



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Artsmangfold i Rik bakkevegetasjon

- et livsmiljø i Miljøregistrering i Skog (MiS)

NIBIO RAPPORT | VOL. 6 | NR. 63 | 2020



Ivar Gjerde<sup>1</sup>, Magne Sætersdal<sup>1</sup> & Tor Erik Brandrud<sup>2</sup>

<sup>1</sup> NIBIO (Divisjon for skog og utmark/Avdeling for skoggenetikk og biomangfold), <sup>2</sup> NINA

TITTEL/TITLE  
Artsmangfold i Rik bakkevegetasjon – et livsmiljø i Miljøregistrering i Skog (MiS)

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)  
Ivar Gjerde, Magne Sætersdal og Tor Erik Brandrud

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
06.05.2020	6/63/2020	Åpen	127001	20/00529
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02573-3	2464-1162	20		

OPPDRAKSGIVER/EMPLOYER:  
Landbruks- og matdepartementet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:  
Ivar Gjerde

STIKKORD/KEYWORDS:  
MiS, Rik bakkevegetasjon, artsrikhet  
artssammensetning, karplanter, jordboende sopp

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:  
Miljøregistrering i Skog

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Rapporten presenterer resultater fra en undersøkelse av arealer registrert som MiS-livsmiljøet *Rik bakkevegetasjon* i tre områder på Østlandet. De overordnede målene var å undersøke om arealene tilfredstilte kravene til vegetasjonstyper som definerer livsmiljøet, og om de utvalgte arealene satt av som nøkkelbiotoper skilte seg ut fra arealer utenfor nøkkelbiotopene på samme bonitet og skogtype med hensyn på forekomster av arter innen karplanter og jordboende sopp. Prøveflater (50x50m) i tilfeldig utvalgte nøkkelbiotoper inneholdt *Rik bakkevegetasjon* i 92% av tilfellene, og hadde en høyere andel av kalklågurtskog og høystaudeskog enn referanseflatene. Det ble funnet et høyere antall karplanter i MiS-flatene enn i referanseflatene, men ikke jordboende sopp. For sopp på rødlisten ble det funnet et stort antall rødlistearter, et noe høyere antall arter i MiS-flatene enn i referanseflatene, og at fem av seks flater med >10 rødlistete sopp var MiS-flater. Forskjeller i sammensetningen av arter på flatene var i hovedsak knyttet til geografisk beliggenhet og til vegetasjonstyper. Flater i middelaldret kulturskog hadde færre karplanter, men minst like mange arter sopp (inkludert rødlistearter) som naturlig forynget skog. Resultatene viser at nøkkelbiotoper basert på MiS-registreringer fanger opp de vegetasjonstypene og arter som definerer livsmiljøet, men at bruk av skillearter innen karplanter for å lokalisere kalklågurtskog ikke alltid fungerer i tett skog med lite karplanter.

LAND/COUNTRY: Norge

GODKJENT /APPROVED	PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER
Tor Myking	Ivar Gjerde
NAVN/NAME	NAVN/NAME



# Forord

Miljøregistrering i Skog (MiS) er en metode for registrering av livsmiljøer som er spesielt viktige for artsmangfold i skog. Metoden ble utviklet i årene 1997-2001, og bygger på grunnleggende mønstre i fordelingen av arter i skognaturen. MiS har senere blitt benyttet i skogbruksplanleggingen, og er blitt implementert i Landsskogtakseringen. Gjennom forskningsdelen av MiS har NIBIO muligheten til å følge opp registreringsmetodikken gjennom dokumentasjon og forslag til forbedringer. Etter et tilnærmet fullt omløp med MiS i skogbruksplanleggingen eksisterer det mye data som kan gi grunnlag for slike undersøkelser. I denne rapporten tar vi for oss livsmiljøet *Rik bakkevegetasjon*, og ser nærmere på betingelse for avgrensning av livsmiljøet og hva som finnes av arter på disse arealene. Undersøkelsen er gjort i samarbeid med Tor Erik Brandrud ved NINA. Rapporten er også et bidrag i NIBIO-satsingen «Natur-kultur» finansiert av Forskningsrådet.

Bergen, 27.04.20

Ivar Gjerde

# Innhold

1 Innledning.....	5
2 Metoder.....	6
2.1 Studieområder.....	6
2.2 Valg av nøkkelbiotoper med referanseområder .....	6
2.3 Feltregistreringer.....	6
2.4 Vegetasjonstyper.....	7
2.5 Analyser.....	7
3 Resultater .....	8
3.1 Andel MiS-prøveflater og referanseflater med rik bakkevegetasjon .....	8
3.2 Artsrikhet i MiS-prøveflater og referanseflater.....	8
3.3 Artsrikhet i naturskog og kulturskog .....	10
3.4 Artsrikhet i ulike vegetasjonstyper.....	11
3.5 Artssammensetning i MiS-prøveflater og referanseflater.....	12
3.6 Artssammensetning i naturskog og kulturskog .....	13
3.7 Artssammensetning i vegetasjonstyper .....	14
3.8 Forekomst av skillearter for vegetasjonstyper .....	15
4 Diskusjon.....	16
4.1 Bruken av karplanter for definisjon og registrering av Rik bakkevegetasjon .....	16
4.2 Sammenligning av MiS-prøveflater med referanseflater .....	16
4.3 Ulike nøkkelbiotoper for ulike artsgrupper? .....	17
4.4 Rik bakkevegetasjon i naturskog og kulturskog.....	17
4.5 Oppsummering.....	18
Litteraturreferanser .....	19

# 1 Innledning

Siden 2002 har det blitt gjennomført miljøregistreringer etter MiS-metoden i områder der det drives skogbruk. Hensikten er å registrere og kartfeste livsmiljøer som er spesielt viktig for artsmangfoldet i skog, slik at registreringene kan benyttes som utgangspunkt for bevaringstiltak på skogbestandsskala (vanligvis i form av «nøkkelbiotoper»).

*Rik bakkevegetasjon* er et av 12 definerte hovedtyper av MiS-livsmiljøer som registreres i skogbruksplanleggingen (Baumann m.fl. 2001a). *Rik bakkevegetasjon* er definert på grunnlag av vegetasjonstyper, der hensikten er å fange opp relativt kalkrike skogsmarktyper med høy næringstilgang og omsetning. Slike marktyper har vanligvis et høyt artsmangfold, særlig innen grupper som insekter, karplanter og mykorrhizasopp. De er samlet sett også levesteder for et høyt antall rødlistearter (Baumann m.fl. 2001b, Brandrud og Bendiksen 2018, Gjerde m.fl. 2018). For *Rik bakkevegetasjon* skilles det i MiS mellom fuktige og tørre utforminger (Baumann m.fl. 2001a)

Vegetasjonstypene som opprinnelig definerte *Rik bakkevegetasjon* utgjør i Landsskogtakseringen ca 3 % av all produktiv skog (Granhus m.fl. 2012). I skogbruksplanleggingen settes i gjennomsnitt ca 2% av produktivt skogareal i de registrerte områdene av som nøkkelbiotoper, og *Rik bakkevegetasjon* er et av de livsmiljøene som andelsmessig utgjør størst kartfestet areal totalt (Gjerde og Sætersdal 2015). I 2017 ble bruken av de opprinnelige vegetasjonstypene i MiS (Larsson 2000) byttet ut med skogsmarkstypene i NiN (Natur i Norge)-systemet (Landbruksdirektoratet 2017). Dette innebar blant annet at det er innført et skille mellom «svak lågurtskog» og «lågurtskog» (tilhørende henholdsvis trinn 2 og 3 i markens kalkinnhold), og det ble da bestemt at svak lågurtskog ikke skulle regnes med til livsmiljøet *Rik bakkevegetasjon*. I praksis betyr dette at det er grunntypene med «lågurt», «kalklågurt» og «høystaude» i navnet som til sammen utgjør *Rik bakkevegetasjon*. Et tilsvarende skille hadde tidligere vært praktisert for registrering av *Rik Bakkevegetasjon*, men uten en klart definert inndeling i typer.

*Rik bakkevegetasjon* er et av de livsmiljøene som har skapt størst utfordringer i de praktiske MiS-registreringene. Det skyldes ofte at arealandelen og utformingene av de aktuelle vegetasjonstypene varierer svært mye mellom kommuner og kartleggingsprosjekter. I de tilfellene det har vært store arealer som tilfredsstilte kriteriene for registrering har man ofte søkt å begrense arealene gjennom å skjerpe kravene til hva som skal registreres («heve inngangsnivået»). Etter instruksjonen (Baumann m.fl. 2001c) er inngangsnivåene veiledende og kan fastsettes på bakgrunn av kunnskap om takstområdet. Hvis inngangsnivået heves skal de mest kalkrike vegetasjonstypene prioriteres. I praksis må dette skje ved bruk av skillearter, det vil si funn av planter som indikerer høyt kalkinnhold i jord. I Asker kommune, som har store kalkområder, ble det for eksempel bestemt at bare kalkskog og lågurtskog med rikelig med blåveis skulle registreres. I andre planområder har rike vegetasjonstyper vært sjeldne, og man har besluttet å velge ut mindre kalkrike vegetasjonstyper («senke inngangsnivået»). Tidlige tilbakemeldinger fra planleggere tilsier at vurderingene i noen tilfeller har vært vanskelige. Dette på grunn av at kunnskapen og dokumentasjon om skillearter, og regionale forskjeller i forekomsten av disse, var mangelfull, og at verktøyet for å velge ut de rette vegetasjonstypene derfor også var mangelfullt.

For å undersøke i hvilken grad arealer registrert som *Rik bakkevegetasjon* i skogbruksplanleggingen inneholder de miljøkvalitetene som livsmiljøet er ment å ivareta, ble det gjennomført undersøkelser av prøveflater utlagt i tilfeldig valgte kartfigurer av *Rik bakkevegetasjon* og i tilsvarende prøveflater utenfor MiS-figurene. Hensikten med undersøkelsen var (1) å sammenligne nøkkelbiotoper registrert som *Rik bakkevegetasjon* med annen skog i omgivelsene når det gjelder artsrikhet og artssammensetning for karplanter og mykorrhizasopp, (2) å undersøke i hvilken grad nøkkelbiotoper rik på karplanter også er rik på mykorrhizasopp, (3) å undersøke forskjeller mellom *Rik bakkevegetasjon* i eldre, naturlig forynget skog og i kulturskog, og (4) å undersøke forekomsten på bestandsnivå av skillearter som i dag benyttes til å definere vegetasjonstypene som inngår i *Rik bakkevegetasjon*.

## 2 Metoder

### 2.1 Studieområder

Vi valgte ut tre områder med MiS-registreringer for undersøkelsene: Gran kommune, Ringerike og delvis Hole kommuner i Buskerud (heretter kalt Ringerike) og Etnedal kommune i Oppland. De første to områdene ligger i vestre del av Oslofeltet med et betydelig innslag av kalkrik berggrunn, mens Etnedal, til tross for innslag av kalkrike bergarter, er dominert av kvartsitt og andre relativt sure bergarter. MiS-registreringene som var utgangspunkt for utvalgte nøkkelbiotoper ble foretatt i 2003 i Hole og Ringerike, 2003 i Gran og 2008 i Etnedal.

### 2.2 Valg av nøkkelbiotoper med referanseområder

I hvert område ble det valgt ut 8 tilfeldige nøkkelbiotoper fra kartfigurer registrert som *Rik bakkevegetasjon* i kartdatabasen Kilden våren 2016. Det ble stilt krav til de utvalgte nøkkelbiotopene at de skulle kunne gi plass til en kvadratisk prøveflate på 50x50 m (2,5 dekar). Hjørne-koordinater for prøveflatene ble hentet ut fra de samme kartene i Kilden. For hver prøveflate i nøkkelbiotopene ble det også plukket ut koordinater for en tilsvarende referanseflate i et tilfeldig valgt skogbestand utenfor MiS-figur med tilsvarende bonitet og skogtype (granskog eller barblandingskog), og med en minimumsavstand på 300 m fra MiS-prøveflaten. Dette ga til sammen 24 prøveflater i nøkkelbiotoper og 24 referanseflater.

### 2.3 Feltregistreringer

Prøveflater og referanseflater ble lokalisert i felt ved hjelp av GPS og ble merket opp for registrering av arter. Registrering av fruktlegemer av jordboende sopp (mykorrhiza-sopp og saprofytiske sopp, heretter kalt sopp) på alle flatene ble gjort høsten 2016 og høsten 2017. Funnene fra de to årene ble summert, og en artsliste basert på forekomst i minst ett av årene ble laget for hver flate. Dette fordi en summert liste over de to sesongene gir et bedre estimat av artsrikhet enn gjennomsnittet av de to sesongene (jmf. Brandrud m.fl. 2016 ).

Registrering av karplanter på prøveflater og referanseflater ble gjort sommeren 2018. En av referanseflatene ble hogget mellom 2017 og 2018, slik at antall referanseflater for karplanter ble redusert fra 24 til 23. Fordi blomsterplanter (karplanter minus karsporeplanter og enfrøbladinger) er viktige verter for mange insekter knyttet til *Rik bakkevegetasjon*, så ble disse plantene skilt ut som en egen gruppe. Artslister for karplanter for hver flate ble brukt til å bestemme vegetasjonstyper etter NiN ved hjelp av skillearter (Bratli m.fl. 2019).

I følge den opprinnelige MiS-instruksen (Baumann m.fl. 2001c) skal kartleggingen hovedsakelig skje i eldre hogstklasse 4 og 5. I praktisk kartlegging ble det senere ofte gjort unntak for dette for registrering av *Rik bakkevegetasjon*. Dette gjenspeiles også i vårt materiale der 7 av 24 prøveflater i de utvalgte MiS-figurene var i middelaldret kulturskog (plantet skog i hogstklasse 3 og 4). I tillegg til hogstklasseangivelsene fra skogbruksplanene ble alder for plantete bestand i hogstklasse 3 og 4 anslått i felt ved telling av greinkranser. I alt ble 15 flater klassifisert som middelaldret plantet skog, heretter omtalt som «kulturskog». De resterende 33 flatene ble registrert som naturlig forynget hogstmoden skog (hogstklasse 5), heretter omtalt som «naturskog». Det understrekes at disse naturlig foryngete skogbestandene, i lihet med de fleste slike skogbestand på relativt høy bonitet, bærer preg av å ha vært påvirket av tidligere plukkhogst og beiting. Definisjonen av naturskog og kulturskog er her altså knyttet til foryngelsesformen. I de undersøkte områdene skilte imidlertid naturskogen seg fra kulturskogen også ved å ha høyere bestandsalder.

## 2.4 Vegetasjonstyper

I undersøkelsen ble prøveflatene og referanseflatene bestemt til NiN grunntyper ved hjelp av forekomst av skillearter (Bratli m.fl. 2019). I vårt materiale var det grunntypene i T4 (skogsmark) som var relevante, og disse grunntypene ble i undersøkelsen slått sammen til *kalklågurtskog* (T4-C-4,8,12,16), *lågurtskog* (T4-C-3,7,11,15), *høystaudeskog* (T4-C-18,19,20), *svak lågurtskog* (T4-C-2,6,10,14), *blåbærskog* (T4-C-1) og *bærlyngskog* (T4-C-5). Med utgangspunkt i disse vegetasjonstypene kunne vi undersøke hvor stor andel av de undersøkte prøveflatene i arealer registrert som Rik bakkevegetasjon i MiS som inneholdt de vegetasjonstypene som etter gjeldende MiS-instruks (Landbruksdirektoratet 2019) definerer livsmiljøet. Videre var vegetasjonstypene viktige for tolkningen av forskjeller mellom prøveflater og referanseflatene, og mellom kulturskog og naturskog. Skillearter er viktige for de praktiske registreringene, og det vil bli gjennomført mer inngående analyser av dette materialet i andre sammenhenger. I denne rapporten inkluderer vi kun en enkel oversikt over hvor mange av de anbefalte skilleartene for de ulike vegetasjonstypene som ble påtruffet i 50x50m flatene, som en pekepinn på hvor mye støtte man kan forvente å få i bruken av slike arter på skogbestandsskala under praktiske registreringer.

## 2.5 Analyser

Sammenligning av artsrikhet i prøveflater og referanseflater ble gjort for sopp, karplanter og for rødlistearter (Henriksen & Hilmo 2015) innen de to gruppene. Da antall undersøkte flater og samlet areal var likt for prøveflater og referanseflater, så er bare gjennomsnittverdier (med standardfeil) og akkumulert antall arter for alle prøveflatene og referanseflatene rapportert. Gjennomsnittverdier ble beregnet både for hvert område og for alle områdene samlet. I tillegg ble det gjort parvise sammenligninger av prøveflater og referanseflater ved hjelp av en *sign-test*, fordi prøveflater og referanseflater beliggende i samme område kan bli påvirket av samme miljøfaktorer.

Fordi en betydelig del av flatene lå i kulturskog (MiS inkluderer registrering av *Rik bakkevegetasjon* også i skog som ikke er hogstmoden), gjorde vi også en sammenligning av ruter i kulturskog med ruter i eldre, naturlig forynget, skog. Tilsvarende utregninger som beskrevet i avsnittet overfor ble gjort for disse gruppene også, men fordi antall flater (samlet areal) var forskjellig for kulturskog og naturlig forynget skog så benyttet vi *rarefaction* (Gotelli & Colwell 2001) for sammenligning av akkumulert artsrikhet for samme totalareal, ved hjelp av programmet EstimateS (Colwell 2019).

For sammenligning av artssammensetning i prøveflater og referanseflater ble DCA-ordinasjon (Hill & Gauch 1980) og programpakken Vegan (Oksanen m.fl. 2019) benyttet. Denne typen metoder kvantifiserer forskjeller i artssammensetningen langs to akser, slik at flater med lik sammensetning blir liggende nær hverandre, mens flater med ulik sammensetning blir liggende lengre fra hverandre. Slike analyser ble også benyttet for å se på forskjeller mellom de tre undersøkte områdene (Etnedal, Gran og Ringerike) og mellom middelaldret kulturskog og naturlig forynget, hogstmoden skog.

## 3 Resultater

### 3.1 Andel MiS-prøveflater og referanseflater med rik bakkevegetasjon

I alle MiS-prøveflatene og referanseflatene ble det registrert vegetasjonstyper (grunntyper i NiN). I de kalkrike områdene Gran og Ringerike ble det funnet vegetasjonstyper som tilfredsstilte kravene til *Rik bakkevegetasjon* (kalklågurt, lågurt og høystaude) i alle flatene, med unntak av én referanseflate (30 av 31 flater). I det mindre kalkrike Etnedal hadde 6 av 8 MiS-prøveflater *Rik bakkevegetasjon*, mens 3 av 8 referanseflater tilfredsstilte kravene. Samlet for alle områdene ble *Rik bakkevegetasjon* dokumentert i 22 av 24 MiS-prøveflater (92%), og i 17 av 23 referanseflater (74%). Dette gjaldt altså forekomst av *Rik bakkevegetasjon* innen 2,5 dekar store tilfeldig plasserte prøveflater inne i MiS-arealer, og tilsvarende flater plassert utenfor MiS-arealene, men på samme bonitet og skogtype.

### 3.2 Artsrikhet i MiS-prøveflater og referanseflater

Totalt i undersøkelsen ble det registrert 178 arter karplanter og 401 arter sopp, hvorav 3 arter var rødlistete karplanter og 44 rødlistete sopp. Tabell 1 viser gjennomsnittlig antall karplanter, blomsterplanter, sopp og rødlistete arter per prøveflate i prøveflater og i referanseflater i hver kommune. Tabellen viser også akkumulert antall arter i de nevnte gruppene for alle prøveflater og alle referanseflater.

Gjennomsnittlig antall karplanter og blomsterplanter var høyere i prøveflatene enn i referanseflatene i alle tre områdene. For alle områdene samlet var forskjellen i favør av karplanter på 18% og statistisk signifikant (*Wicoxon's signed-ranks test*,  $P < 0,02$ ). Det akkumulerte antallet arter for karplanter i MiS-prøveflatene var 22% høyere enn for referanseflatene. For blomsterplanter var mønsteret det samme som for alle karplanter (Tabell 1).

Gjennomsnittlig antall arter sopp i MiS-prøveflater var betydelig høyere enn for karplanter. Det var imidlertid ingen entydige forskjeller i antall sopparter mellom MiS-prøveflater og referanseflater i de tre kommunene, og det var faktisk en tendens til høyere antall arter på referanseflatene i Gran og Ringerike (Tabell 1). Forskjellene mellom MiS-prøveflater og referanseflater for alle områdene samlet var ikke statistisk signifikant (*Wicoxon's signed-ranks test*,  $P > 0,05$ ). For alle områder samlet, var det heller ingen forskjell i akkumulert antall arter, da det totalt ble registrert 345 arter sopp både i MiS-prøveflatene og i referanseflatene (Tabell 1).

For karplanter ble det kun registrert 3 rødlistearter (marisko, ask og alm) med til sammen 5 forekomster i MiS-prøveflater og 4 forekomster i referanseflater, noe som gav en gjennomsnittlig tetthet på 0,21 i MiS-prøveflater og 0,17 i referanseflater. Andelen registrerte rødlistearter av alle registrerte karplanter var ca 2%

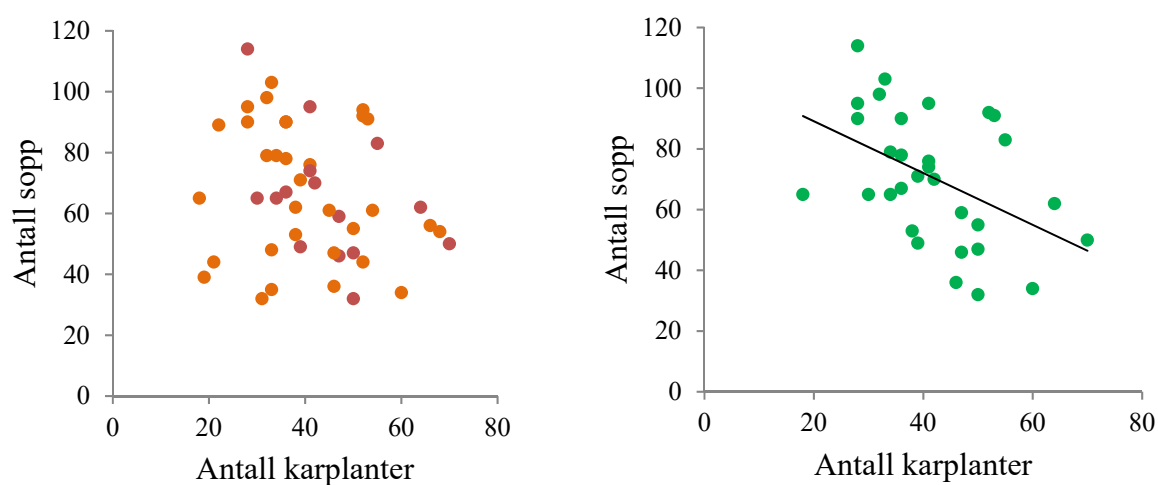
Gjennomsnittlig antall registrerte rødlistete sopp var på hele 4,6 arter i MiS-prøveflatene og 4,0 i referanseflatene. Variansen var stor og forskjellen mellom MiS-prøveflater og referanseflater var ikke statistisk signifikant i partest (*Wicoxon's signed-ranks test*,  $P > 0,05$ ). Av 6 flater med >10 rødlistearter var imidlertid 5 (83%) MiS-prøveflater. Vi fant at 52% av alle flatene (hver på 0,25 hektar) hadde 4 eller flere rødlistete sopp eller minst 1 truet art, noe som tilsier at 95% av arealet vil ha tilsvarende forekomster av rødlistete sopp på en skala av 1 hektar ( $1 - [1 - 0,52]^4$ ). Det var klart høyest tetthet av rødlistete sopp i de kalkrike områdene Gran og Ringerike. Det akkumulerte antallet rødlistearter for alle MiS-prøveflater var 35 og 29 for alle referanseflater, og viste således en tendens til flere rødlistearter i MiS-flatene (Tabell 1).



**Tabell 1: Gjennomsnittlig antall registrerte arter ( $\pm$  2SE) i ulike artsgrupper på prøveflater og referanseflater i de tre undersøkte områdene, samt akkumulerte artstall for alle undersøkte flater samlet. Blomsterplanter er definert som karplanter minus karsporeplanter og enfrøbladinger. Sopp er jordboende sopp. Truete arter er arter rødlistet som VU, EN eller CR. Tall i klammeparentes viser antall truete arter for karplanter.**

Gruppe	Etnedal		Gran		Ringerike		Alle flater	
	Prøveflate	Ref.-flate	Prøveflate	Ref.-flate	Prøveflate	Ref. flate	Prø. flate	Ref-flate
Karplanter	48,8 (9,1)	32,3 (7,9)	41,5 (8,0)	36,5 (6,4)	46,1 (5,9)	43,6 (10,6)	167	137
Blomsterplanter	37,4 (7,8)	24,4 (6,6)	32,6 (5,6)	29,3 (6,1)	38,4 (4,6)	33,7 (8,9)	130	107
Sopp	64,3 (13,2)	53,4 (12,7)	73,9 (18,2)	77,0 (10,2)	58,9 (12,8)	72,0 (13,0)	345	345
Rødl.karplanter	0	0	0,1 (0,2)	0	0,7 (0,5)	0,6 (0,5)	3[2]	2[2]
Rødlistete sopp	1,6 (0,9)	1,6 (1,1)	7,5 (4,4)	6,0 (2,5)	4,6 (3,6)	4,3 (2,6)	35	29
Truete sopp	0,1 (0,2)	0,5 (0,5)	3,0 (1,8)	1,5 (1,3)	2,0 (1,5)	1,4 (0,9)	17	12

En sammenligning av artsrikhet av karplanter med artsrihet av sopp viste for alle områder samlet en mangel på korrelasjon mellom de to artsgruppene (Figur 1a). For kalkområdene Gran og Ringerike var det det en svak negativ korrelasjon mellom karplanter og sopp: Kendall rank  $\tau = -0,32$ ,  $P = 0,02$  (Figur 1b).



**Figur 1: Korrelasjon mellom antall karplanter og antall sopparter registrert på (a) alle flatene og (b) flatene i kalkområdene Gran og Ringerike.**

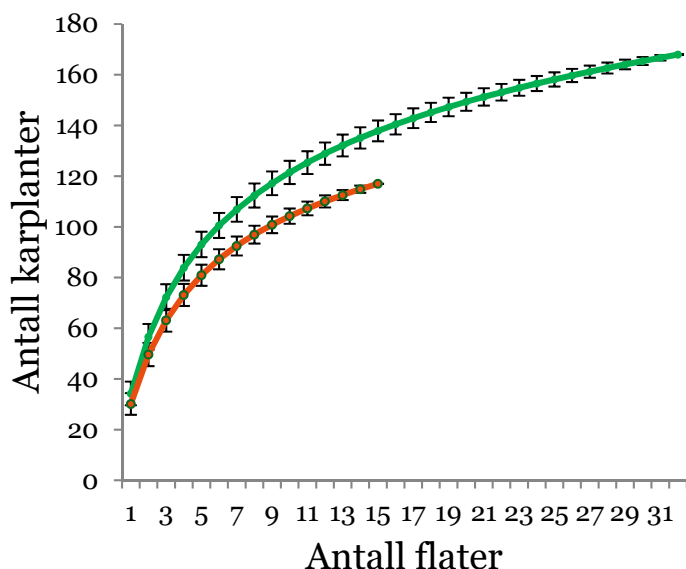
### 3.3 Artsrikhet i naturskog og kulturskog

Av 48 MiS-prøveflater og referanseflater var 15 i middelaldret planteskog (kulturskog) og 33 i hogstmoden, naturlig forynget skog (her kalt naturskog). En sammenligning mellom flater i naturskog og kulturskog viste en noe høyere gjennomsnittstetthet av karplantearter i naturskogen, og en noe høyere gjennomsnittstetthet av sopparter i kulturskogen (Tabell 2). Akkumulerte artsantall i naturskog var signifikant høyere enn i kulturskog for karplanter (Figur 2) og signifikant lavere for sopp for samme antall flater (Figur 3).

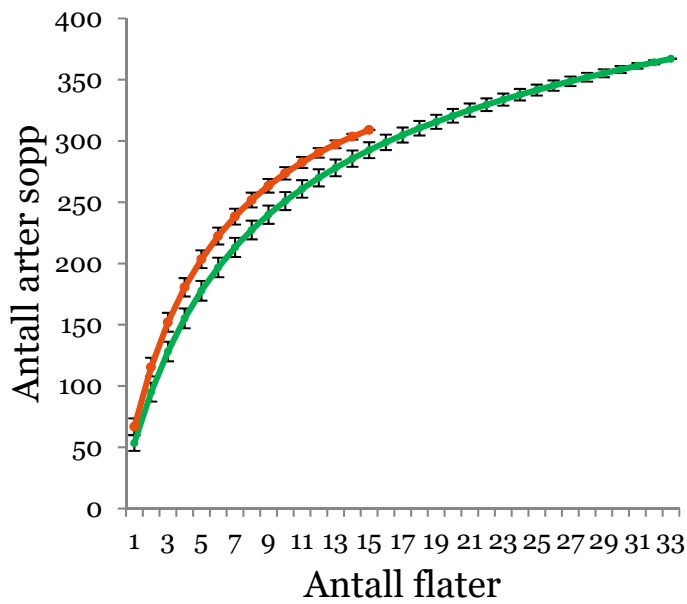
**Tabell 2: Gjennomsnittlig antall arter ( $\pm 2$  SE) av ulike artsgrupper på prøveflater i naturskog og kulturskog. «Naturskog» betegner her en naturlig forynget skog med tidligere påvirkning av plukkhogst og beiting, mens «kulturskog» er middelaldrete plantefelt i hogstklasse 3-4.**

Artsgruppe	Naturskog (n = 33/32)	Kulturskog (n = 15)
Karplanter	43,1 ( $\pm 4,7$ )	37,9 ( $\pm 5,3$ )
Blomsterplanter	33,7 ( $\pm 3,8$ )	30,1 ( $\pm 4,5$ )
Mykorrhizasopp	61,0 ( $\pm 7,5$ )	79,0 ( $\pm 7,0$ )
Rødlistete karplanter	0,3 ( $\pm 0,2$ )	0,1 ( $\pm 0,1$ )
Rødlistete mykorrhizasopp	3,8 ( $\pm 1,6$ )	5,4 ( $\pm 2,1$ )

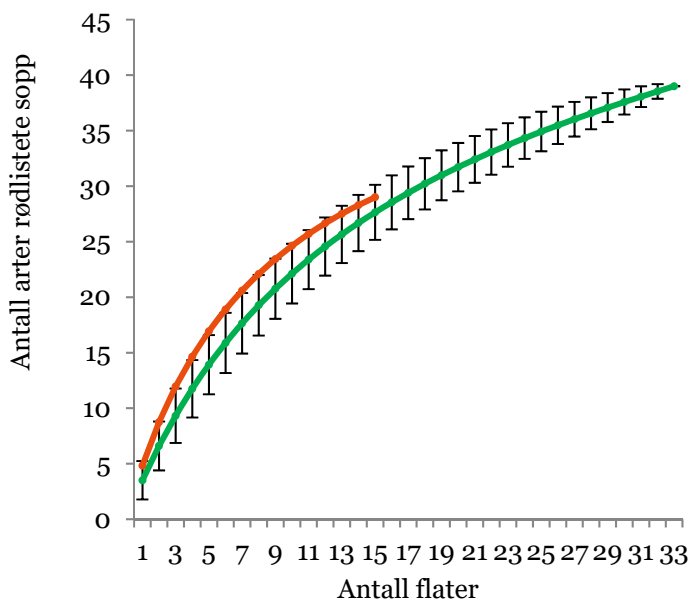
For rødlistete sopp ble det funnet høyere gjennomsnittlig tetthet av arter i kulturskogen enn i naturskogen (Tabell 2), og for akkumulert antall rødlistete sopparter viste tallene et høyere antall arter i kulturskogen (Figur 4), men forskjellene var ikke statistisk signifikante.



**Figur 2: Akkumulert antall arter karplanter for flater i naturskog (grønn) og kulturskog (rød).**



Figur 3: Akkumulert antall arter sopp for flater i naturskog (grønn) og kulturskog (rød).



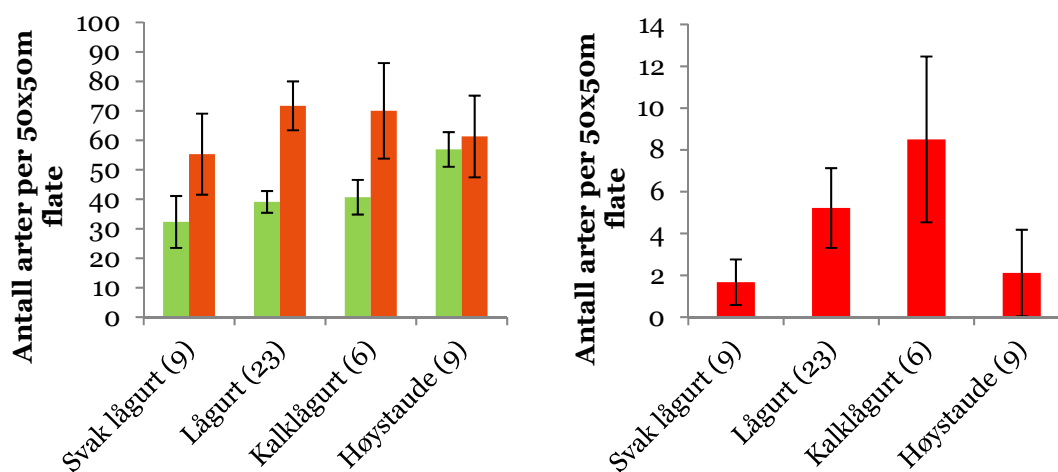
Figur 4: Akkumulert antall arter rødliste-sopp for flater i naturskog (grønn) og kulturskog (rød).

### 3.4 Artsrikhet i ulike vegetasjonstyper

Figur 5a viser gjennomsnittlig antall arter registrert på vegetasjonstyper i MiS-prøveflater og referanseflater samlet. Det høyeste antallet karplanter ble funnet i høystaudeskog, mens denne typen ikke utmerket seg med å være spesielt rik på sopp. Tvert i mot, enkelte flater i høystaudeskog var påfallende fattig på sopp. De høyeste gjennomsnittstallene for antall arter sopp ble funnet i lågurtskog

og kalklågurtskog, men det ble ikke funnet noen signifikant forskjell mellom disse to typene. Feltregistreringene tyder imidlertid på at flere sopprike (inkludert rødlistearter) prøveflater registrert som lågurtskog, egentlig var grunnlendte kalkområder. Det betyr at kalkinnholdet kan ha vært høyt nok for kalklågurt, men at karplantefloraen ikke viste dette, og særlig i kulturskog hvor feltsjiktet var begrenset av lysforholdene.

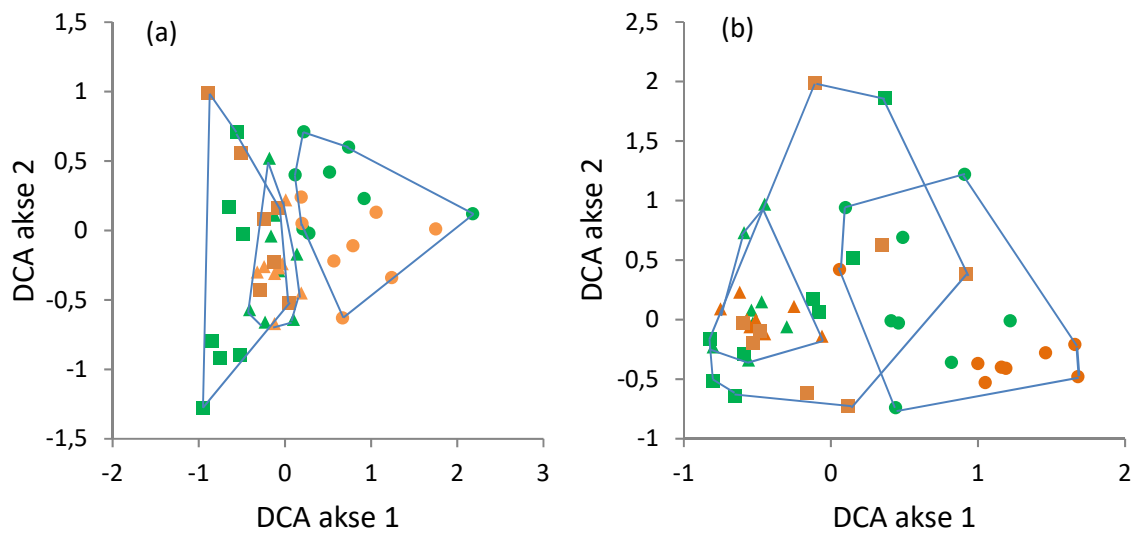
For rødlistete sopp skilte lågurtskog og kalklågurtskog seg med å ha klart høyest tetthet av forekomster, mens høystaudeskog hadde lav tetthet av forekomster (Figur 5b). Av de få forekomstene av rødlistete karplanter dominerte derimot funn i høystaudeskog (5 av 9 funn).



Figur 5: Tetthet av (a) karplanter og sopp og (b) rødlistete sopp på 50x50m flater i ulike vegetasjonstyper. Antall prøveflater er angitt i parentes.

### 3.5 Artssammensetning i MiS-prøveflater og referanseflater

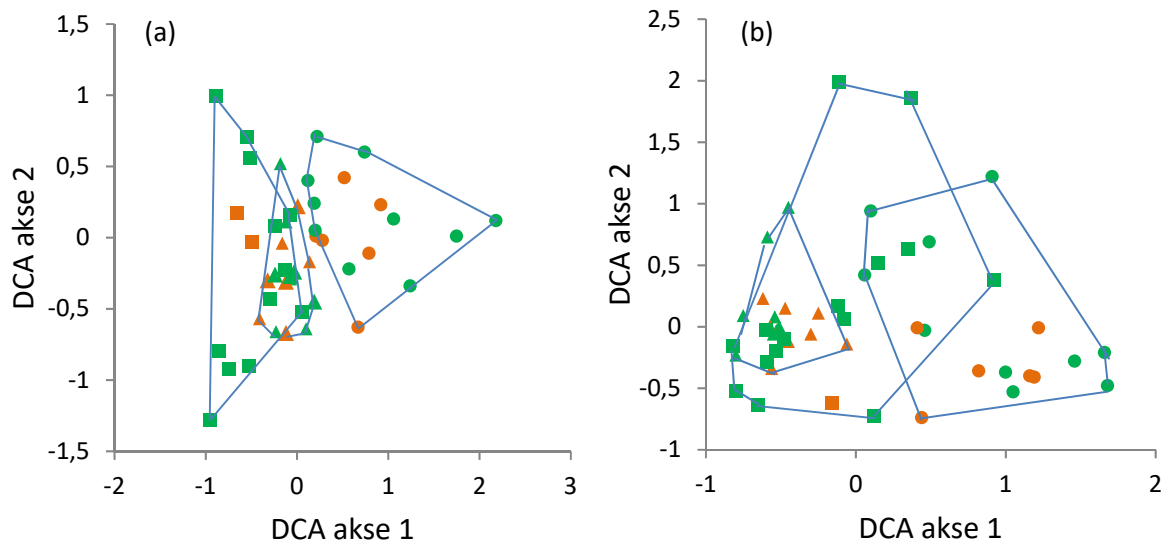
Analysene viste at det først og fremst var forskjeller i artssammensetning mellom geografiske områder, og i mindre grad mellom MiS-prøveflatene og referanseflatene (Figur 6). I Etnedal var det imidlertid større forskjeller i artssammensetningen mellom MiS-prøveflatene og referanseflatene. Etnedal skilte seg generelt sett mest ut i artssammensetning både for karplanter og sopp. Forskjellene i artssammensetning av rødlistete sopparter var også hovedsakelig et resultat av geografiske forskjeller.



Figur 6: DCA-ordinasjon av artssammensetning for (a) karplanter og (b) sopp i MiS-flater (grønt) og referanseflater (orange). Linjer rammer inn flater i områdene Etnedal (sirkler), Gran (trekanter) og Ringerike (firkanter).

### 3.6 Artssammensetning i naturskog og kulturskog

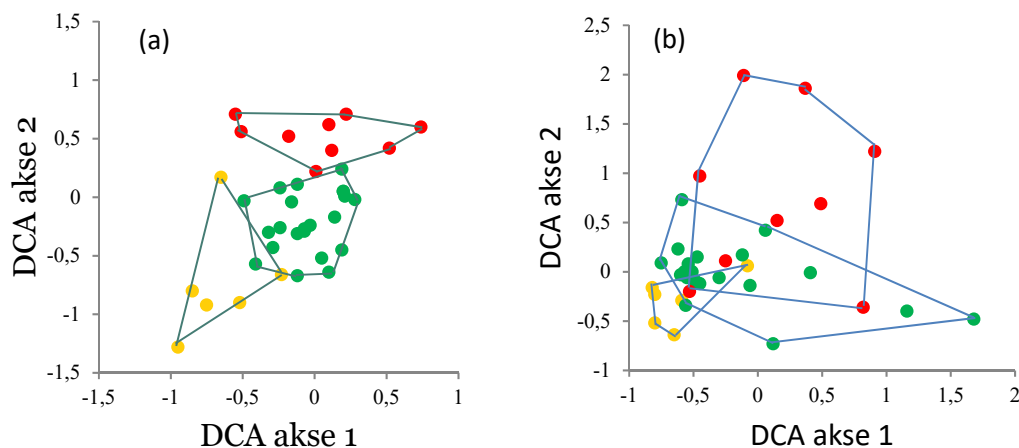
Sammenligningen av artssammensetning for flater i naturskog og kulturskog viste også at det var geografiske forskjeller som var de mest fremtredende, med andre ord at de ulike flatene med både naturskog og kulturskog lå spredt i diagrammet innen for hvert av områdene (Figur 7). Vi fant relativt små forskjeller i artssammensetningen av karplanter på våre 50x50m flater når vi sammenlignet middelaldrete granplantefelt med naturlig forynget eldre skog, til tross for begrenset lystilgang til bakken i noen av plantefeltene. For sopp var det en imidlertid en tendens til at kulturskogsflatene sammenlignet med naturskogsflatene hadde relativt lave verdier på akse 2 innen hvert område (Figur 7b). En nærmere gjennomgang av materialet viste at høye verdier på akse 2 var typisk for høystaudeskog (Figur 8b), og at forskjellene mellom kulturskog og naturskog langt på vei forklares med at typiske utforminger av høystaudeskog ikke ble funnet i kulturskog.



Figur 7: DCA-ordinasjon av artssammensetningen for (a) karplanter og (b) sopp i naturskog (grønt) og kulturskog (orange). Linjer rammer inn flater i områdene Etnedal (sirkler), Gran (trekanter) og Ringerike (firkanter).

### 3.7 Artssammensetning i vegetasjonstyper

En sammenligning av vegetasjonstypene som inngår i *Rik bakkevegetasjon* (kalklågurt, lågurt og høystaude) viste ikke uventet at det var klare forskjeller i artssammensetningen for karplanter (Figur 8a). Kalklågurtskog utmerket seg med lave verdier på x-aksen (trolig omvendt korrelert med kalkinnhold), mens høystaudeskog utmerket seg med høye verdier på y-aksen (trolig omvendt korrelert med uttørkingsfare).



Figur 8: DCA-ordinasjon av artssammensetningen for (a) karplanter og (b) sopp i kalklågurtskog (gul), lågurtskog (grønn) og høystaudeskog (rødt). Linjer rammer inn de ulike vegetasjonstypene.

Den tilsvarende sammenligningen av vegetasjonstyper med hensyn på artssammensetning for sopp viste at kalklågurtskog og høystaudeskog kom ut med klart adskilte prøveflater i ordinasjonen, mens lågurtskog viste en betydelig grad av overlapp med kalklågurtskog, når vegetasjonstypene var basert på karplanter (Figur 8b).

### 3.8 Forekomst av skillearter for vegetasjonstyper

Fra listene av karplanter som er anbefalt for bestemmelse av grunntyper av skogsmark i NiN ble det på 50x50m flatene i gjennomsnitt registrert ca 9 arter i høystaudeskog, 5 arter i kalklågurtskog og 5 arter i lågurtskog. Alle flatene inneholdt minst en skilleart (Tabell 3). Resultatene viser således at, der det finnes et brukbart vegetasjonsdekke, vil det også på skogbestandsskala normalt forekomme tilstrekkelig med skillearter for bestemmelse av vegetasjonstypene som inngår i *Rik bakkevegetasjon*.

**Tabell 3: Antall karplanter listet som skillearter (etter Bratli m.fl. 2019) som registrert på 38 flater (50x50m) fordelt på de tre vegetasjonstypene som inngår i Rik bakkevegetasjon.**

Skogtype	Antall flater	Antall skillearter <sup>1</sup> (min.-maks.)	Alle skillearter <sup>1</sup>
Kalklågurt	6	4,8 (1-10)	20
Høystaude	9	8,7 (6-11)	19
Lågurt	23	4,9 (3-7)	14

<sup>1</sup>Etter Bratli m.fl. 2019

## 4 Diskusjon

### 4.1 Bruken av karplanter for definisjon og registrering av Rik bakkevegetasjon

Resultatene fra undersøkelsen viste at de aller fleste (92%) av MiS-prøveflatene i kartfestete arealer for livsmiljøet *Rik bakkevegetasjon* lå i vegetasjonstyper som tilfredsstillte kravene for utfigurering av livsmiljøet etter MiS-instruks. Størst avvik ble funnet i Etnedal, der 2 av de 8 tilfeldig utvalgte MiS-prøveflatene havnet i svak lågurtskog eller blåbærskog. Dette må sees i sammenheng med at andelen skog definert som *Rik bakkevegetasjon* utgjør en lavere andel i Etnedal enn i de andre områdene, noe som sannsynligvis også gjelder for mosaikken innenfor avgrensningen av nøkkelbiotop. Den høye andelen godkjente vegetasjonstyper antyder at det kritiske spørsmålet ikke er om registreringene fanger opp *Rik bakkevegetasjon* i de undersøkte områdene, men om de i tilstrekkelig grad fanger opp de mest verdifulle arealene av dette livsmiljøet.

I MiS er vegetasjonstypene som inngår rangert i verdi, der kalklågurtskog er rangert høyere høystaudeskog, som igjen er rangert høyere enn lågurtskog (Baumann m.fl. 2002c). At høystaudeskog er rangert høyere enn lågurtskog er basert på vurderinger av både kalkinnhold og viktigheten av komplementær utvelgelse av arealer, slik at også kalkrike fuktigere typer blir inkludert i utvelgelsen. Prøveflatene i de tilfeldig utvalgte MiS-figurene i de tre områdene hadde faktisk også en høyere andel kalklågurtskog (6 versus 0), og høystaudeskog (7 versus 2) enn referanseflatene, og var sånn sett i overensstemmelse med instruks for rangering og utvelgelse. Årsaker til at det ikke var enda flere MiS-flater i kalklågurtskog i de kalkrike områdene Gran og Ringerike er diskutert i kapittel 4.3 nedenfor.

### 4.2 Sammenligning av MiS-prøveflater med referanseflater

Prøveflater i utvalgte nøkkelbiotoper registrert som *Rik bakkevegetasjon* ble sammenlignet med referanseflater i samme bonitet og skogtype i nærheten. Resultatene viste at hele 74% av referanseflatene også var i *Rik bakkevegetasjon*. Dette skyldes to forhold: (1) Store deler av de undersøkte granskogene i områdene Gran og Ringerike består av marktyper som kvalifiserer for Rik bakkevegetasjon, og (2) Bestand på samme bonitet i geografisk nærhet (referanseflatene) vil ha større sannsynlighet for å ha lignende geologiske egenskaper enn tilfeldig valgte bestand i hele området (gjelder også for området Etnedal).

Resultatene viser således at det er foretatt et begrenset utvalg av arealer som er kartfestet som *Rik bakkevegetasjon* av det total arealet med livsmiljøet, og at utvalget et godt stykke på vei har fulgt instruks når det gjelder prioritering av vegetasjonstyper. Videre hadde utvalget av flater i MiS-nøkkelbiotoper høyere artsrikhet av karplanter. Fordi karplanter er brukt i bestemmelsen av vegetasjonstyper, og fordi høystaudeskog er høyt prioritert i utvelgelsen, så har artsmangfoldet av karplanter blitt favorisert. Mykorrhizasopp har ikke spesielt høyt artsmangfold i høystaudeskog (Brandrud & Bendiksen 2018). I vår undersøkelse i granskog ble det funnet få spesialiserte/kravfulle mykorrhizasopper i høystaudeskog og i overgangen til de mer fuktige variantene av lågurtskog, og dette viser at arealer som har høyest artsmangfold av karplanter (og insekter knyttet til disse plantene) ikke nødvendigvis er de arealene som har høyest artsmangfold av sopp. Forklaringen kan være at høystaudeskogen ofte har naturlig høye nitrogenverdier. Feltundersøkelser og eksperimenter har nemlig vist at mykorrhizasopp er svært følsomme for høye nitrogenverdier, og at fruktlegemeproduksjonen har spesielt lave tålegrenser for nitrogen i jordsmonn (Brandrud & Timmermann 1998, Johnsson et al. 1999, Nilsson 2004, Aarrestad m.fl. 2013)



### 4.3 Ulike nøkkelbiotoper for ulike artsgrupper?

Selv om det er påvist en klar sammenheng mellom høye boniteter/rike vegetasjonstyper og artsmangfold på skogbestandsnivå for flere grupper i skog (Gjerde m.fl. 2005), så viser også eksempelet med karplanter og jordlevende sopp at det finnes andre faktorer som påvirker utfallet. Antallet karplanter og antallet jordlevende sopp på flatene var ikke korrelert, og var i kalkrike områder svakt negativ korrelert. Mens karplanter og insekter responderer positivt på eksperimentell tynning av tett skog (Franc & Götmark 2008), så synes jordlevende sopp å trives godt i tett skog. Målet med arealene som settes av som nøkkelbiotoper basert på MiS er imidlertid ikke ensidig å maksimere artsmangfoldet på de enkelte arealene, men samlet sett sikre levesteder for et bredt spekter av arter knyttet til livsmiljøer som er spesielt viktige for artsmangfoldet i skog (Gjerde og Baumann 2002, Gjerde m.fl. 2007). Anvendelsen av dette komplementære prinsippet bygger på studier i norsk skog som viser at utskiftningen av artssammensetningen hos karplanter i stor grad følges av en utskiftning av arter i andre undersøkte artsgrupper (Sætersdal m.fl. 2004). Det betyr at en kombinasjon av arealer som samlet maksimerer antall arter av karplanter også i stor grad fanger opp variasjonen av arter i andre grupper, selv om ulike artsgrupper skulle ha sitt høyeste mangfold i ulike deler av miljøgradientene som styrer artssammensetning. Det er grunn til å tro at sopp også varierer i artssammensetning langs de to hovedgradientene (kalkinnhold og uttøringsfare) som er dokumentert for karplanter (se Figur 8).

For artsgrupper som varierer i artssammensetning etter helt ulike gradienter vil den beste løsningen være å prioritere forskjellige arealer for forskjellige artsgrupper. I vår sammenheng ville det bety at noen arealer ble valgt ut med tanke på karplanter, mens andre arealer ble valgt for sopp. Et problem ville da være at vi måtte kartlegge «vegetasjonstyper» basert på soppene, noe som vil være svært vanskelig på grunn fruktlegemenes kortvarige opptreden, mellomårsvariasjoner i produksjonen av registrerbare fruktlegemer, og krevende kompetanse for bestemmelse av artene. Vi tror ikke karplantene avviker så mye fra jordboende sopp i respons på miljøfaktorer at dette er et betydelig problem. Begge gruppene responderer tydelig på kalkinnhold med et sett av arter som er begrenset til marktyper med høye verdier. Det bør imidlertid vurderes om registreringene av kalklågurtskog skal styrkes ved bruk av geologiske kart og enkle feltregistreringer av kalkberg/stein i dagen, da denne undersøkelsen tyder på at karplantene alene kan underestimere forekomsten av vegetasjonstypen, og særlig i middelaldret kulturskog. Med en slik utvidet vurdering av kalkrik jord ville vi fått en større andel av prøveflatene plassert i kalklågurtskog som realisert vegetasjonstype for sopp og potensiell vegetasjonstype for karplanter.

Karplanter og sopp avviker noe mer når det gjelder responsen på gradienten i fuktighet (uttøringsfare), men spørsmålet er om dette er tilstrekkelig til at det bør utløse endringer i registreringsmetodikken. En relevant problemstilling i den sammenheng er reelle behovet for tiltak i form av nøkkelbiotoper for karplanter og sopp.

### 4.4 Rik bakkevegetasjon i naturskog og kulturskog

I vår undersøkelse av de rikere marktypene fant vi flere karplanter i naturlig forynget hogstmoden granskog enn i 30-60 år gamle granplantefelt. For sopp fant vi imidlertid flere arter og minst like mange rødlistete sopparter i kulturskogen som i naturlig forynget skog. Stor produksjon av fruktlegemer og like høyt artsmangfold i yngre kulturskog sammenlignet med hogstmoden naturlig forynget skog har vi tidligere også registrert i undersøkelser fra Voss og Valdres (Gjerde m.fl. 2012), og tilsvarende resultat er også rapportert fra granplantefelt i Storbritannia (Humphrey m.fl. 2003). Det er derfor grunn til å tro at soppenes kolonisering av nye granplantefelt går relativt raskt, slik at jordboende sopp (inkludert rødlistarter) rekker å bygge opp fulltallige artssamfunn innenfor et gjennomsnittlig plantet bestands omløpstid (Gjerde m.fl. 2012). Dette forutsetter imidlertid at det finnes tilstrekkelig tilførsel av sporer innenfor kulturskogens omløpstid (Brandrud & Bendiksen 2018). Der disse

forutsetninger er oppfylt kan man argumentere med at arealer for andre artsgrupper, som karplanter og insekter, bør prioriteres når det gjelder tiltak for å redusere negative effekter av skogbruk. Ut fra dagens kunnskap synes de negative effektene av bestandsskogbruk på jordboende sopp å være svært begrensete sammenlignet med mange andre grupper, men dette bør følges opp med målrettede studier som kan gi et bedre tallmateriale for sjeldne arter. *Rik bakkevegetasjon* er dessuten viktig å ta vare på for jordlevende sopp, da nedbygging og oppdyrking utgjør en betydelig negativ påvirkningsfaktor for kalkrike marktyper (Gjerde m.fl. 2010, Brandrud & Bendiksen 2018).

## 4.5 Oppsummering

En undersøkelse av 24 nøkkelbiotoper i granskog opprettet for MiS-livsmiljøet *Rik Bakkevegetasjon* fordelt på tre områder på Østlandet, viste at tilfeldig plasserte prøveflater (2,5 dekar) i nøkkelbiotopene i de aller fleste tilfellene inneholdt de vegetasjonstypene som definerer livsmiljøet. Referanseflater på samme boniteter i nærheten av nøkkelbiotopene viste at det særlig i de kalkrike områdene fantes mye areal utenfor de kartfestete arealene som også var *Rik bakkevegetasjon*. De utvalgte arealene hadde imidlertid mer kalklågurtskog og høystaudeskog enn referanseflatene, og oppfylte således MiS-instruksen for prioritering av arealer.

Registreringer av karplanter og jordboende sopp viste signifikant høyere antall karplanter i nøkkelbiotop-flatene sammenlignet med referanseflatene, men ikke tilsvarende for sopp. Det ble gjort få funn av rødlistete karplanter, men mange funn av rødlistete sopp både i prøveflater og i referanseflater. Flater i kulturskog hadde signifikant færre karplanter, signifikant flere sopparter, og like mange rødlistete sopparter som hogstmoden, naturlig forynget skog. Variasjon i artssammensetningen var primært styrt av geografisk beliggenhet og vegetasjonstyper.

Resultatene viste at registrering av *Rik bakkevegetasjon* ved hjelp av vegetasjonstyper basert på skillearter hos karplanter fungerte bra i de undersøkte områdene, men at arealer med kalkskog har en tendens til å bli registrert som lågurtskog i tette granbestand. Bruk av geologiske kart og feltregistreringer av forekomst av eksponert kalkstein og berg vil kunne gi en bedre vurdering av kalkinnhold i slike tilfeller, og sikre prioritering av de mest kalkrike områdene i utvelgelsen av nøkkelbiotoper.

# Litteraturreferanser

- Baumann, C., Gjerde, I., Blom, H.H., Sætersdal, M., Nilsen, J.-E., Løken, B. & Ekanger, I. 2001a. Miljøregistrering i Skog - biologisk mangfold. Håndbok i registrering av livsmiljøer i skog. Hefte 1: Bakgrunn og prinsipper. ISBN 82-7169-963-6.
- Baumann, C., Gjerde, I., Blom, H.H., Sætersdal, M., Nilsen, J.-E., Løken, B. & Ekanger, I. 2001b. Miljøregistrering i Skog - biologisk mangfold. Håndbok i registrering av livsmiljøer i skog. Hefte 2: Livsmiljøer i skog. ISBN 82-7169-964-4.
- Baumann, C., Gjerde, I., Blom, H.H., Sætersdal, M., Nilsen, J.-E., Løken, B. & Ekanger, I. 2001c. Miljøregistrering i Skog - biologisk mangfold. Håndbok i registrering av livsmiljøer i skog. Hefte 3: Instruks for registrering 2001. ISBN 82-7169-964-4.
- Brandrud, T.E. & Bendiksen, E. 2018. Faggrunnlag for kalkbarskog. NINA Rapport 1513.
- Brandrud, T.E., Evju, M., Blaalid, R. & Skarpaas, O. 2016. Nasjonal overvåking av kalklindeskog og kalklindeskogsopper. Resultat fra første overvåkingsforløp 2013-2015. NINA Rapport 1297.
- Brandrud, T.E. & Timmermann, V. 1998. Ectomycorrhizal fungi in the NITREX site at Gårdsjön, Sweden; below and above-ground responses to experimentally-changed nitrogen inputs 1990-1995. *Forest Ecology and Management* 101: 207-214.
- Bratli, H., Halvorsen, R., Bryn, A., Arnesen, G., Bendiksen, E., Jordal, J.B., Svalheim, E.J., Vandvik, V., Velle, L.G., Øien, D.-I & Aarrestad, P.A. 2019. Beskrivelse av kartleggingsenheter i målestokk 1:5000 etter NiN (2.2.0). Utgave 1, kartleggingsveileder nr 4, Artsdatabanken, Trondheim; <http://www.artsdatabanken.no>)
- Colwell, R.K. 2019. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples, version 9. <http://purl.oclc.org/estimates>
- Gjerde, I. & Baumann, C. (red.). 2002. Miljøregistrering i Skog – biologisk mangfold. Skogforsk, Ås.
- Gjerde, I., Brandrud, T.E., Ohlson, M. & Ødegaard, F. 2010. Skog. Side 67-78 i: Kålås, J.A., Henriksen, S., Skjelseth, S. & Viken, Å. (red.). 2010. Miljøforhold og påvirkninger for rødlistearter. Artsdatabanken, Trondheim.
- Gjerde, I., Brandrud, T.E. & Sætersdal, M. 2012. Spredning av mykorrhizasopp til granplantefelt på Vestlandet. Side 60-69 i: Rolstad, J., Gjerde, I. og Schei, F.H. (red.). Spredningsøkologi hos skoglevende kryptogamer. Skog og landskap, Ås.
- Gjerde, I. & Sætersdal, M. 2012. Dokumentasjon av miljøverdier i nøkkelbiotoper basert på MiS. NIBIO RAPPORT 1(65).
- Gjerde, I., Sætersdal, M. & Blom, H.H. 2007. Complementary Hotspot Inventory – a method for identification of important areas for biodiversity at the forest stand level. *Biological Conservation* 137: 549-557.
- Gjerde, I., Sætersdal, M., Rolstad, J., Storaunet, K.O., Blom, H.H., Gundersen, V & Heegaard, E. 2005. Productivity-diversity relationships for plants, bryophytes, lichens, and polypore fungi in six northern forest landscapes. *Ecography* 28: 705-720.
- Gjerde, I., Tingstad, L. & Blom, H.H. 2018. En oppdatering av kunnskapsgrunnlaget for ivaretagelse av rødlistearter gjennom avsting av nøkkelbiotoper basert på MiS. NIBIO RAPPORT 4(168).

- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurements and comparisons of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- Granhus, A., Hysten, G. & Nilsen, J.-E. Ø. 2012. Skogen i Norge. Statistikk over skogforhold og skogressurser i Norge registrert i perioden 2005-2009. Ressursoversikt fra Skog og landskap.
- Henriksen, S. & Hilmo, O. (red.). 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Trondheim.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1998. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47-58.
- Humphrey, J.W., Ferris, J.W. & Quine, C.P. 2003. Biodiversity in Britain's planted forests. Results from the forestry commission's Biodiversity Assessment Project. Forestry commission, Edinburgh.
- Johnsson, L., Dahlberg, A. & Brandrud, T.E. 2000. Spatiotemporal distribution of an ectomycorrhizal community in an oligotrophic Swedish *Picea abies* forest subjected to experimental N addition: above- and below-ground views. *Forest Ecology and Management* 132: 143-156.
- Nilsson, L.O. 2004. External mycelia of mycorrhizal fungi – responses to elevated N in forest ecosystems. Doctoral thesis 2004, Lund University.
- Oksanen, J., Guillaume Blanchet, F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E. & Wagner, H. 2019. Vegan package version 2.5-6.
- Sætersdal, M., Gjerde, I., Blom, H. H., Eide, E., Ihlen, P. G., Pommeresche, R., Skartveit, J., Solhøy, T. & Aas, O. 2004. Vascular plants as a surrogate species group in complementary site selection for bryophytes, macrolichens, spiders, carabids, staphylinids, snails, and wood living polypores in a northern forest. *Biological Conservation* 115: 21-31.
- Aarrestad, P.-A., Blom, H.H., Brandrud, T.E., Johansen, L., Lyngstad, A. & Øien, D.-I. 2016. Forslag til terrestriske forvaltningsprioriterte naturtyper FPNT. Ansvarsnaturtype, levested for truede og prioriterte arter og viktige økologiske funksjonsområder. NINA Kortrapport 41.



Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.