granskogen som var hogstklasse 5 allerede i 1996, nå i gjennomsnitt har 29 m³/ha død ved, økt fra 18 m³/ha i 1996. Denne gammelskogen, som utgjør referansetilstanden i Naturindeksen, er altså under rask endring i dødvedmengde. I snitt har slik gammelskog i Norge i dag anslagsvis en tredjedel av dødvedmengden som antas for naturskog, men mange lokale konsentrasjoner opptrer, med dødvedmengder som tilsvarer naturtilstanden (jfr. Storaunet m. fl. 2005).

Et viktig forhold som er lite fokusert i litteratur om dødvedmengder, er den store forskjellen i naturlige dødvedmengder i ulike skogtyper, langs gradienter i produksjonsevne. I en studie av lite påvirket, grandominert skog, ble det funnet at dødvedmengden varierte fra 20-40 m³/ha i lavproduktive bestander til 70-120 m³/ha i høyproduktive (Storaunet m. fl. 2005), dvs. ca. tre-dobbelt så høye dødvedmengder i den høyproduktive som i den lavproduktive granskogen. På grunn av at omløpstiden er kortere i høyproduktiv granskog enn i lavproduktiv, vil sannsynligvis også flere av våre høyproduktive gammelskoger ha begynt å generere (mye) dødved, - i forhold til de lavproduktive som til tross for 100 år uten påvirkning ennå kanskje ikke har begynt å produsere død ved. Dette indikerer at forskjellene i dødvedmengde i høyproduktiv versus lavproduktiv granskog stedvis kan være langt større enn i eksemplene fra Storaunet m. fl. (2005).

1.4 Betydning av dødvedmengde og dødvedkvalitet for vedboende arter

Mange studier påpeker viktigheten av rikelig tilgang av dødved for artsdiversiteten av vedboende arter, og særlig for de sjeldnere og mer spesialiserte (jfr. bl.a. Hottola 2009, Müller & Bütler 2010). Dette er begrunnet med at økende tilfang av egnet habitat/substrat åpenbart normalt vil gi økte forekomster og økt artsdiversitet av de relevante habitat-spesialistene. Men det påpekes også at dødvedmengden gjerne er korrelert med diversitet av dødved, som gir et grunnlag for høy diversitet av vedboende arter (Müller & Bütler 2010).

En rekke forfattere har forsøkt å se på nedre terskelverdier av dødvedmengder for vedboende arter/artsgrupper, men resultatene spriker veldig (jfr. Müller & Bütler 2010, Junninen & Komonen 2011). En del data indikerer at dødvedmengden bør være minst 20 m³/ha for kjuker. Disse nedre terskelverdiene vil sannsynligvis være sterkt avhengig av hvilken skala man operer med i tid og rom. Det er åpenbart at de fleste vedboende gammelskogsartene i Norge har overlevd flaskehalsperioder med lavere dødvedmengder enn de angitte terskelverdier, - på landskapsnivå (jfr. kap. 1.3). Om det har forekommet små, mer dødvedrike arealer som disse artene har hatt som overlevelserefugier, vet vi svært lite om.

2 Materiale og metoder

2.1 Analyse av nasjonale dødvedindeks data mot forekomst av dødvedarter, inndelt på kommunenivå

Datagrunnlaget er belegg i sopphebariet, digitalisert i Norsk soppdatabase (NSD). Denne databasen er tilgjengelig gjennom GBIF. Her har vi brukt data fra 1990-2007, som ble tilrettelagt for et annet naturindeksprosjekt (Skarpaas m. fl., under utarbeiding). Det er relativt få funn fra før 1990 (i hovedsak to samlere: Ryvarden og Stordal), og mange av disse forekomstene ligger i områder som nå er avvirket eller nedbygd. En gjennomgang av rødlistearter i NSD viser også at det er ganske lite data etter 2007. For de viktigste granartene (duftskinn *Cystostereum murrayii*, rosenkjuke *Fomitopsis rosea*, granrustkjuke *Phellinus ferrugineofuscus*, svartsoneskjuke *Phellinus nigrolimitatus* og rynkeskinn *Phlebia centrifuga*) er det f.eks. under 10% funn etter 2007 i NSD (6107 funn før 2008 inkl. udaterte og 461 funn etter 2007, hvorav flertallet av sistnevnte er fra et fåtalls detalj-registrerte lokaliteter i Ringerike kommune). Tidsrommet 1990-2007 antas derfor å være både relevant og tilstrekkelig.

Frekvensen av enkeltarter i hver enkelt kommune ble beregnet ved å telle opp antall unike kvadratkilomterruter med belegg av arten og dele dette på innsamlingsinnsatsen. Innsamlingsinnsatsen er antall unike funn i kvadratkilomterruter av alle soppartene i **Tabell 3.1**. Disse funnene representerer kvadratkilomterruter hvor vi vet det har forekommet innsamling av vedboende sopparter. Hvis vi antar at forholdet mellom antall ruter med belegg av arten og antall ruter med belegg av alle de utvalgte vedboende artene er det samme i kommunen som i vårt materiale, er den beregnede frekvensen av en art lik forventet andel av potensielt habitat med forekomst i kommunen. Vi må nok regne med at en del av rødlisteartene er oversamlet, slik at frekvensen i realiteten er lavere enn vårt estimat, men oversamplingen er trolig den samme under alle miljøbetingelser. Artsmangfoldet for kommunen er antall arter med funnfrekvens > 0.

For å vurdere sammenhenger mellom dødvedindikatorer, arts mangfold og frekvens på kommunenivå, ble arts mangfold og frekvens av vedboende sopparter i alle landets kommuner med skogdekning > 10% og minst en kvadratkilometer med belagte funn av de utvalgte artene plottet mot verdiene av Naturindeksens dødvedindikatorer (arealandeler, ikke skalerte verdier) i de samme kommunene i 2010 (indikatorerne er ikke rapportert for tidligere tidspunkter; Nilsen m. fl. 2010). Vi beregnet også korrelasjoner (Pearsons r), som vi imidlertid betrakter kun som veiledende: vi har ikke testet dem statistisk, fordi mange kommuner har samme indikatorverdi (pseudoreplikasjon), og fordi det er mye støy og skjevheter knyttet til forekomst-datasettet, som gjør at slike tester ikke nødvendigvis er meningsfulle.

2.2 Feltstudie i Lunner, Kragerø og Drangedal/Skien

Feltstudien i Kragerø er utført i 2012 i forbindelse med foreliggende prosjekt, registreringene i Lunner er utført 2005-2009 i forbindelse med ARKO-programmet (upubl, men noe data i Skarpaas m. fl. 2012), mens dataene i Drangedal-Skien er innhentet i 2009 forbindelse med registrering av lokaliteter tilbudt til frivillig vern (upubl.). I studien er et utvalg lokaliteter totalregistrert for læger og tilhørende kjuker, skinn samt enkelte hattsopper (dvs. vedboende sopper foruten lite iøynefallende barksopper og begersopper). Data på rødlistede kjuker og skinn knyttet til gran her videre bearbeidet. Den tidligere rødlistede arten granrustkjuke (*Phellinus ferrugineofuscus*) er også inkludert i denne bearbeidingen.

I Lunner ble et grandominert studieområde på ca. 7 km² på Lunnens Østås undersøkt; alle hogstklasse 5 bestander ble registrert, og et utvalg av hogstklasse 3-4. I Kragerø ble tre mindre studieområder utvalgt. Følgende typer bestand ble registrert her; (i) MiS figurer liggende død

ved, (ii) MiS-bestand og andre bestand med spredte forekomster av læger, (iii) ytterligere bestand med hogstklasse 5 og G17-G14 bonitet (med potensial for lægerkonsentrasjoner av gran). I Drangedal ble kun læger-konsentrasjoner registrert i to områder (Kleppe, Lone NR; i Tørdal), i Skien i ett område (Mevann). I alle studieområdene ble alle læger ned til ca. 10 cm diameter registrert. Det ble bare funnet rødlistearter på læger >15 cm diameter, og kun læger >15 cm diam. er videre bearbeidet. På hver låg ble diameterklasse og nedbrytningsgrad (5-delt skala) registrert.

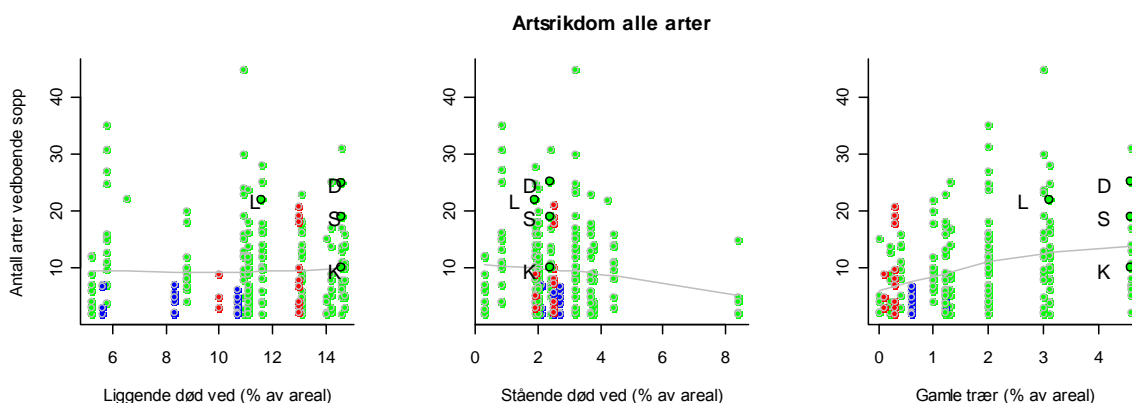
Analysen av vedboende rødlistesoppers fordeling i og utenfor MiS-figurer med liggende død ved i Drangedal er basert på digitale MiS-data fra hele kommunen, samt forekomst-data for gran-tilknyttede rødlistearter fra Artskart, supplert med data fra enkelte vernekartlegginger (Hofton m. fl. 2004), inkludert data fra feltstudie nevnt over. En omfattende, heldekkende registrering av vedboende rødlistearter fra Grytdalen NR, Drangedal fra Løvdal m. fl. (1999) er noe videre bearbeidet, med fordeling av forekomster i og utenfor nøkkelbiotoper med en viss lægerkonsentrasjon.

3 Forholdet mellom forekomster av vedboende sopp og Naturindeksens dødvedindikatorer på kommunenivå

I Naturindeksen er dødvedarter representert ved enkelte indikatorarter som svartsonekjuke (*Phellinus nigrolimitatus*), samt ved de indirekte MiS-indikatorene liggende død ved, stående død ved og gamle trær (Nilsen m.fl. 2010). En underliggende antakelse er at disse indirekte indikatorene har en positiv sammenheng med artsrikdom og mengde av dødvedarter i en kommune (Naturindeksens minste geografiske enhet). Her undersøker vi om dette er tilfelle for et utvalg av rødlistede og vanlige vedboende sopparter (**Tabell 3.1**).

3.1 Dødvedindikatorer og artsmangfold

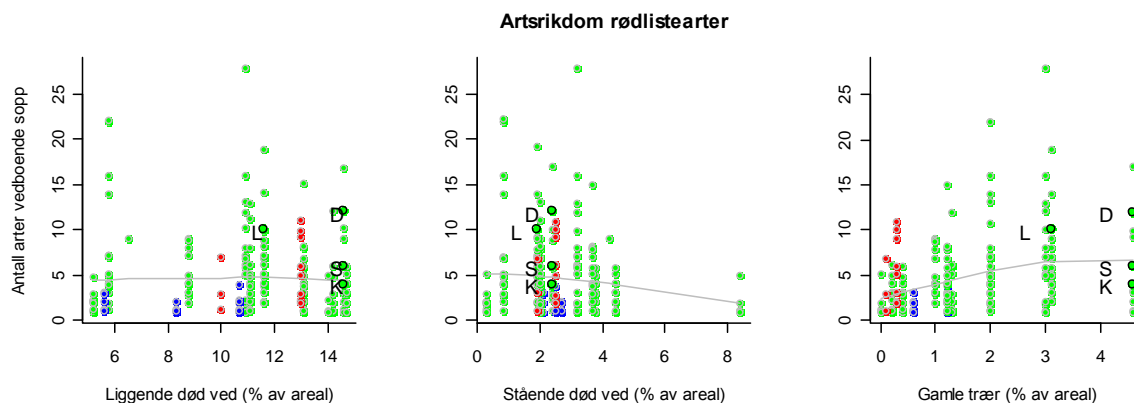
Det er kun svake sammenhenger mellom artsmangfoldet av vårt utvalg av vedboende sopp (**Tabell 3.1**) og Naturindeksens dødvedindikatorer. Når vi tar alle arter i betraktning, er det ingen tydelig sammenheng mellom artsmangfold og liggende død ved ($r = 0,02$), men en svak negativ sammenheng for stående død ved ($r = -0,12$), og en svak positiv sammenheng for gamle trær ($r = 0,32$; **Figur 3.1**). Mønsteret er det samme for rødlistearter (hhv. $r = -0,01$, $-0,14$ og $0,32$; **Figur 3.2**). Kommuner i Vest-Norge og Nord-Norge (henholdsvis røde og blå punkter) utgjør en liten andel i forhold til kommuner i barskogsregionene (grønne punkter), og ser ikke ut til å påvirke resultatene nevneverdig.



Figur 3.1. Antall arter av utvalgte vedboende sopp (**Tabell 3.1**) funnet i hver kommune, plottet mot Naturindeksens dødvedindikatorer i samme kommune. Figuren inkluderer bare kommuner med skogdekning > 10% og minst ett belegg av de utvalgte soppartene. Fargene indikerer region etter Naturindeksens inndeling (Nybø et al. 2010, fig. 1.3; grønn: Sør-, Øst- og Midt-Norge; blå: Vest-Norge; rød: Nord-Norge). Utvalgte kommuner med case-studier i denne rapporten er markert med svarte sirkler og kommunens forbokstav (Drangedal, Lunner, Kragerø, Skien).

Tabell 3.1. Utvalgte vedboende sopparter, knyttet primært til gran og furu, med rødlistestatus (RL), hovedtreslag, biogeografisk tilhørighet og korrelasjoner (Pearsons r) med naturindeksindikatorene MiS liggende død ved (LDV), MiS stående død ved (SDV) og MiS gamle trær (GT). Biogeografi: ko/kont = kontinental. Østl = Østlandet. No = Norge. Ellers forkortelser av fylker.

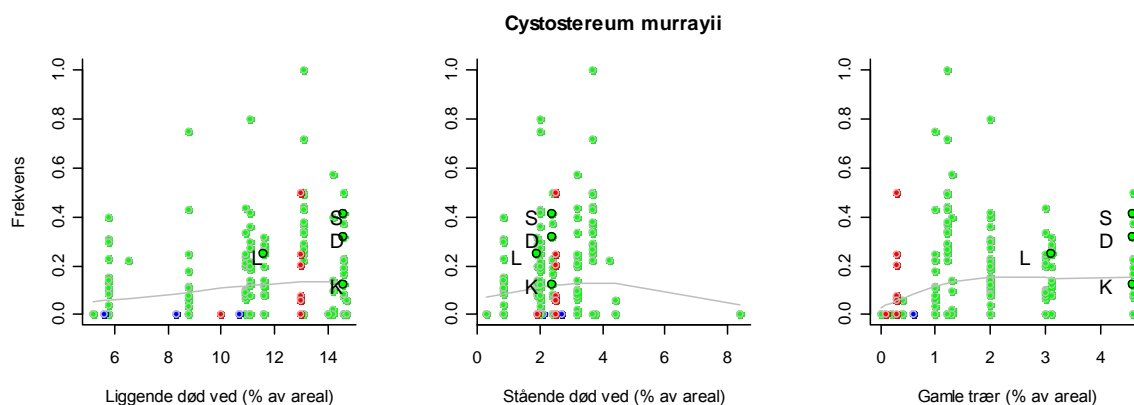
Vitenskapelig navn	Populærnavn	RL	Hoved- treslag	Bio- geografi	Korrelasjoner		
					LDV	SDV	GT
<i>Amylocystis lapponica</i>	lappkjuke	EN	Gran	Østl (Tr,Nordl)	0,03	-0,05	0,15
<i>Anomoloma albolutescens</i>	prakthuldrekjuka	VU	Gran	Østl	0,00	-0,04	0,09
<i>Antrodiella citrinella</i>	gul snyltekjuka	VU	Gran	Sørøstl	0,06	-0,01	0,23
<i>Cystostereum murrayii</i>	duftskinn	NT	Gran	Østl-Nordl	0,16	0,01	0,18
<i>Diplomitoporus crustulinus</i>	sprekkjuka	VU	Gran	(kont) Østl	-0,01	-0,06	0,11
<i>Fomitopsis rosea</i>	rosenkjuka	NT	Gran	Østl (Tr)	0,01	-0,15	0,48
<i>Junghuhnia collabens</i>	sjokoladekjuka	EN	Gran	Sørøstl	-0,08	-0,06	0,13
<i>Laurilia sulcata</i>	taigaskinn	VU	Gran	Østl kont	-0,04	-0,10	0,13
<i>Onnia leporina</i>	harekjuka	NT	Gran	Østl-Nordl	0,04	-0,07	0,01
<i>Perenniporia subacida</i>	dynekjuka	EN	Gran	(sør)Østl (Tr)	-0,09	-0,09	-0,03
<i>Phellinus nigrolimitatus</i>	svartsoneskjuka	NT	Gran	Østl-Nordl	0,12	-0,07	0,18
<i>Phlebia centrifuga</i>	rynkeskinn	NT	Gran	Østl-Tr(Nordl)	0,00	-0,15	0,41
<i>Postia guttulata</i>	dråpekjuka	VU	Gran	Østl(Vestl)	0,05	0,05	-0,03
<i>Pycnoporellus alboluteus</i>	storporet flammekjuka	CR	Gran	Sørøstl	-0,05	-0,03	-0,03
<i>Pycnoporellus fulgens</i>	flammekjuka	EN	Gran	Sørøstl	0,07	0,03	-0,02
<i>Skeletocutis brevispora</i>	klengekjuka	VU	Gran	Østl	0,02	-0,03	0,23
<i>Skeletocutis chrysell</i>	chrysolomakjuka	VU	Gran	Østl-Nordl	-0,05	-0,11	0,03
<i>Skeletocutis odora</i>	sibirkjuka	VU	Gran	kont Østl-Nordl	-0,14	-0,13	0,01
<i>Spongiporus undosus</i>	bølgekjuka	VU	Gran	Sørøstl	0,16	0,28	-0,02
<i>Trichaptum laricinum</i>	lamellfiolkjuka	NT	Gran	kont Østl-Tr(Finm)	-0,04	-0,10	0,10
<i>Antrodia albobrunnea</i>	flekkhvitkjuka	NT	Furu	No	-0,02	-0,03	-0,08
<i>Antrodia crassa</i>	krittkjuka	CR	Furu	kont He-Finm	-0,12	-0,08	0,02
<i>Antrodia infirma</i>	taigahvitkjuka	EN	Furu	ko Østl-Finm	-	-	-
<i>Antrodia primaeva</i>	urskogshvitkjuka	EN	Furu	ko Østl-Finm	-0,03	-0,04	-0,08
<i>Chaetodermella luna</i>	furuplett	NT	Furu	No	-	-	-
<i>Dichomitus squalens</i>	kelokjuka	CR	Furu	Te Finm	-0,05	-0,07	-0,03
<i>Diplomitoporus flavescens</i>	solkjuka	VU	Furu	ko Østl-Finm	0,08	-0,01	0,15
<i>Gloeophyllum protractum</i>	langkjuka	VU	Furu	ko Østl-Finm	0,00	0,03	0,07
<i>Hapalopilus aurantiacus</i>	oransjekjuka	NT	Furu	S Norge	-0,07	-0,11	0,03
<i>Hapalopilus ochraceolateritius</i>	terrakottakjuka	VU	Furu	S Norge	0,07	0,00	0,17
<i>Irpicond pendulus</i>	furupiggmusling	NT	Furu	Sørøstl	0,09	0,01	0,10
<i>Onnia triquetra</i>	furufiltkjuka	CR	Furu	Bu M&R	-0,08	-0,06	-0,06
<i>Postia lateritia</i>	laterittkjuka	VU	Furu	No	0,04	-0,07	0,01
<i>Pseudomerulius aureus</i>	flammenettskinn	NT	Furu	Østl(-Finm)	-0,05	0,00	-0,12
<i>Skeletocutis lenis</i>	tyrikkjuka	NT	Furu	No	0,05	-0,03	0,16
<i>Antrodia heteromorpha</i>	granhvitkjuka		Gran	Østl-Nordl	0,05	0,05	-0,21
<i>Antrodia serialis</i>	rekkekjuka		Gran	Agd-Nordl	0,07	-0,04	0,04
<i>Asterodon ferruginosus</i>	piggbroddsopp		Gran	Østl-Nordl	0,16	0,03	0,07
<i>Fomitopsis pinicola</i>	rødrandkjuka		Gran	No	0,01	-0,01	0,12
<i>Ischnoderma benzoinum</i>	kjærekjuka		Gran	Agd-Nordl	-	-	-
<i>Leptoporus mollis</i>	kjøttkjuka		Gran	Østl-Nordl	-0,11	-0,07	-0,10
<i>Phellinus chrysoloma</i>	granstokkjuka		Gran	Østl-Nordl	0,03	0,01	-0,02
<i>Phellinus ferrugineofuscus</i>	granrustkjuka		Gran	Østl-Nordl	0,02	-0,14	0,30
<i>Phellinus viticola</i>	hyllekjuka		Gran	Østl-Finm	0,09	-0,07	0,07
<i>Trichaptum abietinum</i>	fiolkjuka		Gran	No	0,03	-0,15	0,38
<i>Antrodia xantha</i>	rutetømmersopp		Furu	No	0,03	-0,04	0,20
<i>Gloeoporus taxicola</i>	blodkjuka		Furu	Sørøstl M&R STR	0,00	0,14	-0,17
<i>Oligoporus sericeomollis</i>	blygkjuka		Furu	No	0,07	0,00	0,01
<i>Phellinus pini</i>	furustokkjuka		Furu	S-No, Finm	0,08	0,13	-0,20
<i>Antrodia sinuosa</i>	hvit tømmerkjuka		Gr/Fu	(Sør)Østl M&R Tr	0,08	0,07	-0,14
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	vedmusling		Gr/Fu	No	0,02	0,27	-0,16
<i>Heterobasidion annosum</i>	rotkjuka		Gr/Fu	S-No Tr Nordl	-0,11	-0,05	0,04



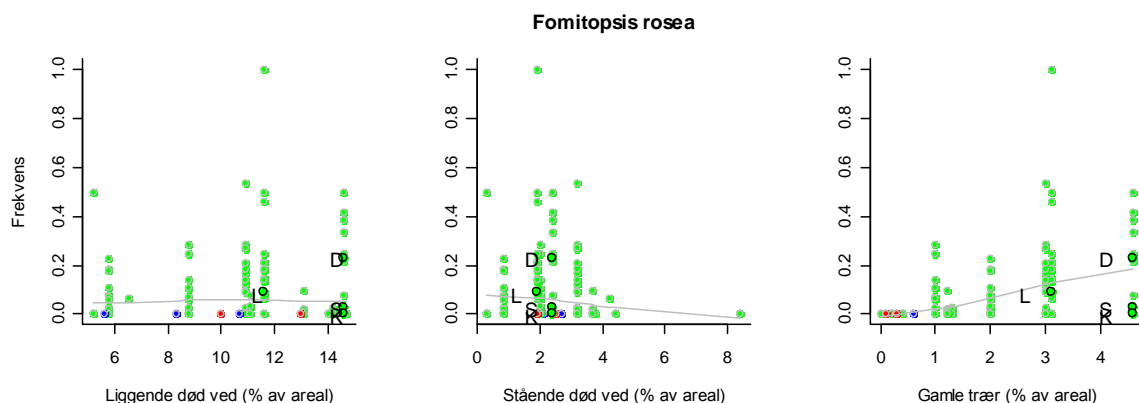
Figur 3.2. Som **Figur 3.1**, men for rødlistede vedboende sopparter (**Tabell 3.1**).

3.2 Dødvedindikatorer og frekvens av enkeltarter

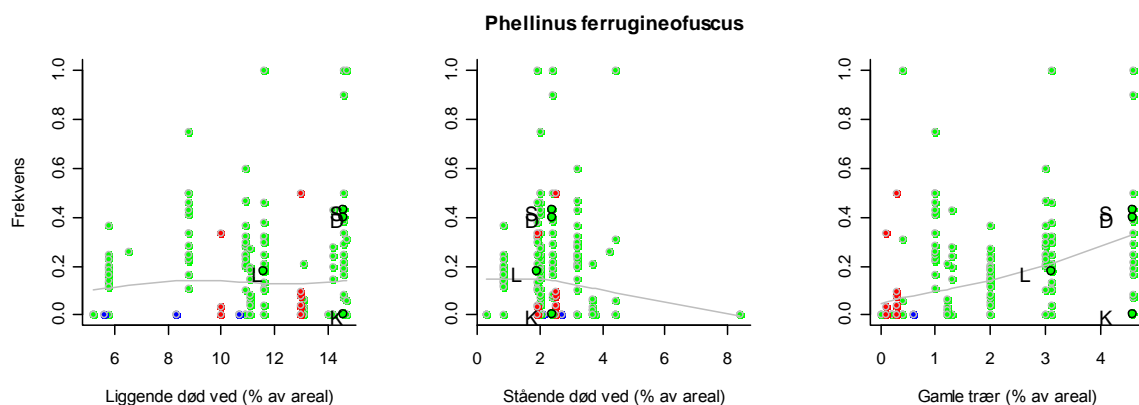
Sammenhengene mellom Naturindeksens dødvedindikatorer og frekvens av enkeltarter er også svake (**Tabell 3.1**). Noen av granartene ser ut til å være positivt relatert til gamle trær, for eksempel rødlisteartene rosenkjuke (*Fomitopsis rosea*; $r = 0.48$) og rynkeskinn (*Phlebia centrifuga*; $r = 0.41$). For flere av artene ser mønsteret fra artsrikdom ut til å gjenta seg: liten/ingen sammenheng med liggende død ved, liten/svak negativ sammenheng med stående død ved, og svak positiv sammenheng med gamle trær (se f.eks. **Figur 3.4**). Negativ korrelasjon med stående død ved ser i mange tilfeller ut til å være forårsaket av et fåtall kommuner i Agder med konsentrasjoner av stående død ved på en stor andel av arealet (>8%), men få eller ingen funn av vedboende sopp (se f.eks. **Figur 3.3-7**). For furuartene, rødlistede så vel som vanlige, er det ingen klare sammenhenger med dødvedindikatorene (data ikke vist).



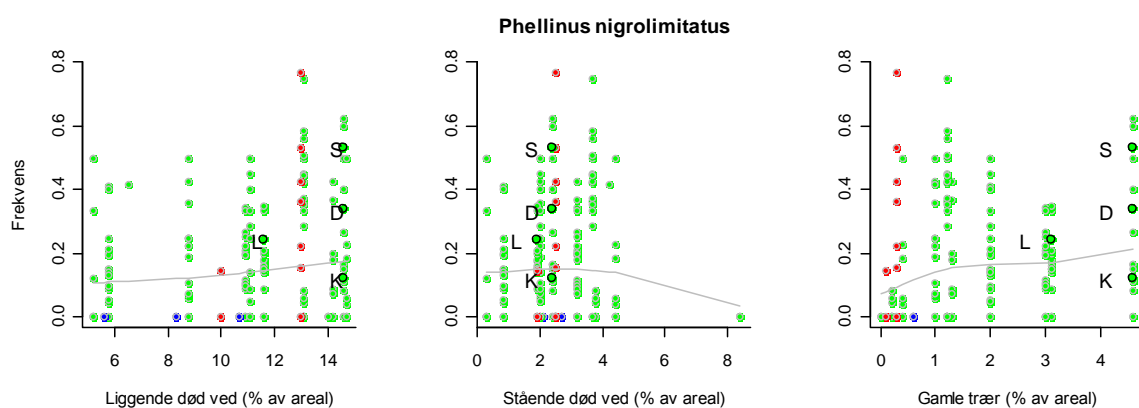
Figur 3.3. Sammenhengen mellom Naturindeksens dødvedindikatorer og frekvens av duftskinn *Cystostereum murrayii*. Symboler som i **Figur 3.1**.



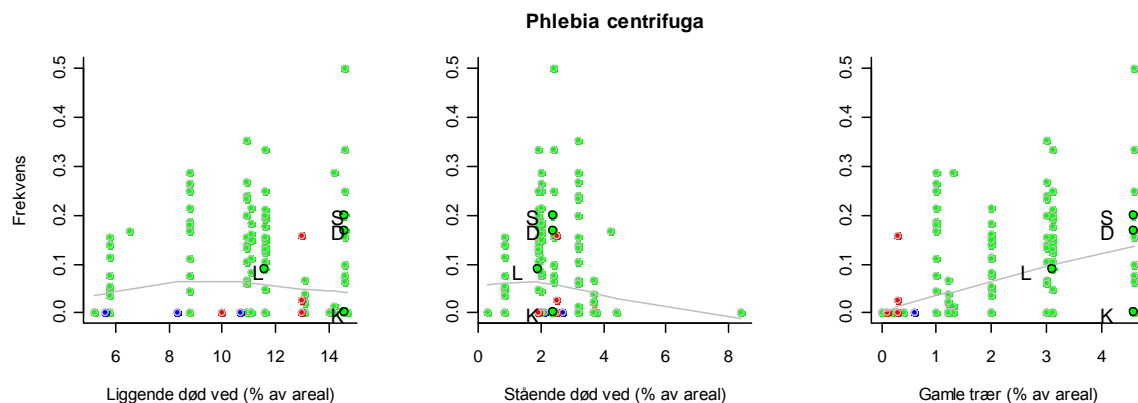
Figur 3.4. Sammenhengen mellom Naturindeksens dødvedindikatorer og frekvens av rosenkjuke *Fomitopsis rosea*. Symboler som i **Figur 3.1**.



Figur 3.5. Sammenhengen mellom Naturindeksens dødvedindikatorer og frekvens av granrustkjuke *Phellinus ferrugineofuscus*. Symboler som i **Figur 3.1**.



Figur 3.6. Sammenhengen mellom Naturindeksens dødvedindikatorer og frekvens av svart-sonekjuke *Phellinus nigrolimitatus*. Symboler som i **Figur 3.1**.



Figur 3.7. Sammenhengen mellom Naturindeksens dødvedindikatorer og frekvens av rynkeskinn *Phlebia centrifuga*. Symboler som i Figur 3.1.



Figur 3.8. Duftskinn *Cystostereum murrayii* – en av Naturindeksens dødvedindikatorer som er knyttet helt til gran. Arten opptrer ofte på harpiksanrikt hardved, gjerne knyttet til gamle skadepunkter/toppbrekk slik som her (foto: TEB).

4 En feltstudie av død ved og dødvedarter i Lunner, Kragerø og Drangedal/Skien kommuner

Den foreliggende studien er basert på delvis upubliserte data 2005-2009 fra Lunner kommune (jfr. Skarpaas m. fl. 2012), upubliserte data Drangedal-Skien 2009, samt et supplerende feltarbeid i Kragerø 2012. Vi har her sett på vedboende rødlistearter, inkludert noen tidligere rødlistede sopparter knyttet til gran (gammelskogsarter), og deres hyppighet på ulike typer dødved, med fokus på forekomst i dødved-konsentrasjoner.

I dette kapittelet stiller vi spørsmålene; (i) hvor mye av den egnete dødveden for rødlistede gammelskogsarter knyttet til gran opptrer i lægerkonsentrasjoner/MiS-figurer, (ii) hvor mye av forekomstene av de vedboende gammelskogsartene i en kommune opptrer i lægerkonsentrasjoner, og (iii) er det store regionale forskjeller i rødlisteartenes hyppighet i lægerkonsentrasjoner?

Bruk av lægerfrekvens: Med arter/artsgruppers lægerfrekvens menes her andel av registrerte læger med forekomst av arten/artsgruppen. Registrerte læger kan omfatte alle registrerte læger. Men lægerfrekvens kan også brukes om andelen funn kun på egnete læger/egnet substrat. I studiematerialet har vi bare funnet rødlistearter/gammelskogsarter på læger >15 cm i diameter, og vi konsentrerer oss derfor i fortsettelsen bare om læger >15 cm. I MiS registreres bare læger > 20 cm i diameter. I vårt materiale er det heller ikke gjort funn av rødlistede gammelskogsarter på granlæger i nedbrytningsgrad 1, dvs. nylig felte læger med barken på og med ubetydelig nedbrutt ved. For å innsnevre egnet substrat er det derfor naturlig å beregne frekvens av læger i nedbrytningsgrad 2-5, og for fruktlegemer av svartsonekjuka (*Phellinus nigrolimitatus*) kun nedbrytningsgrad 3-5 (jfr Stokland og Kauserud 2004).

Bruk av gammelskogsarter: Gammelskogsarter brukes her om vedboende gran- og furutilknyttede arter som ut i fra norske/nordiske data ser ut til å ha en sterk tilknytning til gammelskog som har et variert tilfang av dødved (se **Tabell 3.1**). Tilknytning til slik gammelskog er brukt som et viktig kriterium for rødlisting av vedboende sopparter (jfr. Kålås m. fl. 2010), slik at i praksis er de fleste vedboende rødlistearter å regne for slike gammelskogsarter. Viktigste kilder til vurdering av gammelskogstilørighet er Stokland og Larsson (2011) som sammenstiller data om vedboende gran- og furusopper fra en større undersøkelse av alle hogstklasser, samt data i Norsk SoppDatabase (NSD 2013). Se også vurdering av hver enkelt rødlisteart i Artsdatabankens nye database Artsportalen <http://www.artsportalen.artsdatabanken.no/>.

4.1 Regional sammenlikning: store forskjeller i rødlisteartenes hyppighet

I Lunner ble det registrert både (i) eldre, ikke-flatehogd granskog (hogstklasse V), og (ii) yngre til hogstmoden, tidligere flatehogd produksjonsskog av gran (hogstklasse III-IV, samt V yngre enn 60 år; i hovedsak plantet skog). Det fleste lægerene i produksjonsskogen var tynningsvirke <15 cm i diameter, og det ble ikke registrert lægerkonsentrasjoner som tilfredsstillende kravene til MiS-figur (minst 8 læger >20 cm pr. 2 daa) i produksjonsskogen. Videre ble det i produksjonsskogen registrert svært få forekomster av vårt sett med gammelskogsarter (rødlistearter eller tidligere rødlistearter). I denne produksjonsskogen ble det kun gjort 14 funn av gammelskogsarter (inkl. 8 forekomster av granrustkjuka *Phellinus ferrugineofuscus*) på 1088 læger, dvs. en lægerfrekvens på 1,3%, og under en tidel av den samlede mengden funn av disse artene i Lunner. I Kragerø ble det også foretatt registreringer i noe plantet produksjonsskog av gran, uten å finne gammelskogsarter. I sammenlikningen videre er det derfor kun fokusert på den eldre/gamle skogen.

Lægerfordeling konsentrert/spredt (Kragerø versus Lunner): I Kragerø ble det registrert færre bestander og færre læger enn i Lunner (725 versus 1221 læger >15 cm diam.; **Tabell 4.1**). I Kragerø ble det registrert omtrent like mange læger i spredte forekomster som i konsentrasjoner, dvs. i konsentrasjoner som tilfredsstillende utfigurering som MiS-figur av liggende dødved (338 læger i spredte forekomster versus 387 læger i konsentrasjoner; se **Tabell 4.1**). I Lunner ble det registrert flere store lægerkonsentrasjoner, og drøyt 4 ganger så mange læger i konsentrasjon som i spredte forekomster i gammelskogen (990 versus 231 læger >15 cm diam.).

Årsaken til den mindre andelen granlæger i konsentrasjoner i Kragerø er trolig primært at grana i Kragerø i større grad enn i Lunner opptrer spredt, i blandingsskog med furu og eik på tørt mark, og i blanding med andre edellauvtrær på frisk, rik mark. Særlig på den tørre marka opptrer grana sjelden med læger-konsentrasjoner. Innenfor nordvendte, reine, grandominerte blåbær-småbregneskoger i Kragerø er andelen større i konsentrasjoner (dobbelte så mange læger i konsentrasjoner som spredt i del-studieområde i Skarboheia ved Helle med mest rein gran-skog). I Lunner er hele studieområdet preget av middels til høyproduktiv grandominert skog, som kan generere store dødvedkonsentrasjoner.

Lægerfrekvens Kragerø versus Lunner: Det ble funnet langt færre rødlistede gammelskogsarter knyttet til gran i Kragerø versus Lunner. I Kragerø ble det registrert 6 slike gammelskogsarter, med til sammen 11 funn, dvs. funn på 11 læger (**Tabell 4.1**). I Lunner ble de samme 6 artene funnet, samt ytterligere 3, slik at artsinventaret kan sies å være ganske likt. Men antall forekomster var svært forskjellig; i Lunner ble det registrert til sammen 129 forekomster, dvs. 129 granlæger med funn av rødlistearter/gammelskogsarter.

Den undersøkte granskogen i Kragerø hadde altså en meget lav frekvens av rødlistearter; kun 1,5% av alle granlæger > 15 cm diam. hadde rødlistearter. Rødlistefrekvensen på egnet substrat (læger >15 cm; nedbr.grad 2-5) var 1,6%. I Lunner var lægerfrekvensen 11% for alle læger > 15 cm, mens tilsvarende frekvens blir 13% når de uegnete lægerene i nedbrytningsgrad 1 er trukket i fra. Det er m.a.o. nesten ti ganger så høy sannsynlighet for å påtreffe en vedboende rødlistearter i granskogen i Lunner som i Kragerø.

Tabell 4.1. Fordeling av læger og vedboende rødlistearter/gammelskogsarter på konsentrasjoner og spredte forekomster av granlæger. Registreringer 2009-2012 i tre omr.: Krag = Kragerø, Lunn = Lunner, Drdal = Drangedal+Skien. Lægerfrekvens RL-arter = %andel læger med forekomst av rødlistearter. (n.br.gr.=nedbrytningsgrad)

Vedboende rødlistearter på gran	RL	Krag kons.	Krag spredt	Lunn kons.	Lunn spredt	Drdal kons.
<i>Antrodiella citrinella</i> gul snyltekjuke	VU	1	0	5	1	0
<i>Cystostereum murrayii</i> duftskinn	NT	0	1	20	4	0
<i>Fomitopsis rosea</i> rosenkjuke	NT	2	0	1	0	7
<i>Junghuhnia collabens</i> sjokoladekjuke	EN	0	0	0	1	0
<i>Phellinus ferrugineofuscus</i> granrustkjuke	-*	2	2	34	15	13
<i>Phellinus nigrolimitatus</i> svartsoneskjuge	NT	0	2	24	10	1
<i>Phlebia centrifuga</i> rynkeskinn	NT	0	0	8	1	1
<i>Rhodonina placenta</i> pastellkjuke	EN	0	0	2	0	0
<i>Skeletocutis brevispora</i> klengeskjuge	VU	0	1	2	1	4
Sum rødlistede gammelskogsarter		5	6	96	33	26
granlæger >15 cm diam.		387	338	990	231	216
granlæger >15 cm, nedbr.grad 2-5		370	328	837	177	205
<i>lægerfrekvens RL-arter (læger n.br.gr.2-5)</i>		1,4%	1,8%	12%	16%	13%

*Tidligere rødlistet gammelskogsart

Lægerfrekvens i Drangedal/Skien: I Drangedal/Skien ble det bare undersøkt lægerkonsentrasjoner. På de i alt 216 granlægerne >15 cm diam. ble det registrert 26 forekomster av 5 rødlistede gammelskogsarter (**Tabell 4.1**). Dette gir en lægerfrekvens på egnete granlæger på 13%, dvs. en hyppighet som ligger svært nær den som ble funnet i lægerkonsentrasjoner i Lunner, og nær ti ganger så høy som i Kragerø.

Hovedkonklusjon regional sammenlikning: Det ble funnet svært få rødlistede, vedboende sopparter knyttet til gran, i forhold til tilfanget av læger i Kragerø. Lægerfrekvensen av disse rødlistede granartene var nesten ti ganger lavere i kyststrøk av Telemark (Kragerø), i forhold til innland Telemark (Drangedal-Skien) og i forhold til innland Oppland (Lunner).

4.2 Hyppighet av rødlistearter på læger i konsentrasjoner versus spredte forekomster

I registreringen i Kragerø i 2012 ble det registrert omtrent like mange forekomster av rødlistearter/gammelskogsarter på granlæger i konsentrasjon versus spredt (5 mot 6 funn; se **Tabell 4.1**). I Lunner ble nesten tre fjerdedeler av rødlistefunnene gjort i lægerkonsentrasjoner (96 versus 33 funn), i tråd med at det ble registrert langt flere læger i konsentrasjoner.

Det ble imidlertid ikke funnet noen overrepresentasjon av rødlisteartene i lægerkonsentrasjonene, slik man kanskje skulle forvente med mye dødvedsubstrat samlet på lite areal, og svært kort spredningsavstand fra låg til låg. Tvert i mot, både i Kragerø og i Lunner ble det funnet en høyere lægerfrekvens der lægerene lå spredt enn der de var konsentrert; i Kragerø var lægerfrekvensen 1,8% i spredt versus 1,4% i lægerkonsentrasjoner, og tilsvarende for Lunner 16% versus 12% (**Tabell 4.1**).

I Lunner var det særlig rynkeskinn (*Phlebia centrifuga*) som ble funnet i konsentrasjoner (8 av 9 forekomster), mens granrustkjuke (*Phellinus ferrugineofuscus*) og svartsonekjuke (*P. nigrolimitatus*) ble funnet relativt sett oftere på spredte læger, med dobbelt så høy frekvens på spredte læger. Også innenfor lokalitetene/bestandene med konsentrasjoner var det påtagelig at svartsonekjuka ofte satt på læger utenfor eller i utkanten av lægeransamlingene.

I Kragerø ble begge funnene av svartsonekjuke gjort i bestand med svært få læger, mens begge funnene av rosenkjuke ble gjort i lægerkonsentrasjoner. I Drangedal-Skien er det bare gjort registreringer i lægerkonsentrasjoner. Her ble det registrert høy lægerfrekvens både av rosenkjuke og granrustkjuke i lægerkonsentrasjoner, med rosenkjuke på 5% og granrustkjuke på hele 10% av alle granlæger >20 cm diameter.

Hvorfor underrepresentasjon av rødlistearter i lægerkonsentrasjoner? Hovedforklaringen på at rødlisteforekomstene er relativt sett færre i konsentrasjoner synes å være forskjeller i habitatkvaliteter mellom lægerkonsentrasjoner og spredte læger. De undersøkte lægerkonsentrasjonene hadde ofte mange likartede læger. Ofte var konsentrasjonene knyttet til produktive lier/forsenknninger der grana hadde vokst fort, og kommet tidlig i en oppløsningsfase der mange trær har gått overende omtrent på likt, og med de samme, dominerende nedbrytende soppartene.

I Kragerø og Drangedal-Skien er lægerkonsentrasjonene oftest dannet av tørrgraner som har dødd i forbindelse med spesielle tørkesomre (særlig 1975) og tilhørende store barkbilleangrep. Disse barkløse, uttørkede "billegranene" er helt dominert av angrep av rekkekjuke (*Antrodia serialis*), men her kan det også være relativt store forekomster av de rødlistede/sjeldne gammelskogsartene rosenkjuke (*Fomitopsis rosea*) og granrustkjuke (*Phellinus ferrugineofuscus*). Dette var påtagelig i materialet fra Drangedal-Skien, der flere av konsentrasjonene ser ut til å ha mange læger som stammer fra tørken i 1975.

I Lunner er de fleste lægerkonsentrasjonene av en annen type; av grovvokste, hurtigvokste graner i produktive forsenkninger (jfr. **Figur 4.1**). Disse er sterkt angrepet av den svært vanlige arten rødbrandkjuke (*Fomitopsis pinicola*) allerede mens de står på rot, og trærne brekker ofte av 1-2 m opp på stammen, hvis de ikke går overende i stormfelling. Rødbrandkjuke danner brunrâte som raskt kan bryte ned stokkene, og disse gjerne barkkledde, myke lægerene ser generelt ut til å ha artsfattige vedsopsfunn.

Rødlisteartene svartsonekjuke (*Phellinus nigrolimitatus*) og duftskinn (*Cystostereum murrayii*) som er knyttet mest til saktevoksende hardved opptrer sjelden i slike høyproduktive partier i massiv oppløsningsfase (jfr. **Figur 3.8, 4.2**). Disse artene ble i undersøkelsen i Lunner funnet fortrinnsvis der skogen var mer lavproduktiv og saktevoksende med få læger, eller knyttet til mer småvokste, krokete understandere, eller kvistrike, svært gamle grensetrær. Flere funn av duftskinn i lægerkonsentrasjoner i Lunner var knyttet til slike meget grovkvistede, gamle og harpiksrike grensetrær som var gått overende langs en flatekant. I fjellskogen er ofte en større andel av grantrærne grokvistede med elementer av hardved, og her kan både svartsonekjuke og duftskinn ha en sterkere tilknytning til lægerkonsentrasjoner i produktive partier (se neste kap.).

Det forekommer også en tredje type lægerkonsentrasjoner i materialet; det er konsentrasjoner av ulike typer læger som er generert over lang tid, i egenskap av liten påvirkningsgrad (naturskogspreg). Slike konsentrasjoner som skyldes naturskogspreg, kan ha en variert meny av gammelskogsarter. I Lunner er det særlig en lokalitet som har betydelig naturskogspreg, med variert død ved, og en høy andel av mye nedbrutte læger (Storhaugen Ø). Denne har også den største forekomsten av rødlistearter, med til sammen 24 rødlistefunn, bl.a. 8 funn av svartsonekjuke.



Figur 4.1. Mye læger, lite sopp: Stor lægerkonsentrasjon fra studieområdet i Lunner. Høyproduktiv forsenkning med grove, hurtigvokste og sterkt rødbrandkjuke-angrepne læger. I dette bestandet ble det registrert 52 læger > 20 cm i diameter, men ingen rødlistearter (foto: TEB).

Sammenfatningsvis ser det ut til at høyproduktive lægerkonsentrasjoner forårsaket av kraftig rødbrandkjukeråte er ugunstig for mange rødlistearter/gammelskogsarter, mens lægerkonsentrasjoner forårsaket av tørke og barkebilleangrep virker å være gunstig for noen gammelskogsarter som rosenkjuke og granrustkjuke. Til sammen kan det se ut som rødlistede vedsopper knyttet til gran, har en noe lavere lægerfrekvens i bestander med lægerkonsentrasjoner/MiS-figurer med dødved enn i bestander med spredte lægerforekomster. Unntaket er MiS-dødvedfigurer med stor andel mye nedbrutte læger, som kan ha en høy frekvens av rødlistede gammelskogsarter i egenskap av varierte habitatkvaliteter knyttet til naturskogspreg. Også bestander med sterkt heterogen topografi-geologi som visse bekkekløfter, kan ha en særlig konsentrasjon av vedboende rødlistearter/truete arter knyttet til dødvedrike nøkkelbiotoper (jfr. Brandrud m. fl. 2013). Den fjellnære skogen har også en annen dynamikk.



Figur 4.2. Lavproduktiv, åpen barblandingskog med få læger. Her en saktevokst, tidligere stammebruket, harpiksanrikt hardvedgran med forekomst av duftskinn (*Cystostereum mur-rayii*; skimtes som hvite felter på undersiden). Namsskogan, Brekkvasselv (foto: TEB).

4.3 Forekomst av vedboende rødlistearter i MiS dødved-figurer i Drangedal

Her har vi gått inn på alle kjente forekomster av vedboende rødlistearter på gran i Drangedal, og deres fordeling innenfor og utenfor MiS-figurer av liggende død ved (**Tabell 4.2**). I Drangedal er det i alt registrert over 1000 MiS-figurer med konsentrasjoner av liggende død ved. Flertallet av disse har gran som viktigste lægertype. Etter tidligere studier av MiS-områder i Drangedal (jfr. Brandrud & Sverdrup-Thygeson 2008), framtrer denne kommunen som en av de mest grundig og omfattende MiS-kartlagte områder, med trolig en tilnærmet heldekkende kartlegging av hogstklasse 4 og 5.

Tabell 4.2. Forekomst av grantilknyttede vedboende rødlistearter/gammelskogsarter i og utenfor MiS-figurer for liggende død ved i Drangedal. Artsforekomster basert på NSD og Artskart (en del dubletter fra Artskart ekskludert), supplert med data fra Frivillig vern registrering 2003 i Steinknapp, Høydalsfjell-Godalsfjell og Fuglesteheia (Hofton m. fl. 2004, samt registreringer 2009 (jfr. Tab. 1)). T.h. data fra heldekkende registrering i Grytdalen NR (sammenstilt fra Løvdal m. fl. 1999). NB = nøkkelbiotop.

Vedboende rødlistearter/-gammelskogsarter på gran	RL	Drdal, i MiS figur dødved	Drdal, uten for MiSfig	Drdal TOT**	Grytd. NB m/ mye læger	Gryt dalen utenf. NB	Gryt dalen TOT
<i>Antrodiella citrinella</i> gul snyltekjuke	VU	0	1	1	0	0	0
<i>Cystostereum murrayii</i> duftskinn	NT	3	10	13	17	16	33
<i>Fomitopsis rosea</i> rosenkjuke	NT	19	20	39	1	5	6
<i>Phellinus ferrugineofuscus</i> granrustkjuke	-*	24	42	66	19	39	58
<i>Phellinus nigrolimitatus</i> svartsoneskjuka	NT	3	25	28	36	46	82
<i>Phlebia centrifuga</i> rynkeskinn	NT	2	8	10	3	10	13
<i>Skeletocutis brevispora</i> klengeskjuka	VU	2	1	3	0	0	0
Sum rødlistede gammelskogsarter		53	107	160	86	116	192
% RL-forekomster i konsentrasjoner		33%			45%		

*tidligere rødlistet gammelskogsart

**Naturreservatene Grytdalen og Skultrevassåsen ikke medregnet (pga. manglende MiS-data)

Til sammen 7 vedboende rødlistearter knyttet til gran er registrert i Drangedal, med 160 forekomster (**Tabell 4.2**). Kun 53 av de 160 forekomstene er funnet innenfor MiS dødved-figurer, dvs. kun en tredjedel av de kjente forekomstene opptrer i lægerkonsentrasjoner. Tallene blir omtrent de samme hvis man også inkluderer forekomster i andre typer av MiS-figurer (data ikke vist). En stor andel av totalfunnene av de rødlistede vedboende soppene er gjort i nøkkelbiotoper eller reservater, i områder med gammel skog.

Den lave forekomsten i MiS-figurer med dødved-konsentrasjoner kan skyldes at spredte lægerforekomster er undersøkt mer enn konsentrasjoner. Mye av rødlisteartsregistreringen har vært utført i forbindelse med nøkkelbiotop-kartleggingen, og mange av nøkkelbiotopene viser seg ikke å tilfredsstillende inngangsverdiene for læger-konsentrasjoner i MiS. Blant annet ble det av Gaarder & Blindheim (1999) gjort en del rødlistefunn på eiendommer som har få MiS-figurer med liggende død ved. Her er de fleste funnene gjort i gammelskog med spredte læger. Det er tidligere påpekt at verdifull gammelskog av glissen type på lav bonitet med rødlistearter trolig fanges opp i mindre grad i MiS-figurer (eksempel fra Mørkvassjuvet-området rett nord for Drangedal; s. 26 i Brandrud & Sverdrup-Thygeson 2008). På den annen side er en del MiS-figurer med store læger-konsentrasjoner undersøkt i Steinknapp, Høydalsfjell og Lone, områder som i ettertid er blitt naturreservater. I Steinknapp alene er det i MiS registrert 2000 gran-

læger i konsentrasjoner, og her er det foretatt en del registreringer i forbindelse med frivillig vern og funnet en rekke rødlistearter (Hofton m. fl. 2004).

Det er stor forskjell på de ulike artenes tilknytning til konsentrasjoner. I likhet med registreringene fra Lunner og Kragerø presentert i forrige kapittel, så er det svartsonekjuka som har minst tilknytning til læger-konsentrasjoner, med kun 3 av 28 funn fra MiS-figurer. Rosenkjuka (*Fomitopsis rosea*) er den arten som har mest tilknytning til konsentrasjoner, med omtrent halvparten av forekomstene i MiS-figurer.

4.4 Vedboende rødlistearter i Grytdalen NR, Drangedal

Grytdalen naturreservat er et i hovedsak høyereliggende furu- og granskogsområde helt nordvest i Drangedal. Det ikke foretatt MiS-registrering i Grytdalen NR, men her har vi sett nærmere på forekomst innenfor og utenfor nøkkelbiotoper med en viss læger-konsentrasjon. I 1998 ble det foretatt en detaljert registrering av vedboende arter på hele skogarealet i Grytdalen NR (Løvdal m. fl. 1999). Dette er en av få områder i Norge med total-registreringer av vedboende sopper på granlæger (og andre læger). Registreringen ble delt inn i 169 markslagsområder (tilsvarende ca. skogbestand). Det framgår ikke av de publiserte dataene nøyaktig hvilken læger-tetthet hvert registreringsområde hadde, men kun 6 av registreringsområdene hadde en læger-tetthet >2 læger pr. daa, og ingen hadde tetthet > 4 læger pr. daa. som er standard inngangsverdi for MiS-figurering. Deler av de læger-rikeste registreringsområdene har imidlertid sannsynligvis hatt læger-tettheter som tilfredsstillende inngangsverdi for MiS. Det ble i undersøkelsen utfigurert 20 nøkkelbiotoper som hadde "en del" eller "mye" læger av gran eller gran/osp. Vi har her gjort en sammenstilling av andelen vedboende rødlistearter på gran som ble funnet innenfor og utenfor disse nøkkelbiotopene med en viss læger-konsentrasjon.

Fordelingen av granboende rødlistesopper i Grytdalen NR minner om fordelingen i Drangedal ellers, men med en noe større andel av rødlisteforekomstene i konsentrasjoner (**Tabell 4.2**). Men også her er under halvparten av forekomstene i konsentrasjoner (45%). Fordelingen av granrustkjuka (*Phellinus ferrugineofuscus*) er omtrent lik i de to datasettene (en tredjedel av funnene i konsentrasjoner), mens de to "hardved-artene" duftskinn (*Cystostereum murrayii*) og svartsonekjuka (*Phellinus nigrolimitatus*) har en mye større andel av sine funn i Grytdalen NR i konsentrasjoner (**Tabell 4.2**). Disse artene opptrer i Grytdalen mest i fjellskogen >600 m oh. (Løvdal m. fl. 1999), og her har særlig svartsonekjuka et klart tyngdepunkt i konsentrasjoner. Den rikeste, kjente svartsonekjuka-lokaliteten i Drangedal er nøkkelbiotopen Mørkvasslåtta S (31 daa) i den nordøstre delen av Grytdalen NR. Her er det registrert 13 læger av denne arten. Med en læger-tetthet på 1-2(-3) læger pr. daa i de lægerrikeste nøkkelbiotopene, indikerer dette en lægerfrekvens av svartsonekjuka på 20-40%. Skogstruktur og dødved beskrives her på følgende måte: "Skogen har fjellskogspreg med mange gulrotgraner. Det er mye død ved, både stående og liggende. Noen graner er spesielt grove (>60 cm i brysthøydiameter).lokaliteten har høye naturskogs-kvaliteter." (Løvdal m. fl. 1999). Slik gammel fjellskog med (konsentrasjoner av) grove, kvistrike, saktevokste graner ser ut til å være det optimale habitatet for svartsonekjuka. Tilsvarende er observert i Lunner, der det er funnet en lægerfrekvens av svartsonekjuka opp til 25 % på grove, kvistrike graner i høyereliggende, saktevokst skog (naturtype-lokalitet Kollern; pers. obs.; se også kap. 5.1).

5 Regional variasjon i lægerfrekvens hos vedboende rødlistearter på gran

I **Tabell 5.1** er gjort en sammenstilling av lægerfrekvens-data av de hyppigst forekommende vedboende rødlistearter av sopp på gran (kjuke/skinn) fra noen ulike norske studier. Av disse artene er det bare duftskinn (*Cystostereum murrayii*), granrustkjuke (*Phellinus ferrugineofuscus*) og svartsoneskjuke (*Phellinus nigrolimitatus*) som har en lægerfrekvens på >1% (frekvens på alle undersøkte læger) når alle registreringene sees under ett. Lægerfrekvensen for disse granartene som gruppe er 7%.

Vi ser at det er store regionale forskjeller i artenes hyppighet. I studien i Sør-Trøndelag (se Høiland & Bendiksen 1997), hadde disse rødlistearter til sammen en lægerfrekvens på granlæger på 0,9%, mens frekvensen på granlæger var > 10% i studieområdet i Lunner og Drangedal/Skien. Også de enkelte artene oppviste en del variasjoner, bl.a. var lægerfrekvensen av rosenkjuke (*Fomitopsis rosea*) langt høyere i Drangedal/Skien enn i de andre undersøkelsesområdene.

Tabell 5.1. Lægerfrekvens av grantilknyttede vedboende rødlistearter/gammelskogsarter av sopp i ulike studier i Norge. Kun kjuke og skinn inkludert. Læger >15 cm diam. (bortsett fra to første kolonner der diam. ikke er angitt). Meld = Meldal (Høiland & Bendiksen 1997). Hirkj = Hirkjølen (Bendiksen & Høiland 2005). Hurd = Hurdal (Sverdrup-Thygeson & Lindenmayer 2002). (Lunn, Krag, Drang; ikke-publiserede data, se Tabell 4.1.). Lunn Nat.res = Rinilhaugen naturreservat.

	RL	Meld STr 91-93	Hirkj Oppl 1993	Lunn Hkl 5 05-09	Lunn Nat.res 05-09	Hurd Akh 1997	Krag Tel 2012	Drang Tel 2009	TOT
Totalt antall granlæger		465	140	1130	358	851	725	216	3885
Totalt ant. RL-arter/gammelskogsarter		2	5	9	5	-	6	4	12
Totalt ant. RL-funn		4	9	129	87	-	11	26	266
Lægerfrekvens alle RL-arter		0,9%	6,4%	11%	12%	-	1,5%	12%	7%
<i>Cystostereum murrayii</i> duftskinn	NT	0,0%	0,0%	2,1%	3,6%	1,8%	0,1%	0,0	1,3%
<i>Fomitopsis rosea</i> rosenkjuke	NT	0,0%	0,7%	0,1%	0,0%	-	0,3%	3%	0,4%
<i>Phellinus ferrugineofuscus</i> granrustkjuke	-*	0,4%	2,1%	4,3%	2%	-	0,5%	6%	2,6%
<i>Phellinus nigrolimitatus</i> svartsoneskjuke	NT	0,4%	2,1%	3,0%	4,8%	9,4%	0,3%	0,5%	3,5%
<i>Phlebia centrifuga</i> rynkeskinn	NT	0,0%	0,0%	0,8%	1,7%	-	0,0%	0,5	0,5
Andre RL-arter		0,0%	1,4%	1,1%	0,3%	-	0,3%	2%	0,7

*tidligere rødlistet gammelskogsart

5.1 Svartsoneskjuke, lægerfrekvens og lægerkonsentrasjoner

“Hardved-artene” svartsoneskjuke og duftskinn framtrer i denne studien som de granartene som er minst knyttet til lægerkonsentrasjoner og lite knyttet til grove læger i høyproduktiv granskog. Dette var situasjonen i studieområdene i mellomboreal-sørboreal og boreonemoral sone i Lunner, Drangedal/Skien og Kragerø (kap. 4.2). Dataene fra Grytdalen NR i Drangedal (kap. 4.3, Løvdal m. fl. 1999), samt diverse egne feltobservasjoner indikerer imidlertid at situasjonen er en annen når en kommer opp i høyereliggende mellom-nordboreal granskog. Her opptrer gjerne svartsoneskjuke i lægerkonsentrasjoner i de mest produktive liene og kløftene, og her finner man også den høyeste lægerfrekvensen for arten (jfr. **Tabell 5.1**, med høy frekvens i høyereliggende område i Hurdal, Akershus; Sverdrup-Thygeson & Lindenmayer 2002).

Denne todelte habitat-preferansen kan kanskje forklare enkelte tilsynelatende avvik mellom foreliggende resultater og undersøkelsen til Stokland og Kauserud (2004) av svartsonekjuka. Sistnevnte fant at svartsonekjuka hadde høyest frekvens på grove læger >40 cm i diameter i relativt høyproduktiv skog, mens vi har funnet arten mest i noe mindre produktiv skog (i lavlandet). Stokland og Kauserud (2004) fant at arten var langt mer frekvent på egnete læger (nedbrytningsgrad 3-5, diameter >20 cm) i mellom- og nordboreal sone enn i sørboreal og boreo-nemoral sone. I sørboreal sone fant de svartsonekjuka på 2% av alle læger, mens lægerfrekvensen var nesten 10% i nordboreal sone, og 30% på egnete læger med nedbrytningsgrad 3-5 og diam. >20 cm. Dette er frekvenstill som stemmer godt overens med tallene i **Tabell 5.1**. I høyereliggende, høyproduktiv, gammel granskog på Østlandet, med mye grovkvistede harvedlæger, vil man kunne forvente å finne fruktlegemer av svartsonekjuka på hver tredje grove låg i nedbrytningsgrad 3-5. Stokland og Kauserud (2004) undersøkte ikke tilknytning til lægerkonsentrasjoner.



Figur 5.1. Svartsonekjuka *Phellinus nigrolimitatus* er en av de vanligste dødvedindikatorerne i Naturindeksen. Den er en gammelskogsart som har vært brukt mye som indikator på skogtilstand. Den er knyttet mest til gran, og som regel på hard ved, og opptrer derfor sjelden i dødvedkonsentrasjoner av tidlig råteangrepet myk ved. Arten ser ut til å ha høyest frekvens på harde, grove, middels til mye nedbrutte granlæger i saktevoksende, høyereliggende skog. Her fra fjellskog i Namsskogan, Nord-Trøndelag (foto: TEB).

6 Vurdering av sammenhengen mellom dødved-indikatorerne og artsmangfold

På grunnlag av analysen i kap. 3 ser det ut til at Naturindeksens indirekte dødvedindikatorer verken representerer artsmangfold av vedboende sopp som gruppe eller frekvensen av enkeltarter spesielt godt med data oppdelt på kommunenivå. Gamle trær ser ut til å være svakt positivt relatert til artsmangfold og frekvens av enkelte granarter, men sammenhengene er svake.

Mangelen på korrelasjoner kan til dels skyldes kvaliteten på data. For det første er Naturindeksens dødvedindikatorer angitt på fylkesnivå, slik at mange kommuner som kan variere betydelig i skogstruktur, både biologisk og forvaltningsmessig, har samme indikatorverdi (se også Garnåsjordet m.fl. 2013). Det gjør at spredningen av punktene langs x-aksen i våre plot blir noe redusert. For det andre er det stor variasjon mellom kommuner i estimert frekvens av arterne. Dette skyldes trolig dels varierende innsamlingsinnsats (fra 0 til 294 kvadratkilometerruter med belegg per kommune i perioden 1990-2007) og dels naturlig variasjon som kan forklares med artenes biogeografiske tilhørighet.

Likevel er det grunn til å tro at resultatene representerer reelle sammenhenger fordi de mønstrene som finnes er konsistente på tvers av flere arter (jfr **Figur 3.3-6**) og mangelen på korrelasjoner ellers er gjennomgående. Positive korrelasjoner mellom vedlevende arter og gamle trær er ikke uventet, da MiS-områder med gamle trær reflekterer gammelskog med potensiale for variert død ved. For liggende og stående død ved er forventningen i utgangspunktet en positiv sammenheng, men det kan være gode grunner til mangel på korrelasjoner med disse indikatorerne.

Våre analyser i kap. 3 indikerer at det er lite eller ingen sammenheng mellom konsentrasjoner av dødved og forekomst av rødlistede vedboende arter. Dette indikerer at mange av dødvedartene opptrer forholdsvis spredt i terrenget. Dette er også vist i de kommunene som er nærmere feltundersøkt i kap. 4, der lægerfrekvensen for gammelskogsarter ble funnet å være lavere innenfor enn utenfor konsentrasjoner. I Drangedal ble to tredjedeler av forekomstene av rødlistede gammelskogsarter på gran funnet *utenfor* MiS-figurer med dødvedkonsentrasjoner. Disse resultatene er også i tråd med tidligere sammenstillinger av hotspot-habitater for rødlistearter, som viser av vedboende, rødlistede barskogsarter forholdsvis sjelden opptrer i konsentrasjoner, men finnes spredt i terrenget innenfor gammelskog (Sverdrup-Thygeson & Brandrud 2011).

I undersøkelsesområdene i Lunner og Kragerø ble det funnet en del større lægerkonsentrasjoner helt eller nesten helt uten rødlistede gammelskogsarter. Dette var konsentrasjoner som inneholdt mange likartede, hurtigvokste læger, med samme råtetype, og med artsfattige sopp-samfunn.

Lægerkonsentrasjoner i form av MiS-figurer med liggende dødved gir derfor ikke nødvendigvis en indikasjon på hvor de mest verdifulle forekomstene av rødlistede gammelskogsarter forekommer. Lægerkonsentrasjonene med mange liknende læger som har gått overende omtrent likt, vil ofte indikere høyproduktive bestand med kort omløpstid på grana. Mange av disse vil ha ensartet, myk ved, få, dominerende vednedbrytere, og lite av sjeldne/spesialiserte gammelskogsarter. "Hardvedlæger" som er viktig for mange gammelskogsarter knyttet til gran, krever lang tid å generere, og pr. i dag finnes det lite konsentrasjoner av slike læger i norsk gammelskog i lavlandet.

Det er viktig å understreke forskjellen på de ensaldrete, artsfattige, lægerkonsentrasjoner i høyproduktiv lavlandsgranskog vi har funnet mye av i våre undersøkelser, og lægerkonsentrasjoner som er generert over lang tid i naturskog. Lægerkonsentrasjoner i naturskog vil gjerne ha variert dødved, med en høy andel middels/mye nedbrutte læger, og vil kunne indikere store og varierte habitat-kvaliteter med mye rødlistearter.

Siden mange mer lavproduktive, saktevoksende granbestand pr. i dag har lite dødved, vil tilhørende dødvedkvaliteter i liten grad fanges opp av den indirekte NI-indikatoren dødved forekomst/MiS-dødvedfigurer. Dette er også en utfordring i MiS-registreringssystemet som sådan; at rødlistearter i glissen, relativt lavproduktiv, lægerfattig granskog ikke fanges så godt opp i MiS (Brandrud & Sverdrup-Thygeson 2008). Den helt lavproduktive granskogen, særlig i fjellnær skog, vurderes ikke som produktiv skog, og vil dermed overhodet ikke fanges opp i MiS.

Mye av vår gammelskog har vært lite påvirket i 80-100 år, og er i en fase med raskt økende dødved (se kap. 1.3). I de undersøkte skoglandskapene i Lunner, Kragerø og Drangedal-Skien var det påtagelig at de mer høyproduktive gammelskogsbestandene av gran var kommet inn i en "vedproduserende fase" med til dels store dødvedmengder, mens de fleste av de lavproduktive gammelskogsbestandene ennå hadde produsert lite død ved. Selv om påvirkningsgraden har vært den samme, er altså ofte dødvedproduksjonen svært forskjellig i høyproduktiv versus lavproduktiv granskog. Basert på erfaringene fra Lunner-Kragerø-Drangedal/Skien kan man gjøre følgende hovedinndeling av lægerkonsentrasjoner i (lavereliggende) granskog:

- (i) Høyproduktiv granskog i oppløsningsfasen i lier/forsenkninger, preget av hurtigvokste, grove, homogene læger, gjerne kraftig angrepet av rødbrandkjuke (*Fomitopsis pinicola*) med tilhørende brunråte med rask nedbrytning og artsfattige vedsopp-samfunn (**Figur 4.1**).
- (ii) Gransuksesjoner i berglendt-steinet terreng og sprekkedaler der grana vokser fort, men er svært utsatt for massiv utdøing pga. tørke og barkbilleangrep. Gir avbarkede, tørkesprukne læger som ofte er kraftig angrepet av rekkekjuke (*Antrodia serialis*), men også stedvis av større populasjoner av gammelskogsarter som rosenkjuke (*Fomitopsis rosea*) (**Figur 6.1**). I gammelskog kan mange av disse lægerkonsentrasjonene tilbakeføres til avdøding i tørkesomrene 1975-76, og stedvis har nesten hele bestandet tørket ut, hvilket har gitt en "overmetning" av dødvedmengde.
- (iii) Konsentrasjoner preget av langvarig generering av varierte læger (naturskogspregete bestand). I lavlandet sjelden og gjerne på midlere boniteter som har såpass kort omløp at de har rullet å generere dødved en tid, men ikke så høyproduktive at hele bestandet har gått i oppløsning (**Figur 6.2**)



Figur 6.1. Lægerkonsentrasjon med tørrgran/billegran i blokkmark, dominert av rekkekjuke (*Antrodia serialis*). Skarbo, Kragerø (foto: TEB).



Figur 6.2. Lægerkonsentrasjon med variert tilfang av læger i ulike nedbrytningstadier, og rik forekomst av rødlistearter. Fra Heimseteråsen, Trillemarka NR, Sigdal (foto: TEB).

Lægerkonsentrasjoner har også svært forskjellig viktighet som nøkkelbiotoper for gammel-skogsarter i ulike regioner; i Lunner og Drangedal vil enhver granlægerkonsentrasjon med >10 læger i gjennomsnitt huse en forekomst av rødlisteart/gammelskogsart, mens en lægerkonsentrasjon må nærme seg 100 læger før en har samme sannsynlighet for å påtreffre en rødlisteart i Kragerø eller i Meldal (jfr. **Tabell 5.1**). I ARKO prosjektet med kartlegging og overvåking av rødlistearter har vi avgrenset hotspot-regioner med særlig høy forekomst av rødlistearter, bl.a. basert på data i Norsk Soppdatabase. For vedboende granarter er den høyeste frekvensen i et bredt belte med indre dalstrøk på Østlandet, sørøst til Oslomarka, og sørvest til ca. Skien-Drangedal i Telemark (se bl.a. Ødegaard m. fl. 2006). Granområder utenfor dette beltet, slike som Oslofjordsområdet-Østfold (inkludert studieområdet i Kragerø), samt Trøndelag-Nordland, har en langt lavere frekvens av rødlistede, vedboende granarter.

Disse regionale forskjellene i hyppighet av gammelskogsarter skyldes trolig delvis naturlige utbredelsesmønstre. Mange av disse artene synes å trives dårlig i oseaniske områder. Sørvestgrensa for en del granarter i Skien-Nome-Drangedal NØ-området synes å samsvare ganske godt med grensa for svakt oseanisk seksjon (O1) versus markert oseanisk seksjon (O2) hos Moen (1998). Dette er samtidig også områder helt i utkanten av granas naturlige utbredelsesområde. Men det er også sannsynlig at gammelskogsartene der de har svake populasjoner, er sterkere rammet av flere hundre år med lave dødved-nivåer, enn i områder med sterke populasjoner. Derfor er disse artene trolig sterkere negativt påvirket av vedvarende dårlig habitat-kvalitet i områder med naturlig små populasjoner.

Noen konklusjoner om lægerkonsentrasjoner og betydningen for vedboende gammelskogsarter i granskog:

1. Mange gammelskoger i lavlandet er i dag preget av produksjon av mye ensaldrete og ensartede lægerkonsentrasjoner med artsfattige dødvedsamfunn og lite rødlistearter.
2. Dødvedkonsentrasjoner i lavlandet opptrer i hovedsak i tilknytning til noen få skogtyper på høyproduktiv mark.
3. Gammelskog i lavproduktive skogtyper med lang omløpstid har ofte ennå ikke generert dødvedkonsentrasjoner, og vedarter knyttet til disse, har derfor i hovedsak kun spredte læger som tilgjengelig substrat.

7 Vurdering av dødvedmengde og andre, mulige indikatorer i naturindeksen

De indirekte dødvedindikatorerne i Naturindeksen, MiS-miljøene liggende og stående død ved brukes i dag som nøkkelementer i Naturindeksen for skog, sammen med MiS-indikatorerne gamle trær, trær med hengelav og eldre lauvsuksesjoner, samt blåbærdekning (Direktoratet for naturforvaltning 2010). Disse 6 indikatorerne utgjør hele 50% av Naturindeksen i skog 2010. Det vil si at dødvedindikatorerne har en betydelig vektning, og er vesentlig for utfallet av den totale Naturindeksen for skog. Det er derfor viktig at disse indirekte dødvedindikatorerne (i) reflekterer tilstanden til vedboende arter, herunder de mer eller mindre gammelskogsavhengige dødvedartene, og (ii) gir et mest mulig reelt bilde av økologisk tilstand i forhold til naturtilstanden. I den grad disse dødvedindikatorerne ikke gjør dette, er det også viktig å vurdere supplering av så vel direkte som indirekte indikatorer.

Våre undersøkelser indikerer at forekomst av dødvedkonsentrasjoner i relativt liten grad reflekterer forekomst av dødvedarter knyttet til gammelskog, og er sterkt knyttet til bestemte skogtyper på høyproduktiv mark. Dette innebærer at det er viktig å dele opp de indirekte dødvedindikatorerne på ulike skogtyper, og beregne arealer av dødvedkonsentrasjoner og referanseverdier for lav-, middels- og høyproduktive bestand hver for seg. Her vil en oppdeling etter bonitetsklasser være mulig, og man bør også vurdere om det er mulig med en inndeling etter skogtyper basert på treslag og næringsrikhet. De ulike treslagene produserer i svært ulik grad dødvedkonsentrasjoner. I de her undersøkte kommunene var alle lægerkonsentrasjonene dominert av granlæger.

Det er også viktig å dele inn etter klima/vegetasjonssoner fra boreonemoral til nordboreal sone. Nordboreal fjellskog har mer av langvarig ikke-påvirket, lægerrik gammelskog med læger i alle nedbrytningsstadier, samtidig som dødvedmengden i naturtilstanden her vil være lavere enn for de mer produktive skogtypene i lavlandet. Flere vedboende gammelskogsarter oppfører seg forskjellig i forhold til dødvedkonsentrasjoner i høyereliggende skog versus lavlandskog (se kap. 5.1). For å fange opp forekomster med varierte lægerkvaliteter og lang kontinuitet i lægerproduksjon bør ulike nedbrytningsstadier fanges opp i Naturindeksen, i form av indikatoren dødvedprofil (se f.eks. Stokland m. fl. 2003, 2012).

En del lavproduktive skogtyper har generelt lite og spredt dødved, selv i gamle bestand som har ligget urørt i 80-100 år. Her vil ikke indikatoren dødvedkonsentrasjoner fange opp gammelskog med relativt god habitatkvalitet for dødvedarter og nærhet til naturtilstand. For slike bestand vil antageligvis andel gammelskog i skoglandskapet være en egnet parameter. Gammelskog kan avgrenses etter definisjonene av gammelskog og naturskog i Landskogsstakseringen (jfr. Larsson & Hylén 2007, Nilsen m. fl. 2010). Det er viktig at den fanger opp den gamle, tidligere plukkhogde skogen som ikke er flatehogd, og som har ligget urørt i 80-100 år. MiS livsmiljø gamle trær vil kunne dekke parameteren gammelskog i noen skogtyper, men er antageligvis mindre dekkende i de mer produktive skogtypene.

Hvis en ser på naturindekstilstanden for de 6 MiS-indikatorerne i 2010 (inkludert dødvedindikatorerne; se fig. 6.7 i Direktoratet for naturforvaltning 2010), så er det påtagelig at den geografiske fordelingen av tilstandsklasser samsvarer i svært liten grad med data for gammelskogstilstand i landskogsstakseringen (jfr. bl.a. Larsson & Hylén 2007, Stokland m. fl. 2003). Ifølge Naturindeks 2010 havner f.eks. Buskerud på relativt god tilstand, mens nabofylkene Agder-Telemark havner på relativt dårlig. Møre og Romsdal havner på dårligste tilstand, mens Sogn og Fjordane havner på best tilstand. Her er det en utfordring bl.a. å få til en differensiering innenfor fylkene i Naturindeksen. I følge data fra landskogsstakseringen er f.eks. andelen gammelskog størst i et belte i indre deler av Aust-Agder-Telemark, deler av indre Buskerud-indre Vestoppland, samt enkelte områder i Trøndelag, f.eks. Snåsa-Lierne (Larsson & Hylén 2007). Vestlandet har liten andel gammelskog etter definisjonen i Larsson & Hylén (2007). På landsbasis er det 6% gammelskog etter denne definisjonen. Trolig er disse gammelskogsarealene

også godt dekkende for områder med god habitat-kvalitet for mange dødvedarter. Når det gjelder totale dødvedmengder, er det på regionnivå i landsskogsdata Agder-Telemark og Trøndelag som skiller seg ut med høyest verdier for liggende død ved, og Agder-Telemark er høyest på liggende + stående død ved (Larsson & Hylén 2007, Storaunet m. fl. 2011). Disse dataene er også rimelig i overensstemmelse med arealtall for MiS-livsmiljø liggende og stående død ved, slik disse er registrert i landskogstakseringen (Statistisk sentralbyrå 2012). Her kommer Agder-Telemark-regionen ut med høyest arealdekning; hhv. 18,8% og 4,0% av produktiv skog for liggende og stående død ved, med nesten like høye verdier for Trøndelag og Nordland-Troms.

Naturindeks-verdien for de ulike MiS-indikatorene beregnes som forholdet mellom arealer av MiS-figurer og referanseverdier. Det er viktig at referanseverdiene også beregnes separat for lav- versus høyproduktiv skog og lavland versus fjellnær skog. Referanseverdiene beregnes i dag ut i fra de mest gammelskogspregete/naturskogspregete landsskogsflatene i hver region. Som påpekt tidligere i rapporten, er gammelskogen i Norge i dag i rask endring, med raskt økende dødvedmengder, og store regionale og skogtypemessige variasjoner, og denne gammelskogen er derfor problematisk å bruke som et fast referanse punkt for tilstandsutviklingen for død ved i norsk skog. Bruken av en slik referansetilstand som er i rask endring bør vurderes nærmere, og en bør se på om det ikke er mulig å finne alternative referansetilstander, f.eks. en teoretisk beregnet dødvedmengde og dødvedprofil i naturtilstand i skogtyper med ulik produktivitet. Ved bruken av andel gammelskog som indikator kan referansetilstanden være 100% gammelskog/skog under naturlig dynamikk.

Artsindikatorene innenfor dødvedarter bør dekke både vanlige/representative arter som også er viktige nøkkelarter for andre vednedbrytere av sopp og insekter, samt rødlistede gammelskogsarter som er habitat-spesialister og kan indikere grad av gammelskog/naturskogstilstand. I Naturindeksen for 2010 er sistnevnte gruppe godt dekket (men med lav vektning), mens førstnevnte ikke er dekket. Førstnevnte bør suppleres med nøkkelarter som rødrandkjuke (*Fomitopsis pinicola*) og fiolkjuka (*Trichaptum abietinum*).

I dag er det en prekær mangel på data om tidsutvikling av vedboende gammelskogsarter. Dette medfører i praksis at naturindekstilstanden for dødvedartene er anslått indirekte med utgangspunkt i dødvedutviklingen i gammelskog, korrigert bl.a. for antatte sprednings/re-etableringsbegrensninger knyttet til fragmentering av gammelskogslandskapet (Direktoratet for naturforvaltning 2010). Derfor er det viktig at man etablerer tidsseriestudier av gammelskogsarter, særlig arter som svartsonekjuka (*Phellinus nigrolimitatus*) som har en viss hyppighet (lægerfrekvens >1%), basert på kvantitative registreringer fra 10-15 år tilbake (jfr. bl.a. **Tabell 6.1**).

Her er noen konklusjoner angående bruk av direkte og indirekte indikatorer for habitatkvaliteter knyttet til dødved og gammelskog:

1. *Samsvar direkte/indirekte dødvedindikatorer*: Høy forekomst/konsentrasjoner av dødved og forekomst av vedboende rødlistede gammelskogsarter er i liten grad korrelert, men data om disse forekomstene kan utfylle hverandre, og begge typer indikatorer bør derfor benyttes. Artsindikatorene bør vektles like mye som de indirekte indikatorene.
2. *Store forskjeller høy/lavproduktiv skog*: Dødvedkonsentrasjoner i form av MiS figurer for liggende (og stående) død ved fanger ikke opp alle habitat-kvaliteter knyttet til død ved. Generelt fanger dødvedkonsentrasjoner opp mest bestander med høyproduktive skogtyper (med kort omløpstid), og lite av de middels/lavproduktive typene av gammelskog som huser en rekke vedboende gammelskogsarter. Dødvedindikatorer og deres referansetilstander bør derfor skille på ulike skogtyper/bonitetsklasser.
3. *Dødvedprofil som indikator på naturtilstand*: Viktige habitat-kvaliteter er ofte knyttet til bestand som har produsert variert dødved over lang tid. Som mål på god habitattilstand for gammelskog og gammelskogsarter bør derfor vektlegges fordeling av mye nedbrutt versus middels/lite nedbrutte læger. Dødvedprofil (5-delt skala) er antageligvis den beste indikatoren på naturskogstilstand (jfr. Storaunet m. fl. 2005, Stokland m. fl.

2012), og bør vurderes inkludert i Naturindeksen. Dette er også foreslått som parameter for overvåking av verneområder (Framstad m. fl. 2011).

4. *Andel gammelskog som indikator.* For å kompensere for manglende dødveddata og dødvedutvikling fra lav/middels produktiv skog (som ikke har dødvedkonsentrasjoner), foreslås å bruke forekomst/frekvens (i skoglandskapet) av gammelskog som en indirekte indikator. Denne bør følge Landsskogtakseringen sin definisjon av gammel skog (jf Figur 30 i Larsson & Hylén 2007 <http://www.skogoglandskap.no/filearchive/viten-1-07.pdf>). Per i dag inngår MiS-indikatoren gamle trær i Naturindeksen, mens skogens alder bare er brukt til å velge ut referanseflater.
5. Det bør etableres *tidsserier for artsindikatorene blant de vedboende gammelskogsartene*. I dag er naturindekstilstanden for disse beregnet indirekte basert på en ekspertvurdering av habitatutvikling (dødvedutvikling).

8 Referanser

- Bendiksen, E. & Høiland, K. 2005 Vedboende sopp i Hirkjølen skogforsøksområde - et feltstudium Sopp og Nyttevekster 1(4): 22-30.
- Brandrud, T.E. & Sverdrup-Thygeson, A. 2008. Samsvar mellom MiS og Naturtypedata. NINA Rapport 359. 60 s. + vedlegg.
- Brandrud, T.E., Hanssen, O., Sverdrup-Thygeson, A. & Ødegaard, F. 2011. Kalklindeskog – et hotspot-habitat. Sluttrapport under ARKO-prosjektets periode II. - NINA Rapport 711. 41 s.
- Brandrud, T. E., Myklebost, H (red.), Bongard, T., Bratli, H., Endrestøl, A., Fjellberg, A., Hanssen, O., Mathisen, I., Stabbetorp, O. E., Staverløkk, A. & Öberg, S. Viktige naturtyper for truede arter. NINA Minirapport 443. 21 s.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2010. Naturindeks for Norge 2010. - DN-utredning 3-2010.
- Framstad, E., Bendiksen, E., Brandrud, T.E. & Sverdrup-Thygeson, A. 2011. Overvåking av verneområder. Utprøving av metodikk i utvalgte naturreservater i Sør-Norge. - NINA Rapport 671. 56 pp. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim.
- Garnåsjordet, P. A., Aslaksen, I., Framstad, E., Moum, S. O., Nilsen, J.-E. Ø. & Skarpaas, O. 2013. Naturindeksen for skog på kommunenivå: Utprøving av metoder. - NINA Rapport 918. s. NINA, Trondheim.
- Gaarder, G. & Blindheim T. 1999. Nøkkelbiotyper i skog i Drangedal kommune. Siste Sjanse Rapport 93. 88 s.
- Hofton, T.H., Brandrud, T.E. & Bendiksen, E. 2004. Biologiske registreringer av 11 skogområder på Østlandet i forbindelse med prosjektet "Frivillig vern". – NINA Oppdragsmelding 816, 94 s.
- Hottola, J., 2009. Communities of wood-inhabiting fungi: Ecological requirements and responses to forest management and fragmentation. – Doctoral thesis. University of Helsinki, Finland.
- Høiland, K. & Bendiksen, E. 1997. Biodiversity of wood-inhabiting fungi in a boreal coniferous forest in Sør-Trøndelag County, Central Norway. Nord. J. Bot. 16: 643-659.
- Junninen, K., Komonen, A., 2011. Conservation ecology of boreal polypores: A review. – Biological Conservation 144: 11-20.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.). 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Trondheim. 480 s.
- Larsson, J.Y. & Hysten, G. 2007. Skogen i Norge. Statistikk over skogforhold og skogressurser i Norge registrert i perioden 2000-2004. Viten fra Skog og landskap 1/07. 91 s.
- Løvdal, I., Heggland, A. & Hjermann, D. 1999. Naturverdier i Grytdalen. Et økologisk studie av Grytdalen naturreservat i Telemark. Siste Sjanse - rapport 1994-4. 81 s.
- Moen, A. 1999. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon. Statens Kartverk, Hønefoss. 200 s.
- Müller, J. & Büttler, R. A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. Eur. J. Forest Res. 129: 981-992.
- Nilsen, J.-E. Ø., Moum, S. O. & Astrup, R. 2010. Indirekte indikatorer - Landskogtakseringen. - I Nybø, S., red. Datagrunnlag for Naturindeks 2010. DN-utredning 4-2010. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim. S. 69-78.
- Norsk Soppdatabase, NSD, 2013. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, <http://www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/>. Sitert 15. mai 2013.
- Nybø, S., Certain, G. & Skarpaas, O. 2010. Naturindeks, hovedresultater og kunnskapsbehov. - I Nybø, S., red. Naturindeks for Norge 2010. DN-utredning 3-2010. Direktoratet for Naturforvaltning, Trondheim. S. 9-24.
- Rolstad, J., Framstad E., Gundersen, V. & Storaunet, K.O. 2002. Naturskog i Norge. Definisjoner, økologi og bruk i norsk skog- og miljøforvaltning. Aktuelt fra skogforskningen 1/02: 53 s.
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. Ecological Bulletins 49: 11-41.
- Skarpaas, O., Brandrud, T.E. & Sverdrup-Thygeson, a. 2012. Rødlister. Fra fundament til forvaltning. NINA-Rapport 609. 64 s.
- Statistisk sentralbyrå. 2012. Skogstatistikk 2012. - NOS Skogstatistikk.

- Stokland, J. N., Eriksen, R. Tomter, S., Korhonen, K., Tomppo, E., Rajaniemi, S., Söderberg, U., Toet, H. & Riis-Nielsen, T. 2003. Forest biodiversity indicators in the Nordic countries. Status based on the national forest inventories. TemaNord 2003: 514. 105 s.
- Stokland, J. & Kauserud, H. 2004. *Phellinus nigrolimitatus* - a wood decomposing fungus highly influenced by forestry. Forest Ecology and Management 187: 333-343.
- Stokland, J. N., Larsson, K. H., 2011. Legacies from natural forest dynamics: Different effects of forest management on wood inhabiting fungi in pine and spruce forests. – Forest Ecology and Management 261: 1707-1721.
- Stokland, J. N., Siitonen, J. & Jonsson, B. G. 2012. Biodiversity in Dead Wood. Ecology, Biodiversity and Conservation. Cambridge. University Press. 509 s.
- Storaunet, K. O., Rolstad, J., Gjerde, I. & Gundersen, V. S. 2005. Historical Logging, Productivity, and Structural Characteristics of Boreal Coniferous Forests in Norway. Silva Fennica 39: 429-5
- Storaunet, K. O., Eriksen, R. & Rolstad, J. 2011. Mengde og utvikling av død ved i produktiv skog i Norge. Med basis i data fra Landskogstakseringens 7. 8. og 9. takst. Skog og landkspå Oppdragsrapport 15/2011: 44 s.
- Sverdrup-Thygeson, A. & Lindenmayer, D. B. 2002. Ecological continuity and assumed indicator fungi in boreal forest: the importance of the landscape matrix. Forest Ecology and Management 174: 353-363.
- Sverdrup-Thygeson, A. & Brandrud, T. E. (red.) 2011. Hotspots - naturtyper med mange truede arter. En gjennomgang av Rødlista for arter 2010 i forbindelse med ARKO-prosjektet. - NINA Rapport 683. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Trondheim, 64 s.
- Ødegaard, F., Blom, H. H., Brandrud, T. E., Jordal, J. B., Nilsen, J. E., Stokland, J., Sverdrup-Thygeson, A. & Aarrestad, P. A. 2006. Kartlegging og overvåking av rødlistearter. Delprosjekt II: Arealer for Rødlistearter - Kartlegging og Overvåking (AR-KO). Framdriftsrapport 2003-2004. - NINA Rapport 174. 54 s. NINA, Trondheim..



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

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

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

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-2579-3

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger