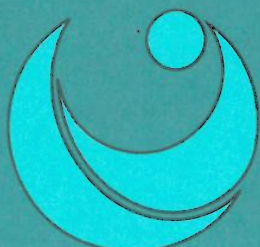


Fjellskog i Sør-Norge: biologi og forvaltning

oppdragsmelding

Arvid Odland
Kjetil Bevanger
Eli Fremstad
Oddvar Hanssen
Ole Reitan
Kaare Aagaard



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Fjellskog i Sør-Norge: biologi og forvaltning

Arvid Odland
Kjetil Bevanger
Eli Fremstad
Oddvar Hanssen
Ole Reitan
Kaare Aagaard

Odland, A., Bevanger, K., Fremstad, E., Hanssen, O., Reitan, O. & Aagaard, K. 1992. Fjellskog i Sør-Norge: biologi og forvaltning - NINA Oppdragsmelding 123: 1-90.

Trondheim, april 1992

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0224-7

Forvaltningsområde
Arealbruk - terrestrisk

Copyright (C) NINA
Norsk institutt for naturforskning
Publikasjonen kan siteres med kildeangivelse

Redaksjon:
Eli Fremstad, Synnøve Flø Vanvik

Opplag: 200

Kontaktadresse:
Norsk institutt for naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tlf.: (07) 58 05 00

Referat

Odland, A., Bevanger, K., Fremstad, E., Hanssen, O., Reitan, O. & Aagaard, K. 1992. Fjellskog i Sør-Norge: biologi og forvaltning. - NINA Oppdragsmelding 123: 1-90.

Oppdragsmeldingen gir en oppsummering av kunnskap når det gjelder de sørnorske fjellskogenes biologi og økologi: flora, vegetasjon, fugleliv, invertebrater og pattedyr. Med fjellskog mener en i denne sammenheng det bartredominerte øvre skogbeltet under den klimatiske skoggrensa (i nordboreal region) som har karakter av en økoton mellom lavereliggende skogområder og de treløse, alpine områdene. Det blir spesielt pekt på at de norske fjellskogene danner vestgrensa for den eurosibiriske boreale barskogssonen. Dette grenseområdet viser klimatiske og økologiske gradienter som det ikke finnes paralleller til ellers i Europa. Det knytter seg et spesielt forvaltningsansvar til disse vestligste deler av de boreale barskogene.

Oppdragsmeldingen understreker at det til nå foreligger få detaljerte undersøkelser som belyser fjellskogenes økologi og konsekvenser ved ulike typer inngrep. For flere plante- og dyregrupper har en langtfra noen fullstendig oversikt over hvilke arter som inngår. Det blir gitt forslag til undersøkelser/prosjekter som kan utføres for å øke vår kunnskap om fjellskogenes biologi.

Emneord: Fjellskog - botanikk - pattedyr - fugleliv - invertebrater - verneverdier - skogdrift - forskning - forvaltning.

Arvid Odland, NINA, c/o Universitetet i Bergen, Botanisk institutt, Allégt. 41, 5007 Bergen.
Kjetil Bevanger, Eli Fremstad, Oddvar Hanssen, Ole Reitan og Kaare Aagaard, NINA, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Odland, A., Bevanger, K., Fremstad, E., Hanssen, O., Reitan, O. & Aagaard, K. 1992. Mountain forests in South Norway: biology and management. - NINA Oppdragsmelding 123: 1-90.

This report gives a review of biological knowledge of upland forests in South Norway. It includes information concerning flora, vegetation, birds, invertebrates, and mammals. "Upland forests" is here defined as the upper coniferous forests below the climatic forest limit (north boreal region sensu Dahl et al. 1986), which represent an ecotone between lower forest belts and the treeless alpine regions. It is emphasized that the Norwegian upland forests represent the western limit of the Euro-Siberian boreal zone. The Norwegian upland forests include sharp climatic and ecological gradients, which are not paralleled in other parts of Europe. Consequently, Norway has a special obligation to conserve and manage these areas.

This review indicates that there exist few detailed investigations dealing with the biology of upland forests in Norway, and with ecological consequences of different types of impact. Most plant and animal groups are insufficiently investigated. Proposals are given to research projects which would increase our knowledge concerning upland forest ecology.

Key words: Mountain forests - botany - mammals - ornithology - invertebrates - protection values - forestry - research - management.

Arvid Odland, NINA, c/o University of Bergen, Botanical Institute, Allégt. 41, N-5007 Bergen.
Kjetil Bevanger, Eli Fremstad, Oddvar Hanssen, Ole Reitan and Kaare Aagaard, NINA, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

Forord

Denne utredningen er utarbeidet etter oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning. Utredningen er ment å være et forprosjekt for videre arbeid med å belyse vesentlige og karakteristiske egenskaper, funksjoner, bruk, trusler, forvaltningsproblemer og forskningsbehov knyttet til fjellskog i Norge. Innenfor rammen av dette prosjektet har det ikke vært mulig å gi noen fullstendig oversikt over fjellskogens biologi. Vi håper likevel at oppdragsmeldingen gir hovedtrekkene i kunnskapsstatusen i dag, og at en på denne bakgrunn bedre skal kunne vurdere hvor det spesielt er nødvendig med forvaltningstiltak og mer forskning for å forstå fjellskogens økologi.

Arbeidet er utført av
Arvid Odland: botanikk (kap. 1-5) og store deler av kap. 10-14
Kjetil Bevanger: fugler
Oddvar Hanssen og Kaare Aagaard: invertebrater
Ole Reitan: pattedyr

Oppdragsmeldingen er redigert av Eli Fremstad som også har skrevet avsnittet om aktuelle forskningsoppgaver (i kap. 14) og kap. 15.

Etter at et utkast forelå i desember 1990, har et tital kolleger innen botanikk og zoologi gitt oss tilbakespill på form og innhold. Deres synspunkter er i størst mulig grad innarbeidet i den versjonen som nå utgis som NINA Oppdragsmelding. Vi takker spesielt Arnfinn Skogen for kritisk gjennomgang av den foreløpige utgaven, men det har ikke vært mulig å følge alle hans forslag til forbedringer.

Bergen, april 1992

Arvid Odland, prosjektleder

Innhold

	Side
Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	7
1.1 Arbeidsgruppens mandat	7
1.2 Hva er fjellskog?	8
2 Fjellskog: noen generelle trekk	10
2.1 Treslag i fjellskog i Sør-Norge	11
2.2 Sammenlikning med andre områder	13
2.3 En del sentrale begreper	14
2.3.1 Skoggrensener og tregrensener	14
2.3.2 Vegetasjonsregioner og vegetasjonsbelter	17
2.3.3 Vegetasjonsseksjoner	19
3 Nordboreal region	19
3.1 Fjellbjørkeskog	21
3.2 Fjellbarskog	22
3.3 Klimatiske seksjoner innen fjellskogene	22
3.4 Den vertikale utstrekningen av fjellskog i Sør-Norg	25
3.5 Andre natur- og vegetasjonstyper som finnes i tilknytning til fjellskog	27
3.6 Sammenhengen mellom "fjellskog" og de botanisk definerte vegetasjonsbeltene i skoggrenseområdet	27
4 Klimaets betydning for skogens vekst og utbredelse mot snaufjellet	28
5 Fjellskogens dynamikk	32
5.1 Skoggrensefluktasjoner etter istiden	32
5.2 Klimabetingete skoggrensefluktasjoner i nyere tid	32
5.3 Konsekvenser ved eventuelle framtidige klimaforandringer	33
5.4 Skoggrensefluktasjoner betinget av kulturpåvirknin	33
6 Fjellskog - en faunistisk enhet?	34
7 Pattedyr i fjellskog	34
7.1 Hvilke pattedyr "hører til" i fjellskog	35
7.2 Faktorer som har betydning for individers og populasjoners levedyktighet	35
7.3 Arter	36
8 Fugler i fjellskog	41
8.1 Spurvefugl	42
8.2 Hakkespetter	43
8.3 Ugler og rovfugl	43

8.4	Våtmarksfugl	43
8.5	Habitatvern som artsvern	43
9	Invertebrater i fjellskog	45
9.1	Antall arter i høyereliggende skog	45
9.2	Insekthabitater i fjellskog	45
9.3	Insektordener	47
9.4	Andre invertebrater	51
9.5	Entomologiske feltstudier	51
10	Floraen i fjellskog	53
11	Verneverdier knyttet til fjellskog	56
12	Økologiske konsekvenser ved skogsdrift i fjellskog	58
12.1	Lokal- og mikroklimatiske konsekvenser	58
12.2	Problemer med frøsetting og spiring etter hogst i fjellskog	59
12.3	Floristiske endringer etter hogst	59
12.4	Permanent senkning av skoggrensen, sammen- likning med Storbritannia	60
12.5	Konsekvenser for dyrelivet	60
13	Økologisk forsvarlig utnyttelse av fjellskog	62
14	Forskning i fjellskog	65
15	Sammendrag	68
16	Summary	74
17	Litteratur	80

1 Innledning

Både nasjonalt og internasjonalt er det en økende forståelse for verdien av å bevare truede og sårbare arter, samt marginale og sjeldne biotoper som står i fare for å forsvinne. Dagens tekniske hjelpemidler gjør det enkelt å foreta inngrep som medfører irreversible forandringer i naturforholdene. Også i tidligere tider ble det gjort relativt omfattende inngrep, men de var ofte mindre i omfang og av en slik karakter at naturen kunne restaurere seg selv etter en tid dersom påvirkningen opphørte.

Når det planlegges omfattende inngrep i et område eller en spesiell biotop, må det i våre dager være selvsagt at en klarlegger mulige langsiktige økologiske konsekvenser slik at ikke bare kortsiktig økonomisk vinning blir bestemmende.

Overgangen mellom fjellets treløse plantesamfunn og skogsområdene nedenfor har lenge opptatt biologer og plantegeografer, og spesielt slik denne overgangen arter seg i Fennoskandias fjell. Den svenske botanikeren Du Rietz (1942) skriver: "Medan i Europas sydligare bergskejdor barrträd vanligen bilda skogens övre gräns, finns i Fennoskandias fjäll nästan alltid ett björkskogsbälte mellan barrskogen och kalvfjället. Redan det övre barrskogsbältet skiljer sig mycket ofta från lägre nivåers barrskog genom ett tätare skikt av björkar under ett med stigande höjd allt glesare överskikt av tallar eller granar. Dette fjällbarrskogsbälte går uppåt vanligen utan skarp gräns över i fjällbjörkskogen eller det subalpina bältet".

Fjellskogene i Fennoskandia kan betraktes som marginale utposter av de eurosibiriske barskogene som strekker seg i en ca 1000 km bred sone fra Sibir til Norges vestkyst. Disse områdene er stort sett tynt befolket og blir av ikke-skandinaviske forskere regnet som relativt lite kulturpåvirket (Sukopp 1969). Dette synet er imidlertid feilaktig, idet mye av barskogsarealene, også fjellskogsområdene, i lang tid har vært sterkt utnyttet, til dels ut over grensen for det økologisk forsvarlige. Generelle betraktninger om ulike former for kulturpåvirkning i de boreale områdene er gitt av bl.a. Tenow (1974), Hämet-Ahti (1983) og Stern (1983).

Fjellskogene i Norge har i den siste tiden vært gjenstand for debatt, og problemstillingen er den klassiske: økonomisk utnyttelse eller vern.

I Sverige har denne problemstillingen vært aktuell i lengre tid. I innledningen til Svenska Naturskyddsföreningens årsbok 1987 "Fjällskog" står det: "Exploateringen av de fjällnära barrskogerna är en av 1980-tallets mest omdebatterade naturvårdsfrågor. Som en följd av råvarubrist och generösa statsbidrag till vågar m.m. har de allt större intresse för skogsbruket. Utan någon övergripande planering har en omfattande exploatering påbörjats. De fjällnära barrskogerna har ett mycket stort värde från naturvårdens synpunkt, främst genom att utgjöra våra sista ursprungliga, större sammanhängande barrskogsområden. Tillsammans med tilliggande fjällområden bildar de unika vildmarker och naturliga ekologiska enheter, utan motsvarighet i Västeuropa, med lång kontinuitet. Vidsträckt arealer har kunnat utvecklas naturligt under relativ ostördhet. Mänsklig påverkan har förekommit, men stora inngrepp har inte skett. Växter och djur, som kräver ostörda ekosystem under lång tid, har kunnat leva här."

I svensk fjellskogsforvaltning har den såkalte "skogsodlingsgränsen" spilt en sentral rolle. Ovenfor denne grensen har bartrærne vansker med foryngning. Tidligere var det her i prinsippet forbud mot hogst og andre inngrep. I 1982 ble imidlertid dette forbudet formelt opphevet, noe som skapte mye debatt (Ekman 1987).

I Finland var det i første halvdel av dette hundreåret meget restriktive regler for skogsdrift i fjellbarskogene (Mikola 1979). Lovene for vern av skog (1922) bestemte at alle trær som skulle hogges innenfor den vernete fjellskogen skulle merkes av skogsmyndighetene. Grensen for verneområdet var merket på kart og lå i en sikker avstand fra skogsgrensen. Bakgrunnen for de strenge vernereglene var dårlig gjenvekst etter hogst i fjellskogene. Senere (1959) er det utarbeidet skjøtselsplaner for fjellskogene, og de er fortsatt meget restriktive selv om en viss utnyttelse er tillatt dersom dette ikke går ut over skogenes fortsatte eksistens.

1.1 Arbeidsgruppens mandat

I brev av 11.9.1990 ga Inngrepsavdelingen i Direktoratet for naturforvaltning (DN) NINA i oppdrag å lage en utredning om "Fjellskog - biologi og forvaltning". Følgende temaer skal belyses:

- Hva karakteriserer fjellskogen biologisk; hva er unikt/generelt, typisk/karakteristisk.

- Hva gjør fjellskogen spesielt sårbar for skogbruk; hvordan kan skogbruk i fjellskog drives uten å forringe biologiske verdier.

Det skal fokuseres på fjellskog i Sør-Norge, dens organismer, samfunn og naturtyper, dens diversitet og produktivitet. Mange av referansene vi viser til omhandler imidlertid Nord-Skandinavia, ettersom mange undersøkelser er utført der.

Ettersom det rår en del tvil om hva en skal legge i begrepet "fjellskog" (jf. 1.2), har vi funnet det nødvendig å gi en oversikt over regionale inndelinger av plantedekket (se kap. 2).

Mandatet omfatter også forslag til registrerings- og forskningsarbeid som er nødvendig for å bedre kunnskapsgrunnlaget for forvaltning av fjellskogen.

1.2 Hva er fjellskog?

Det finnes ingen entydig definisjon av "fjellskog". Vi kan her referere en del definisjoner og synspunkter (jf. Kielland-Lund 1981a):

- Fjellskog er en skog der de klimatiske forhold, særlig temperatur og vind er sterkt begrensende faktorer for frømodning, spiring, foryngelse og produksjon (NOU 1989: 10).
- Fjellskog er barskog i en viss avstand fra skoggrensen (definisjon i brosjyren "Fjellskog og fjellskogsforvaltning" utgitt av Den norske turistforening, Norges jeger og fiskeforbund, Norges naturvernforbund og Verdens naturfond).
- Opp mot tregrensen finner vi fjellskogen, våre største sammenhengende rester av urskog og naturskog (i brosjyren "Barskogene, en verdifull naturressurs", DN).
- Det som særpreger fjellskogen er de naturlige gjenvekstbetingelsene for gran og furu er sterkt begrenset på grunn av ugunstige klimaforhold. Den vertikale høyde av fjellskogsbeltet utgjør som regel 30-40 % av skoggrensas totalhøyde (Mork 1968).
- Fjellskog er skogområder hvor mulighetene for naturlig foryngelse av gran og furu er sterkt begrenset på grunn av ugunstige klimaforhold. Dette er stort sett tilfeller for områder som ligger over 60 til 70 prosent av skoggrensens høyde

over havet. Hvis granas muligheter for å sette modent frø brukes som skille mellom fjellskog og annen skog, vil skog høyere enn ca 600 m o.h. på Østlandet være fjellskog (Solbraa 1990).

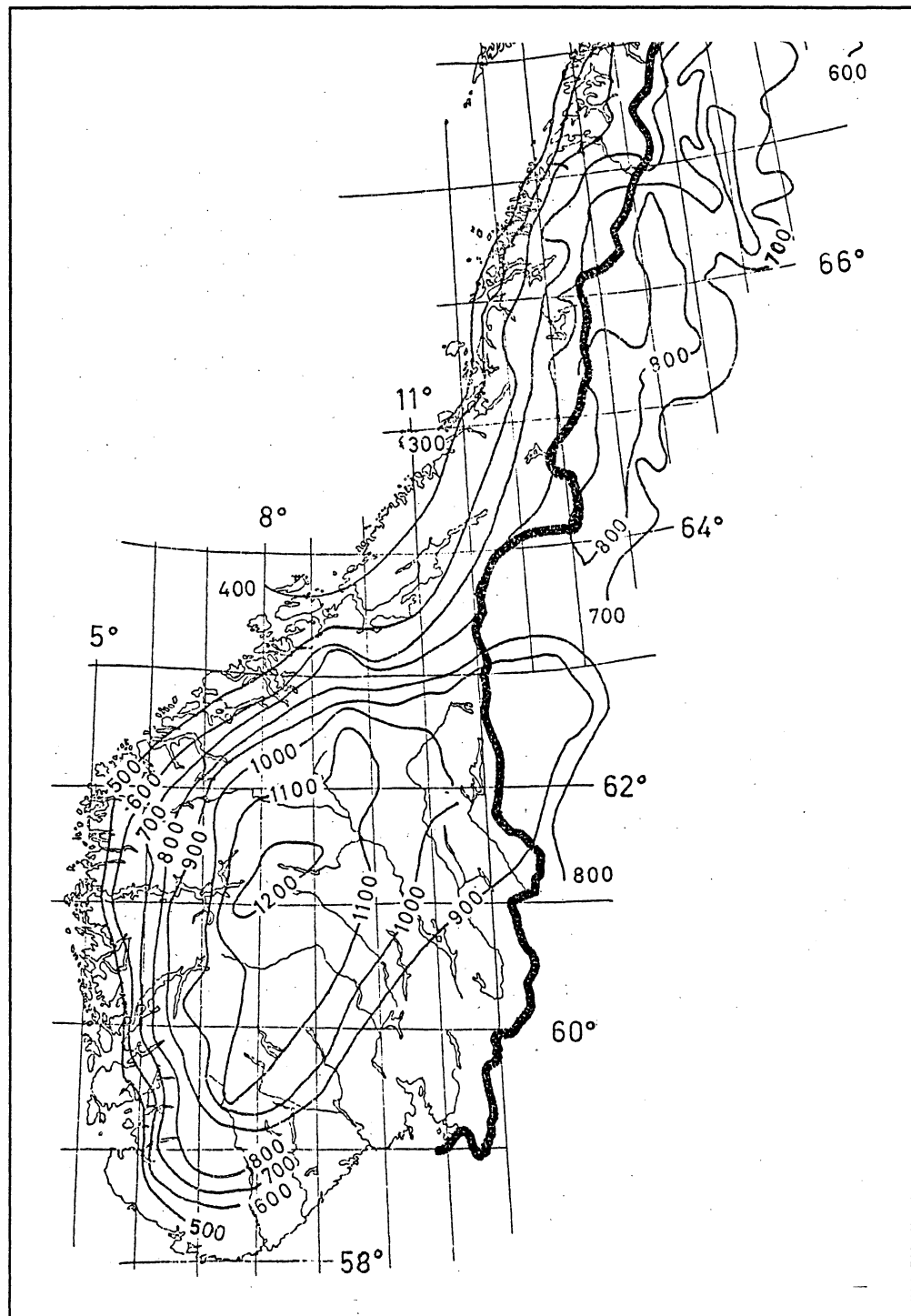
- Med fjällnära skog avses till vidare skog, inom området för svårföryngrad skog, som är belägen ovanför skogsodlingsgränsen enligt riksskogstaxeringen (Ekman 1987).
- Fjällnära barrskog er en spesiell variant av den nordliga (boreala) barrskogen, präglad av det kärva klimatet i inlandet och på hög höjd. (Olsson 1985).

Disse definisjonene viser at begrepet "fjellskog" vesentlig beskriver førstmessige forhold; der vekst, foryngelse og fysiognomi hos gran og furu er det primære. I debatten om fjellskog har flere reagert på at det vesentlig dreier seg om barskog - gjerne innblandet med bjørk. Aas (1972) påpeker at bjørkekebeltet er vår mest særpregete skogstype. I en omfattende utredning (Aas 1989) påpeker han at vi i større grad bør se vårt forvaltningsansvar for bjørkeskogene som ikke noe annet sted i Europa har en så stor utbredelse og variasjon som i Norge. Bjørkeskoger har eksistert i Fennoskandia i mer enn 10 000 år, og de "fortjener" å bli betraktet som noe mer enn suksesjonsstadier i det som har (kan ha) bartrær som klimakstreslag.

I botanisk/biologisk sammenheng benyttes vanligvis andre begreper enn "fjellskog", og det kan i denne sammenhengen være av interesse å sammenlikne det forstlige "fjellskog"-begrepet med botanisk-økologiske beskrivelser og vegetasjonssoneringer i overgangen mellom skog og fjell. Denne utredningen tar sikte på å sammenstille noe av den kunnskapen som finnes når det gjelder den sørnorske fjellskogens biologi, utbredelse og verneverdi. **Hovedvekten blir her, ifølge utredningens mandat, lagt på høytliggende barskog nordover til og med Salten.** "Høytliggende" er i denne utredningen ensbetydende med nordboreal region (sensu Dahl et al. 1986), se også kap. 3. Skoggrensen danner øvre grense for nordboreal region, se figur 1.

I det følgende blir uttrykkene urskog og naturskog mye brukt. Med **urskog** menes skoger som er svært lite påvirket av mennesker. Forekomst av stående, tørre trær (gadd) og liggende død ved (läger) er karakteristisk for disse skogene. Med **naturskog** menes skog som er noe sterkere menneskepåvirket,

Figur 1 Isohypsekart for den klimatiske bjørkeskogsgrensen i Norge nord til Salten. Kartet angir høyden for de høyestliggende skogforekomstene. Etter Aas i Fægri (1972). - Isohypes of the climatic birch forest-limit in Norway north to Salten, after Aas in Fægri (1972).



men der strukturen ofte er urskogsaktig, og alle trærne er av stedets egen rase.

Olsson (1985) summerer viktige forskjeller mellom urskog og **kulturskog**:

Urskog

- Foryngelse skjer først og fremst etter brann og stormfelling.
- Ved foryngelse blir områder med gammel skog stående.
- Pionertrær som bjørk og osp utvikles og eldes i bestandet.
- Stor genetisk variasjon.

- Det finnes mange gamle, døende og døde trær.
- Det finnes ved i ulike nedbrytningsstadier (forråtnelse).
- Bestander er av ulik alder, flersjiktete og ofte åpne.
- Tre- og busksjikt består av flere arter.

Kulturskog

- Foryngelse skjer ved planting eller frøtrær etter snauhogst.
- Løvtrær tas ut.
- Liten genetisk variasjon.
- Gamle, døde og døende trær er sjeldne.
- Det finnes lite av råttene ved.
- Bestandene er oftest like gamle, sluttete og ensjiktete.
- Tre- og busksjikt inneholder få arter.

2 Fjellskog: noen generelle trekk

I de fleste deler av verden finnes det naturlige barrierer for skogens utbredelse. I subarktiske strøk er det vanligvis lave sommertemperaturer som er begrensende, i subtropiske strøk tørke og i tempererte strøk ekstreme jordforhold som f.eks. salinitet (Ellenberg 1966). Visuelt er skoggrensen meget markert der fjellene når tilstrekkelig høyde, noe som har fått både økologer og geografer til å beskjeftige seg med skoggrenseproblematikk i lang tid. Fysiognomisk kan skoggrensen arte seg på mange vis. Skogen kan nå sin øvre grense som en sluttet, tett bestand, og avta brått, meget skarpt adskilt fra den treløse, alpine sonen. Men den kan også oppløses gradvis, gå over fra tett skog til spredte trær og små skogholt med lave, flerstammete trær. I slike tilfeller skilles ofte mellom skog-, tre- og krummholzgrense (Tranquillini 1976). Denne overgangen mellom sluttet skog og treløse fjellheier blir i søreuropeisk litteratur ofte kalt "Kampfzone", mens den i engelsk litteratur beskrives som "timberline ecotone". Det finnes ulike oppfatninger av hvilke av disse to typene av økotoner - med eller uten en overgangssone - som representerer naturlige økologiske forhold, upåvirket av menneskelig aktivitet (Plesnik 1971, sitert fra Tranquillini 1979, Stern 1983). Begge typer grense kan imidlertid tenkes representere naturlige forhold, uavhengig av topografiske forhold, vind m.m. På sørligere breddegrader enn våre (Mellom-Europa, USA, Alaska) er skogen ved skoggrensen gjerne tettere enn hos oss, og overgangen mot fjellet er mer distinkt. Dette kan ha sammenheng med innstrålingen til bakken. På høyere breddegrader må en gjerne ha meget brutt topografi for å få en tydelig overgang mellom fjellskog og snaufjellet (jf. H. Korsmo pers. medd.).

Schröter (1926: 40) hevder at en gradvis åpning av bestandene avspeiler vanskelige forhold for vekst og overlevelse med økende høyde over havet. Isolerte trær mottar mer lys og varme enn de som står i tette bestander, og de kan derfor vokse enkeltvis over skoggrensen (Frankhauser 1901). En relativt bred overgangssone reflekterer derfor naturlige forhold.

En alternativ teori påpeker at der det står spredte trær, må det også kunne utvikles skogsbestander. Så fremt edafiske og topografiske forhold er gunstige, skal det derfor utvikles kontinuerlig skog opp til tregrensa. Her vil det derfor dannes en skarp grense mot den alpine sonen (Ellenberg 1966, Schiechl 1966). Innen den sluttete skogen dannes gunstige klimatiske forhold for utvikling av nye trær, i sterk

kontrast til forholdene ovenfor skoggrensen. Dette vil gi en meget smal overgangssone. På bakgrunn av dette hevdes at en gradvis åpning og uttynning av skogen og en bred overgangssone er et sekundært fenomen, skapt ved menneskelig påvirkning. Der- som slike antropogene skoggrenser får utvikles upåvirket, vil skogen gradvis "tettes til". Til slutt vil denne sekundære overgangssonen utvikles til en sluttet skog og den naturlige, skarpe grensen mot fjellet bli gjenskapt.

I Fennoskandia har de fleste undersøkelser påvist at skogstrærnes glisne stilling er betinget av klima- et, dvs. at trærne må stå glissent for å få nok sol og varme. Men mange fjellskoger er imidlertid ganske tette. Etter hvert som hogst og beite har avtatt sterkt, vokser mange fjellskogsområder som før var glisne (jf. gamle fotografier hos Resvoll-Holmsen 1920) igjen med tett bjørkeungskog. Det er nå vanligvis godtatt at fjellskog kan være like tett som annen skog bare jordbunns- og foryngelsesforhold er gode nok (Kielland-Lund 1981a).

En gradvis uttynning av trær og skogsbestander mot høyden synes å være det mest vanlige i Fennoskandia, og det finnes derfor her en relativt bred skogs- økoton mot fjellet. Mektigheten av denne synes også å øke mot nord.

Isohypsekart som viser skoggrensens høyde over havet er utarbeidet for flere deler av Norge, f.eks. Sogn (Ve 1930, 1940), Haugesund-området (Ekrheim 1935), Nordmøre (Tollan 1937), Fosen i Trøndelag (Lindemann 1972), samt over større områder (Aas 1964).

2.1 Treslag i fjellskog i Sør-Norge

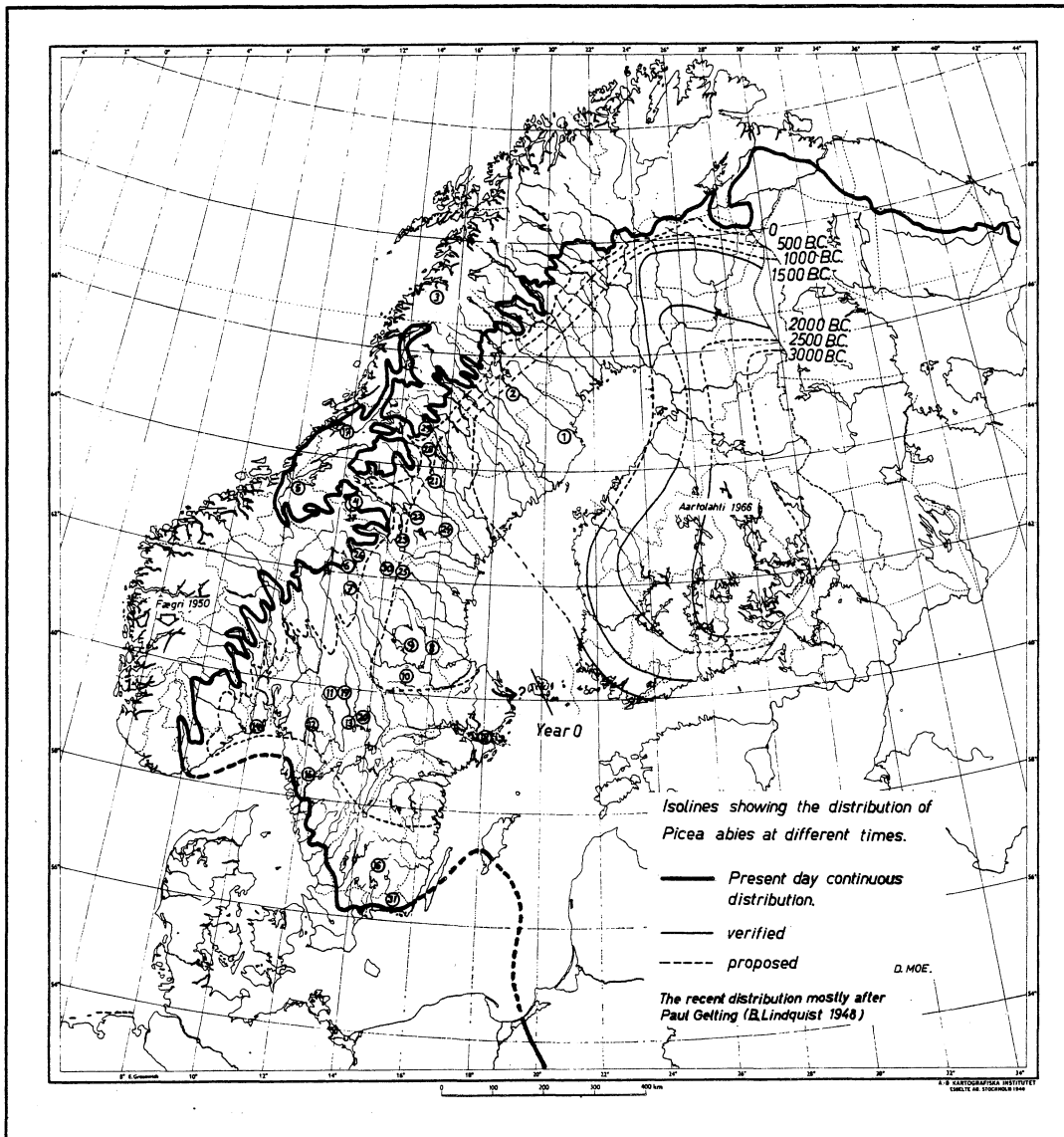
Bjørk (*Betula pubescens*). Med noen få unntak er det bjørk som danner tre- og skoggrensene, og som regel finnes det et skogsbelte på minst 100 vertikalmeter som helt domineres av bjørk. De klimatiske bjørkeskogsgrensene i Norden er vist i figur 1, se også Faarlund & Aas (1991a). Ifølge en beregning av Strand (1961) er arealet av løvskog over barskogsgrensa ca 100 mill. daa, hvorav omtrent halvparten finnes i Finnmark.

Gran (*Picea abies*). Utbredelsen i Fennoskandia fremgår av figur 2. I Norge dominerer gran skog- bildet fra Agder nordøstover til Østerdalen, i Trøndelag og Salten. Den er lokalt skoggrensedan- nende.

Fjellskogene på Vestlandet skiller seg fra de øst- og nordnorske (nord for Salten) ved at gran, med få unntak, mangler. Spørsmålet om granas vestgrense er økologisk eller historisk betinget har vært disku- tert siden 1880-tallet. Den ene forklaringen begrun- ner fraværet av (naturlig) gran på Vestlandet med at grana kom så sent til Skandinavia etter istiden at den ikke har rukket fram til alle de lokalitetene den potensielt kan innta (Gløersen 1884, Fægri 1950). De tidlige innvandrerne som furu og bjørk kom raskt inn og spredte seg over hele landet mens klimaet var mest gunstig. Grana spredte seg sakte fra øst, og da den var kommet så langt som opp i Østlandets dalfører og skulle "ta fatt på" fjellover- gangen var klimaoptimum slutt, og relativt store høyfjellspartier stengte mot videre ekspansjon vestover. Hovedtrekkene i granas innvandring fra øst og vestover er kartlagt av bl.a. Moe (1970), Tallantire (1972, 1977) og Hafsten et al. (1979), se figur 2. Innvandringshistorien er summert av Haf- sten (1991) Andre hevder at tida som grana har hatt til rådighet for spredning i Skandinavia tross alt har vært så romslig at en mistanke om klimatiske hind- ringer er berettiget.

Flere hevder at vinterklimaet i oseaniske strøk er ugunstig for grana. Spesielt blir det påpekt at den trenger lave temperaturer eller et visst antall frost- dager (Dengler 1912, Resvoll-Holmsen 1923, 1924, 1926, Enquist 1933). Dengler (1912) påpekte at spontane granforekomster i Europa synes å være knyttet til områder hvor middeltemperaturen for februar er lavere enn 0 °C. Dette forhold forsøkte Resvoll-Holmsen (1923) å tilpasse for Vestlandet ved å vise til at de fleste forekomstene av gran- skog på Vestlandet finnes på høyere nivå. (Den største forekomsten, på Voss, strekker seg dog fra ca 50 m o.h. til skoggrensen). Hun påpeker (1926): " - dette trærne krever en lav vintertemperatur, og det er vel en av årsakene til at man har vanskelig for at faa gran opp ute paa den ytre del av kysten, helt til man kommer forbi Møre. Der kan man ha gran helt ut til kysten, fordi vi der faar de kolde vintre". Grana skulle således ha et visst kuldekrav som for store deler av Vestlandet ikke blir tilfredsstilt. Det bør bemerkes at vintrene på Voss (og i indre Sogn og Sunnfjord) er atskillig kaldere enn på Fosenkysten (januarmiddel -4-5 °C mot -0,5-1).

Ifølge Enquist (1933) trenger grana minst 120 frostdager i året. Dengler (1912) mente dessuten at vår frost var kritisk for granplantene i vintermilde strøk. Undersøkelser av Mork (1933, 1950) viser at milde vintre og lite snø er svært skadelige for



Figur 2 Utbredelsen av gran i Fennoscandia i dag og i tidligere tider (Moe 1970). - Present and past distribution of *Picea abies* in Fennoscandia (Moe 1970).

granfrøene; hyppige vekslinger mellom frost og mildvær vil redusere frøets spireevne. Flere hevder derfor at det er sannsynlig at grana har en klimatisk vestgrense (Dahl 1950).

Skre (1972) fant at veksten viser sterk sammenheng med respirasjonsekivalenten i vekstfasen og i knopp utviklingsfasen året før. Han mener også at temperatur, snødekke og nedbør er klimafaktorer som spiller stor rolle for utbredelsesmønsteret.

Robak (1960) summerer opp følgende lokaliteter hvor det finnes spontane granforekomster på Vestlandet:

Møre og Romsdal

- Tørrsett på Skarsøy, Aure kommune (ca 100 ha)
- Rindal kommune
- Istad-Hatlen i Kleive, Molde kommune
- Buvik, Nesset kommune (ca 200 ha)

Sogn og fjordane

- Kalhagen-Røneid-Gaupne, Luster kommune
- Luster og Hafslø (570-810 m o.h.), Luster kommune
- Indre Offerdal i Årdal (800-1000 m o.h.), Årdal kommune
- Fresvik (200-500 m o.h.), Leikanger kommune
- Vindhella i Børgund (574 m o.h.), Lærdal kommune

Ellers finnes spredte forekomster i Indre Sogn: Børgund, Lærdal, Årdal, Luster, Hafslø og Sogndal.

Hordaland

- Voss kommune, ca 1335 ha, skog med 50-100 % gran (50-800 m o.h.) Spredte forekomster også i Evanger, Bruvik, Hosanger, Vossestrand og Granvin.
 - Ottestad (200-400 m o.h.), Modalen kommune (ca 300 ha)
 - Klyve ca 500 m o.h., Kvam kommune
- Dessuten spredte forekomster i Eidfjord, Kinsarvik, Ullensvang, Odda og Røldal.

Kart over granas utbredelse i Europa viser at den har en klar østlig utbredelse og mangler helt på de Britiske øyer, i Danmark, og i Sørvest-Europa.

Men uansett årsak; grana mangler stort sett på Vestlandet, og dette er et svært uvanlig fenomen innen den boreale regionen.

Furu (*Pinus sylvestris*) finnes over det meste av Norge, fortrinnsvis på skrinne og tørr mark, men også på fattigmyrer. På tørt, kalkrikt substrat kan den også denne store bestander (Bjørndalen 1980b). Den synes imidlertid ikke å trives på rik mark i bratte dalsider med mye erosjon. I sør-norsk fjellskog er furu viktigst i indre deler av Østlandet og indre Trøndelag. Aas (1964) har undersøkt furuens øvre skoggrensener i Norge. På Vestlandet stiger denne jevnt fra 300-400 m o.h. i ytre strøk til over 1000 m o.h. i sentrale fjellstrøk (Jotunheimen). Mer detaljerte beskrivelser av furuskogenes øvre grense på Vestlandet er gitt av Ve (1930, 1940), Ekrheim (1935) og Tollan (1937). På Helgelandskysten stiger den fra ca 200 m o.h. ved kysten til ca 600 m o.h. i indre fjellstrøk.

Rogn (*Sorbus aucuparia*) er nest etter bjørk det mest hardføre av treslagene i Fennoskandia (Kullman 1983). Det opptrer vanlig i fjellskogene, og kan her danne bestander (Wistrand 1981, Kullman 1986).

Silkeselje (*Salix coaetanea*) finnes spredt i fjellskog i Sør-Norge, men er vanligere i de nordøstlige delene av Fennoskandia. Den vokser i tørr, næringsrik skog, men spredte trær kan også finnes i lav-alpine områder (Kilander 1955).

Selje (*Salix caprea*) er vanlig over det meste av landet, men opptrer relativt sjelden i fjellskogene (Nordhagen 1943, Kilander 1955, Ve 1968, Wistrand 1981). I forbindelse med bjørkeskogsinventering er den imidlertid registrert flere ganger. Store, grove eksemplarer i Øvre Namdal er f.eks. kommet opp

etter skogbrann for ca 100 år siden (H. Korsmo pers. medd.).

Osp (*Populus tremula*) har sin hovedutbredelse nedenfor fjellskogen, men på skrinne, lysåpne steder kan det finnes store bestander ganske høyt opp i barskogene.

I høytliggende skog i Agder finnes bestander med 20 m høye trær i de fleste eksposisjoner, mens de mest vitale er eksponert mot sør og sørvest (H. Korsmo, pers. medd.) betrakter ospebestandene som klimatisk vikarierende samfunn til alm-lindeskog. Tilsvarende forhold er observert i Nord-Østerdalen og Sverige (Lindquist 1965).

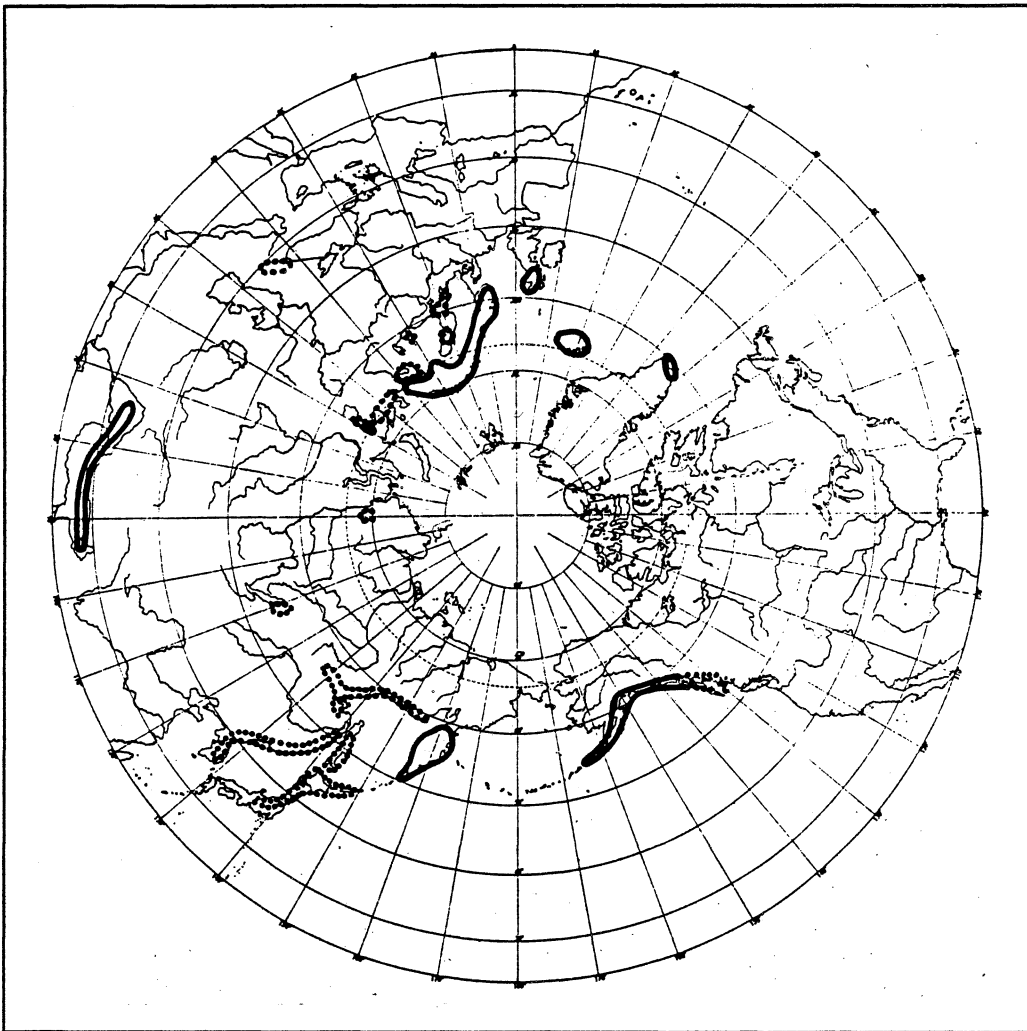
Det er trolig stort snøpress som er kritisk for osp i høyereliggende områder (Fries 1913, Ve 1940, Wistrand 1981, Kullman 1983). I mesteparten av Skandene finnes det mange lokaliteter eller habitater med tynt snødekke.

Gråor (*Alnus incana*) har sin hovedutbredelse nedenfor fjellskogen, men spredte trær, busker og kloner kan finnes langs vassdrag og i fuktige lier i fjellskogene (Moe & Odland under arbeid). I sentrale deler av Sverige går tregrensa for gråor maksimalt ca 50 m høyere enn furuskogsgrensa (Kullman 1983).

Hegg (*Prunus padus*) finnes spredt i fjellskogene, oftest i bratte lier hvor snøskred holder annen skog borte (Nordhagen 1943, Wistrand 1981).

2.2 Sammenlikning med andre områder

Det vanlige i andre deler av verden er at bartrær danner den alpine skoggrensene. I Øst-Alpene er det f.eks. cembrafuru (*Pinus cembra*) og europeisk lerk (*Larix decidua*), og i Rocky Mountains engelmansgran (*Picea engelmannii*), fjelledelgran (*Abies lasiocarpa*), og et par 5-nålete furuarter (Kielland-Lund 1981a). Det er relativt få steder utenfor Fennoskandia at løvtrær danner den alpine skoggrensene. I deler av Eurasia er *Betula ermanii* og *Alnus maximowiczii* viktige treslag i oseaniske seksjoner av den nordboreale sonen (Hämet-Ahti & Ahti 1969). **Figur 3** viser utbredelsen av de fennoskandiske bjørkeskogene, og tilsvarende lauvskoger andre steder.



Figur 3 Skjematisk framstilling av den fennoskandiske fjellbjørkeskogen og den oseaniske bjørkeskogen og deres "vikarierende" lauvskoger på den nordlige hemisfæren. Hel strek viser kyst- og fjellbjørkeskoger av bjørk og gråor. Stiplet strek angir mer spredte bestander av bjørk eller gråor (Hämet-Ahti & Ahti 1969). - Schematic distribution of the Fennoscandian mountain and coastal birch forests and their most distinct homologues in the northern hemisphere. Solid line indicates coastal and timber line areas with extensive oceanic *Betula* and *Alnus* woods. Dotted line indicates less extensive, often sporadic *Betula* (or *Alnus*) stands (Hämet-Ahti & Ahti 1969).

2.3 En del sentrale begreper

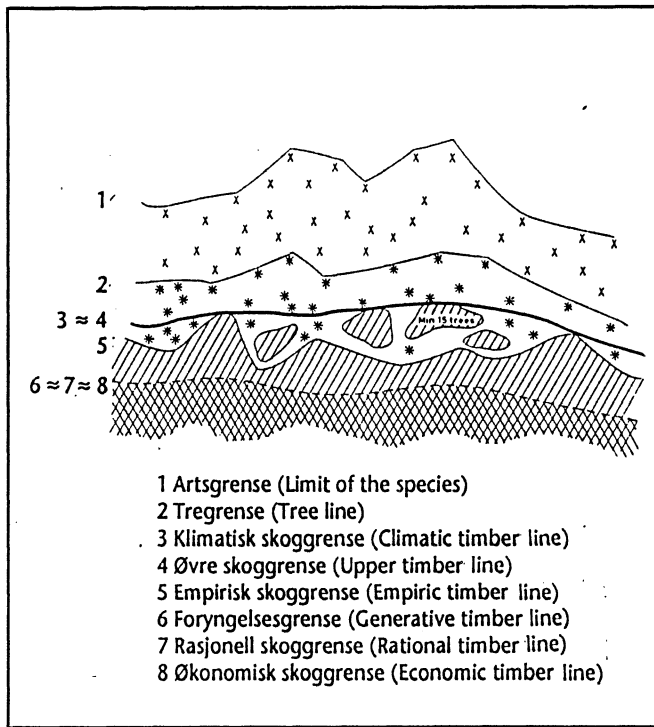
2.3.1 Skoggrensener og tregrensener

Grensa mot den alpine sonen (fjellet, snaufjellet) blir som regel trukket ut fra visse karakteristika ved de øvre trærne eller skogsbestandene, og det foreligger en rekke forslag til definisjoner på disse, se eksempler i figur 4 og 5, se også figur 1.

Historisk tre (skog-) grense: Vegetasjonshistoriske undersøkelser har vist at i tidligere tider gikk skoggrensene høyere enn i dag. Ut fra funn av trerøtter i myrer og tolking av pollenanalytiske undersøkelser kan en angi skoggrensener i ulike tidsepoker etter siste istid (Selsing & Wishman 1984, Aas & Faarlund 1988, Kullman 1988, Faarlund & Aas 1991a).

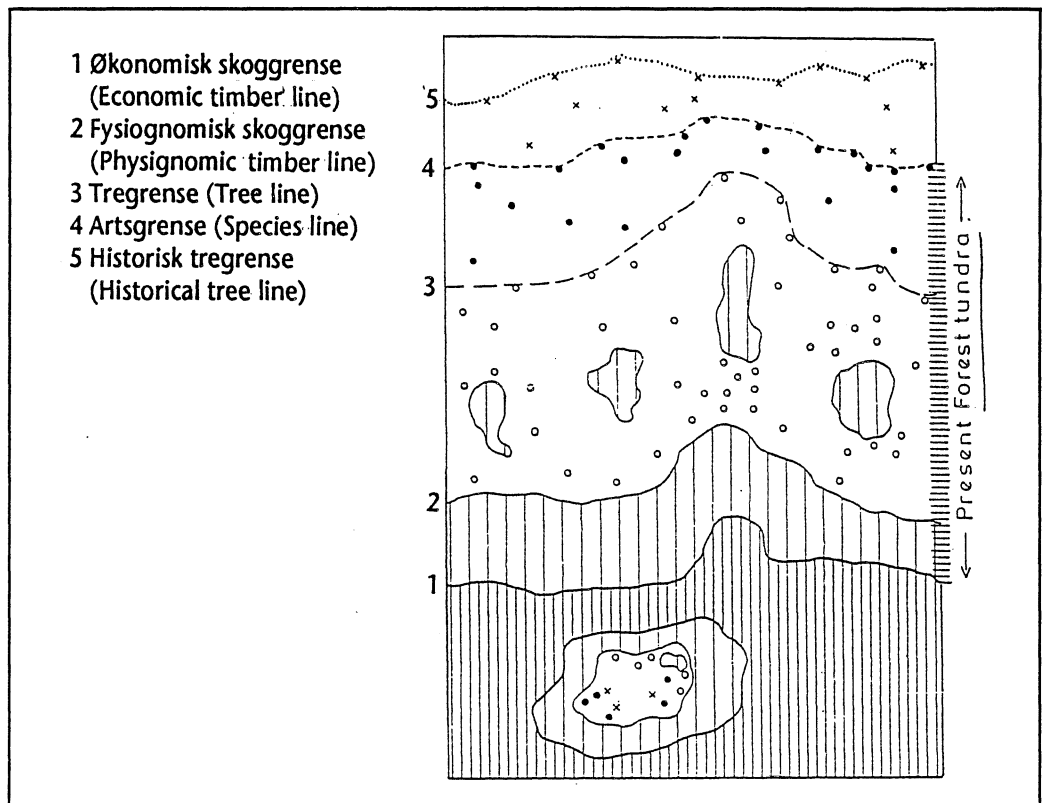
Artsgrense: Betegner øvre grense for frøplanter og små busker. Som angitt av bl.a. Nordhagen (1943) kan slike finnes langt oppe i lavalpin region. Slike forekomster vil dø ut etter at de har nådd en viss størrelse.

"Krummholzgrense": Enkelte steder kan det finnes et velutviklet belte med småvokst (mindre enn 2 m høye), flerstammet bjørkekratt (Krummholz). Forekomsten og utbredelsen av dette er lite kartlagt i Sør-Norge. Ve (1968) har målt forskjeller mellom skog-, tre- og buskgrensa i Sogn. Disse undersøkelsene viste at buskgrensa ikke uvanlig kunne nå ca 50 m over tregrensa, men som regel var forskjellen mindre. I Jostedalen er slike kratt vanlige mellom skoggrensa og tregrensa (Odland et al. 1989). Fenomenet er muligens først og fremst knyttet til kildehorisonter og kan derfor påtreffes lokalt i de fleste områder (H. Korsmo pers. medd.).



Figur 4 Skjematisk framstilling av ulike skoggrenser (Aas 1969). - Schematic presentation of different timber line (Aas 1969).

Figur 5 Skjematisk framstilling av ulike skoggrenser (Hustich 1966). - Schematic presentation of timber lines and tree lines (Hustich 1966).



Tregrense: Øvre grense for bjørketrær har vært mye benyttet som et skille mellom nordboreal og lavalpin region. Ulike kriterier for definisjon "tre" har imidlertid vært brukt. Resvoll-Holmsen (1928) setter grensa ved enstammete, mer enn mannshøye trær, mens Mork & Heiberg (1937) setter grensa ved 2,5 m høyde. De fleste har likevel satt grensa ved 2 m høye trær (Hämet-Ahti 1963, Kallio & Lehtonen 1973).

Fysiognomisk skoggrense: Det har vært foreslått en rekke definisjoner på "skog" eller "skogsbestand". Her skal bare refereres en del. Fries (1913): Med skog menes over mannshøye bjørketrær, som ikke er lengre fjernet fra hverandre enn at de fysiognomisk virker som et skogholt, og som økologisk påvirker bunnvegetasjonen ved skygge og løvfall. Mork & Heiberg (1937): Skoggrensa for bjørk er definert som det sted i fjellskogen der avstanden mellom trærne blir større enn 30 m. Trærne må være minst 3 m høye. Ording (1944): Skoggrensen er det sted hvor avstanden mellom de enkelte trær blir større enn 25 m. Tregrensen markeres på ethvert sted ved den øverste forekomst av treindivider. Et tre må

være minst 2,5 m høyt. Mindre eksemplarer regnes for busker uansett vekstformen. Kullman (1983): En skogsbestand er definert som en gruppe av minst 10 trær som alle er mer enn 2 m høye.

Skoggrensa defineres ofte som en teoretisk linje trukket mellom de øvre skogstungene eller isolerte bestander (Fries 1913, Resvoll-Holmsen 1918: 140, Nordhagen 1943: 18, Aas 1969: 120). Der makro- eller lokalklimaet er bestemmende for den øvre utbredelsen av skogen, ligger den **klimatiske skoggrensen** (Smith 1920). Ellers kan den være bestemt av edafiske, eller topografiske forhold eller kulturpåvirkning. I slike tilfeller kan (den empiriske) skoggrensen ligge langt under den klimatiske skoggrensen.

Som det framgår av tabell 1 kan høydeforskjellen mellom tre- og skoggrensa i et område variere. Tabellen viser at det i kontinentale områder er relativt liten forskjell mellom tre- og skoggrensa, mens det i mer humide strøk kan være over 50 m vertikalforskjell mellom disse grensene.

Tabell 1 Forskjeller mellom tre- og skoggrenser i ulike deler av Fennoskandia. - Altitudinal differences between tree line and timber line in different parts of Fennoscandia.

Område Area	Referanse Reference	Differeranse, m Difference, m
Sylane	Nordhagen (1928)	10-15
Sarek	Tengvall (1920)	25
Dovre	Resvoll-Holmsen (1920)	20
Rondane	Aas (1969)	13
Folldal	Resvoll-Holmsen (1920)	5
Hirkjølen	Mork (1968)	75
Tolga	Resvoll-Holmsen (1920)	41
Tolga	Aas (1969)	26
Røros	Resvoll-Holmsen (1920)	10
Singsås	Ouren (1961)	50
Arnafjord	Knaben (1950)	75
Vik i Sogn	Knaben (1950)	63
Eksingedal	Knaben (1950)	70
Årdal	Ve (1930)	24
Lærdal	Ve (1940)	25
Sogndal	Ve (1968)	35
Jostedal	Odland et al. (1989)	46
Jämtland	Kilander (1955)	10
Pite Lappmark	Wistrand (1981)	20
Finnish Lappland	Kalliola (1939)	20
Torneträsk	Sonesson & Lundberg (1974)	50
Handølan (vestvendt)	Kullman (1983)	36
Handølan (østvendt)	Kullman (1983)	54

Økonomisk skoggrense: Denne blir definert ut fra hvor reproduksjon etter hogst kan være truet (Hustich 1966, Aas 1969). Sammenfallende med denne er også "productive forest-line", "generative forest-line" og "rational forest-line" (Hustich 1966, Aas 1969).

2.3.2 Vegetasjonsregioner og vegetasjonsbelter

I relativt flate områder, som f.eks. Finland, ligger de plantegeografiske regionene langs en nord-sørgradient (Kalela 1961). I områder med store topografiske variasjoner er det vanlig å skille mellom horisontale og vertikale vegetasjonsgrenser. Ahti et al. (1968) benytter prefikset "oro" for å angi den vertikale utbredelsen av en utskilt "zone", f.eks. upper oro-

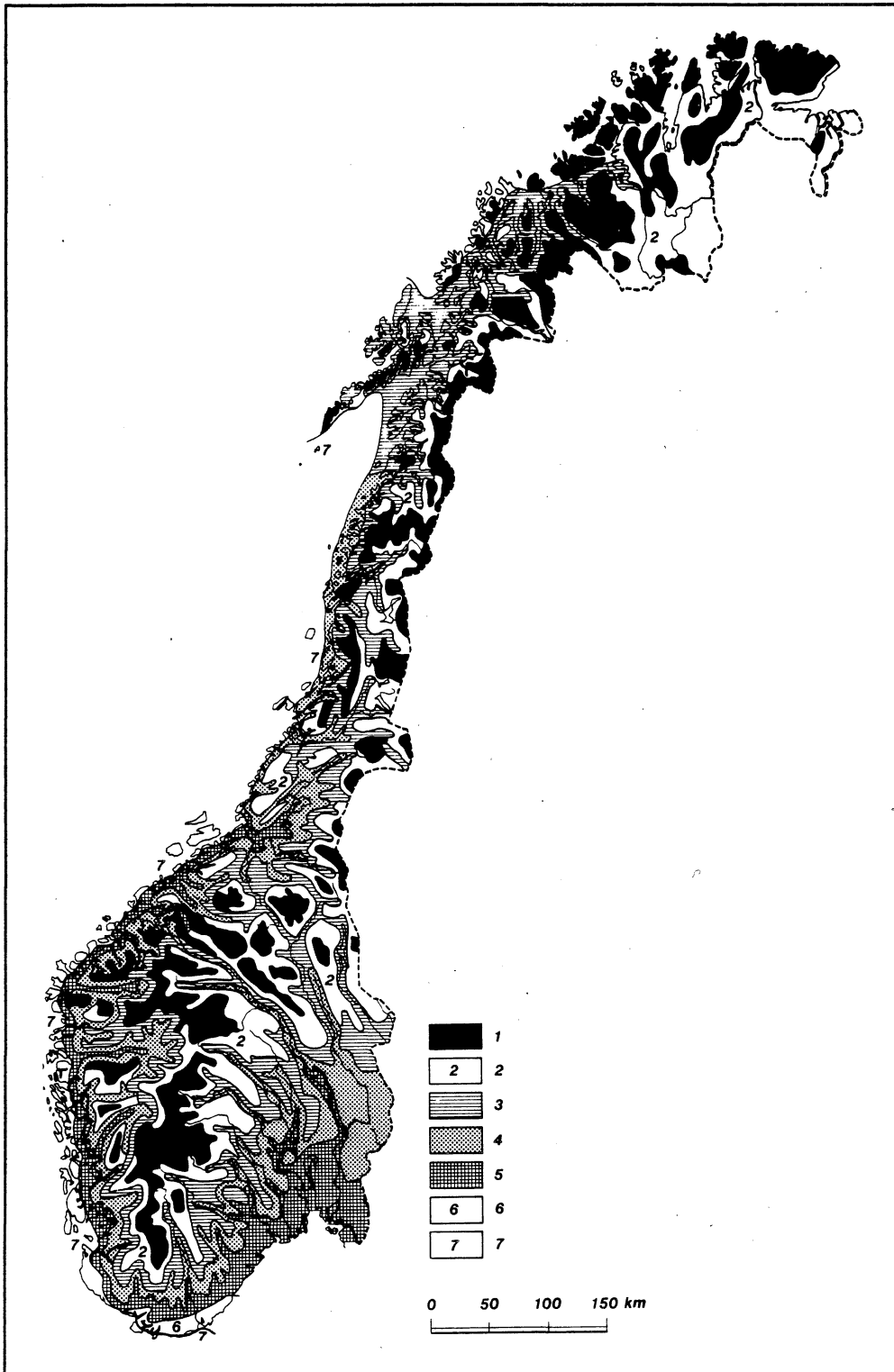
boreal = det øvre boreale beltet, dvs. den vertikale utstrekningen av den nordboreale regionen.

Det kan i mange tilfeller virke kunstig å skille mellom disse termene da de begge avspeiler klimagradienter. Ahti et al. (1968) skriver: "In actual fact, there is no basic difference between the horizontal zones and the vertical belts in the north, since their formation is essentially controlled by the same thermal factors". Dahl et al. (1986) bruker termen "region" om både horisontale og vertikale inndelinger.

Det foreligger en rekke forslag til regioninndelinger som omfatter Norge, sett i relasjon til Fennoskandia, Norden, Europa eller den nordlige halvkule, se figur 6. I det følgende (kap. 3) nyttes Dahl et al.'s (1986) og Moens (1987) regionbetegnelser, se figur 7.

Halvorsen & Bendiksen, the present paper	Kalela 1958, 1959, 1961, 1962	Ahti et al. 1968	Ahti et al. 1968	Vorren 1979a	Odland 1978, 1979, 1981a, 1982, Elven & Vorren 1980	Du Rietz 1964	Sjörs 1963
Telemark, SE Norway	Finland	Finland	Finnmark, N Norway	N Norway	W+N Norway	N Sweden	N Sweden
Upper boreal zone	Forest zone of Fjeld-Lappland	(Oro) Hemi-arctic zone	(Oro) Hemi-arctic zone	Hemiarctic zone HA	Subalpine zone	Sub-alpine birch forest subregion	Woodland-Tundra sub-zone
	Forest zone of Forest-Lapland	Upper boreal zone	Upper (oro-) boreal zone	Nothern boreal zone, northern part (NBn)		Pre-alpine conifer forest subregion	Sub-Arctic and Boreo-montane sub-zone + Sub-Alpine Birch Woodland belt
Middle boreal zone	Peräpohjola	Middle boreal zone	Middle (oro-)boreal zone	Nothern boreal zone, southern part (NBs)	Prealpine zone	Central coniferous forest subregion	Main Boreal sub-zone
	Pohjanmaa		Middle boreal zone	Middle boreal zone, northern part (MBn)		Myrica sub-region	

Figur 6 Sammenlikning av ulike vertikale vegetasjonsbelter i Fennoskandia beskrevet i forskjellige arbeider. Fra Økland & Bendiksen (1985). - Corresponding vegetation zones in different works from various parts of Fennoscandia. From Økland & Bendiksen (1985).



Figur 7 Vegetasjonsregioner i Norge. 1 = alpine regioner, 2 = nordboreal region, 3 = mellomboreal region, 4 = sørboreal region, 5 = boreo-nemoral region, 6 = nemoral region, 7 = kystseksjon (Moen 1987). - The vegetational regions of Norway (Moen 1987).

2.3.3 Vegetasjonsseksjoner

I oversikten over vegetasjonsregioner i Nordvest-Europa (Ahti et al. 1968) blir det lagt stor vekt på at det må skilles mellom ulike seksjoner innen hver av de regionene (zones) som beskrives. Seksjoner blir her definert på følgende måte: "ideal vegetation sections are the parts of vegetation zones that are distinguishable by those characters of the vegetation that are caused by the oceanity versus continentality of the climate". Regionene kan teoretisk inndeles i seksjoner fra hyperoseanisk (O3), euoseanisk (O2), suboseanisk (O1), indifferent (O-C) til svakt kontinentale (C1) områder (jf. Tuhkanen 1980). I Dahl et al. (1986) er seksjoner ikke angitt, med unntak av kystseksjonen der vegetasjonen på grunn av bl.a. langvarig kulturpåvirkning skiller seg sterkt ut fra de øvrige seksjonene. Et forslag til seksjonsinndeling av Norge er under utarbeidelse av A. Moen og A. Odland i regi av Statens kartverk, Nasjonalatlas for Norge.

I norsk sammenheng blir det ofte skilt mellom klimatisk vikariende samfunn, dvs. samfunn som edafisk og topografisk inntar samme nisje, men som på grunn av ulike klimaforhold får en annen floristisk sammensetning. For eksempel blir således Corno-Betuletum betraktet som vikarierende til Eu-Piceetum, og Melico-Betuletum til Melico-Piceetum (jf. Aune 1973).

3 Nordboreal region

Ahti et al. (1968) påpeker at vegetasjonsgrenser kan defineres ut fra 5 ulike kriterier: klimatiske, edafiske, floristiske, økologiske (biologiske) eller plantesosiologiske. Deres inndeling er basert på floristiske og plantesosiologiske kriterier, men de påpeker at det gjenstår mye detaljundersøkelser før grensene kan defineres med sikkerhet.

Når det gjelder de vertikale inndelingene av vegetasjonen er mye gjort i Norge, og det synes å herske stor enighet om prinsippene og hovedtrekkene i inndelingen. Sammenfattende oversikter med botaniske kriterier er laget av bl.a. Holten (1983b), Meyer & Skogen (1984) og Moen (1987). Deres arbeider danner grunnlag for regioninndelingen til Dahl et al. (1986). De skiller mellom tre underregioner innen den boreale regionen: sør-, mellom- og nordboreal region. "Fjellskogen" hører i sin helhet til nordboreal region.

Når det gjelder vegetasjonstyper, framheves at følgende plantesamfunn ikke skal opptre i nordboreal:

- Alno-Padion-samfunn (bregne- og høystaudedominererte gråorskoger) (Bendiksen & Halvorsen 1981, Odland 1981)
- Dicrano-Pinetum (Holten 1983b)
- Melico-Piceetum (Holten 1983b)

Grensen sammenfaller også stort sett med øvre grense for permanent jordbruk (Dahl 1979). Sjörs (1963) påpeker at denne grensen faller sammen med "the economic limit for artificial regeneration" som benyttes i skogbruket, og mener at den lave tilveksten og spredte vekst som er karakteristisk over denne grensen kan brukes som et skillekriterium mellom regionene. Kalela (1961), Kalliola (1973), sitert etter Økland & Bendiksen (1985), Elven & Vorren (1980) påpeker at en under nordboreal vanligvis har en sone med lavere artsdiversitet enn ovenfor.

Den øvre grensen for nordboreal region settes ved hjelp av isohypsene for den klimatiske skoggrensen. Noenlunde sammenfallende med den er også ifølge Holten (1983b) de øvre forekomstene av artene i **tabell 2**. Karakteristisk er også at mange fjellplanter (se **tabell 3**) opptrer i denne sonen mens de sjelden opptrer nedenfor.

Skillet mellom mellomboreal og nordboreal kan ifølge Holten (1983b) videre settes ved øvre grense

Tabell 2 Øvregrensen/nordgrensen (absoluttgrensen) for nordboreal følger utbredelsesgrensene for disse artene. De har gjerne en høydegrense i intervallet 1100-1350 m o.h. i Sør-Norge, og nordgrense i Troms eller Finmark (etter Holten 1983b). + angir kulturmarksarter. - Upper/northern limit (absolute limit) of the north boreal region follow the distribution limits of these species. Their altitude limits are between 1100 and 1350 m a.s.l. in South Norway, and northern limits are in Troms or Finnmark (after Holten 1983b) +: anthropochors.

skogburkne	<i>Athyrium filix-femina</i>
engkvein	<i>Agrostis capillaris</i>
jordbær	<i>Fragaria vesca</i>
fuglevikke	<i>Vicia cracca</i>
blåtopp	<i>Molinia caerulea</i>
trådstarr	<i>Carex lasiocarpa</i>
maiblom	<i>Maianthemum bifolium</i>
firblad	<i>Paris quadrifolia</i>
linnaea	<i>Linnaea borealis</i>
vanlig nattfiol	<i>Platanthera bifolia</i>
småtvblad	<i>Listera cordata</i>
gråor	<i>Alnus incana</i>
kildeurt	<i>Montia fontana</i>
engsmelle	<i>Silene vulgaris</i>
nyresoleie	<i>Ranunculus auricomus</i>
evjesoleie	<i>Ranunculus reptans</i>
bergskrinneblom	<i>Arabis hirsuta</i>
sumphaukeskjegg	<i>Crepis paludosa</i>
berggull	<i>Erysimum hieracifolium</i>
smalsoldogg	<i>Drosera anglica</i>
myrmjølke	<i>Epilobium palustre</i>
tusenblad	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
hesterumpe	<i>Hippuris vulgaris</i>
nikkevintergrønn	<i>Orthilia secunda</i>
snauveronika	<i>Veronica serpyllifolia</i> +
stormarimjelle	<i>Melampyrum pratense</i>
myrklegg	<i>Pedicularis palustris</i>
kvitmaure	<i>Galium boreale</i>
myrmaure	<i>Galium palustre</i>
rødkløver	<i>Trifolium pratense</i> +
kvitkløver	<i>Trifolium repens</i> +
stornesle	<i>Urtica dioica</i>
høymol	<i>Rumex longifolius</i> +
tungras	<i>Polygonum aviculare</i> +
meldestokk	<i>Chenopodium album</i> +
gjetertaske	<i>Capsella bursa-pastoris</i> +
bringebær	<i>Rubus idaeus</i>
blåkoll	<i>Prunella vulgaris</i> +

Tabell 3 Skillet mellom mellomboreal og nordboreal region er definert ved nedregrensen for en rekke "ekte" alpine arter med en relativt vid utbredelse i Skandinavia (etter Holten 1983b). - The border between the middle and the north boreal regions is drawn at the lower limit of a number of alpine species which are widely distributed in Scandinavia (after Holten 1983b).

rypebær	<i>Arctostaphylos alpinus</i> *
blålyng	<i>Phyllodoce caerulea</i>
greplyng	<i>Loiseleuria procumbens</i>
rabbesiv	<i>Juncus trifidus</i>
fjellstjerneblom	<i>Stellaria calycantha</i>
fjellminneblom	<i>Myosotis decumbens</i>
svarttopp	<i>Bartsia alpina</i>
trefingerurt	<i>Sibbaldia procumbens</i>
dverggråurt	<i>Gnaphalium supinum</i>
seterfrytle	<i>Luzula frigida</i>
trillingsiv	<i>Juncus triglumis</i>
svartstarr	<i>Carex atrata</i>
ullvier	<i>Salix lanata</i>
fjellkvann	<i>Angelica archangelica</i>
snøsildre	<i>Saxifraga nivalis</i>
dvergmjølke	<i>Epilobium anagallidifolium</i>
fjellkvein	<i>Agrostis mertensii</i>
stivstarr	<i>Carex bigelowii</i> *
tranestarr	<i>Carex adelostoma</i>
fjellstarr	<i>Carex norvegica</i>
bleikmyrklegg	<i>Pedicularis lapponica</i>
fjellfiol	<i>Viola biflora</i> **

* Finnes også i kystlynghei og i myrer i lavlandet. - Is also found in coastal heaths and on bogs in the lowlands.

** Går også ned i sørboreal gran- og gråorheggeskog. - Is also found in south boreal spruce and alder forests.

for arter i tabell 4. Se også Moen (1987) for kriterier for skiller mellom regionene.

Nordboreal danner nedre grense for flere vegetasjonstyper:

- Bjørkeskoger og vierkratt tilhørende *Lactucion alpinae* (Odland 1981)
- Naturlige finnskjegg (*Nardus stricta*)-samfunn (Holten 1983b)
- Blåbær-blålyng-samfunn med dvergbjørk (*Betula anana*) (Holten 1983b) tilhørende *Phyllodoce-Vaccinium myrtilli*.

Tabell 4 Arter med en svak sørlig utbredelse i Skandinavia og som skiller mellomboreal region fra nordboreal. Absolutt høydegrense i Sør-Norge for de fleste artene ligger ved 800-1100 m o.h., og nordgrensen ligger gjerne på strekningen Salten - Nord-Troms (etter Holten 1983b). - Species with a slightly southern distribution in Scandinavia separating the middle boreal region from the north boreal region. Absolute altitude limit in South Norway of most of the species is between 800 and 1100 m a.s.l.; their northern distribution limit is between Salten and Nord-Troms (after Holten 1983b).

trollurt	<i>Circaea alpina</i>
fingerstarr	<i>Carex digitata</i>
trollbær	<i>Actaea spicata</i>
hundegras	<i>Dactylis glomerata</i>
maurarve	<i>Moehringia trinervia</i>
einstape	<i>Pteridium aquilinum</i>
vårskrinneblom	<i>Arabidopsis thaliana</i>
stankstorkenebb	<i>Geranium robertianum</i>
smalkjempe	<i>Plantago lanceolata</i>
botnegras	<i>Lobelia dortmanna</i>
skogsvinerot	<i>Stachys sylvatica</i>
blankbakkestjerne	<i>Erigeron acer</i>
lintorskemunn	<i>Linaria vulgaris</i>
skogfiol	<i>Viola riviniana</i>
krattmjølke	<i>Epilobium montanum</i>
krustistel	<i>Carduus crispus</i>
rødknapp	<i>Knautia arvensis</i>
sølvmore	<i>Potentilla argentea</i>
stjernestarr	<i>Carex echinata</i>
furuvintergrønn	<i>Pyrola chlorantha</i>
åkermynte	<i>Mentha arvensis</i>
stortveblad	<i>Listera ovata</i>
sandarve	<i>Arenaria serpyllifolia</i>
svartburkne	<i>Asplenium trichomanes</i>
bråtestarr	<i>Carex pilulifera</i>
bleikstarr	<i>Carex pallescens</i>
myrtistel	<i>Cirsium palustre</i>
åkertistel	<i>Cirsium arvense</i>
gulmaure	<i>Galium verum</i>
brunrot	<i>Scrophularia nodosa</i>
burot	<i>Artemisia vulgaris</i>
gjeldkarve	<i>Pimpinella saxifraga</i>
snerprørkvein	<i>Calamagrostis arundinacea</i>
mannasøtgras	<i>Glyceria fluitans</i>
kvitmyrak	<i>Rhynchospora alba</i>
skogsvivaks	<i>Scirpus sylvaticus</i>
trollhegg	<i>Frangula alnus</i>
pors	<i>Myrica gale</i>
grønstarr	<i>Carex tumidicarpa</i>
blåknapp	<i>Succisa pratensis</i>

I kontinentale deler av Fennoskandia er det vanlig å skille mellom et fjellbjørkeskogsbelte og et fjellbarskogsbelte, men begge blir regnet som boreale (Zoller 1956, Kalela 1961, Sjörs 1963, 1965, 1967, Du Rietz 1964). Skillet mellom disse er ofte betraktet som en viktig plantegeografisk grense (Du Rietz 1925, 1930, 1950, 1964, Holmboe 1925, Kalela 1958, 1961).

I Norge er det i flere plantesosiologiske arbeider gitt omfattende beskrivelser av fjellskogenes floristiske sammensetning (Resvoll-Holmsen 1918, Nordhagen 1928, 1943, Mork & Heiberg 1937). Karakteristisk for både fjellbjørkeskogen og fjellbarskogen er at fjellplanter opptrer vanlig, i motsetning til i lavreliggende skoger (Frödin 1911, Bergström 1911, Du Rietz (1942), Nordhagen (1943)).

Skillet mellom fjellbjørkeskog og fjellbarskog. Kullman (1981b: 100) påpeker at det ikke alltid er enkelt å fastsette nedre grense for fjellbjørkeskog (det nordboreale/subalpine bjørkeskogsbeltet) siden barskogene sjelden har noen skarp øvre grense. Han påpeker at spredte grantrær under gunstige betingelser kan forekomme nesten opp til bjørkeskogs-grensa. I sin undersøkelse setter han nedre grense for fjellbjørkeskog ved øvre grense for furutrær som er over 2 m høye, og dette faller bra sammen med øvre grense for grantrær som er mer enn 10 m høye. Lavere grantrær kan gå nesten til bjørkas tregrense.

3.1 Fjellbjørkeskog

Fjellbjørkeskogen betegnes også ofte som den "subalpine bjørkeskogen" eller det "subalpine bjørkeskogsbeltet". Om fjellbjørkeskogen skriver Sjörs (1967: 132): "Utbildningen av ett björkskogs-bälte närmast skogsgränsen är över huvud en (nordligt) oceanisk företeelse och förekommer utom Skanderna blott på Kolahalvön och några andra ställen i Sovjetunionen, på Sydvästgrönland (i mycket gynnat läge) samt särskilt förr på Island (och möjligen i västra Skottland, ehuru nästan all björkskog och den mesta ursprungliga tallskogen där ödelagts genom beiting av tamdjur och vilt; granen saknas). I övrigt bildas skogen gräns av barrträd såväl mot den arktiska tundran som mot de alpina kalregionerna i de flesta av norra halvklottets bergskedjor".

I motsetning til de fleste betrakter Hustich (1953, 1960, 1966) fjellbjørkeskogen i Fennoskandia som en subarktisk fortsettelse av skogstundraen i Nord-Russland, og skiller den således fra de boreale barskogene.

Flere har påpekt at den vertikale utbredelsen av fjellbjørkeskogen varierer sterkt, fra 50 m til flere hundre meter, og at dette henger sammen med graden av oseanisk påvirkning (Regel 1952, Hare 1954, Zoller 1956, Hämet-Ahti 1963, Sjörs 1963, 1967, 1971, Ahti et al. 1968, Hämet-Ahti & Ahti 1969). Snødekkets varighet er trolig den viktigste faktoren for utviklingen av en fjellbjørkeskog. Kullman (1976) har likevel påpekt at det lokalt kan finnes velutviklede fjellbjørkeskoger i kontinentalt klima.

3.2 Fjellbarskog

I følge Sjörs (1963) er de øvre og nordligste barskogene i Fennoskandia av subarktisk type, karakterisert ved trærnes spredte forekomst og liten vekst. Den nedre grensen for dette beltet følger i hovedtrekk " - the economic limit for artificial regeneration, skogsodlingsgrensen" slik den er trukket av Höjer (1954). Det er beskrevet som "pre-alpine conifer sub-region" (Du Rietz 1942, 1950, 1952), "Upper sub-region of the northern coniferous forest region" (Sjörs 1950, 1956) eller "prealpina bättet, fjällblandskogsbeltet" (Wistrand 1962). Du Rietz (1964) karakteriserte fjellskogen på følgende måte: "Barrskogsregionens siste underregion, fjällbarrskogsregionen, skiljer sig från den centralnorrländska barrskogsregionen mest påtagligt genom att granarne och tallarne vanligen står glesare, resade sig som ett övre trädsjikt över ett tätare undersjikt av björkar, som åtminstone står fjällbjörken nära. Gråvidesnåren (mestadels av *Salix lapponum*, och *S. glauca*) har ökad i frekvens, och detsamma gäller innslaget av fjällväxter överhuvudtaget, både vad antal och individantal beträffar. Å andra sidan har, som redan nämnts, åtskilliga av den centralnorrländska barrskogsregionen arter försvunnit. Några östliga arter med vidsträkt utbredning och hög frekvens i den centralnorrländska barrskogsregionen saknas västerut i stora delar av fjällbarskogsregionen, främst *Carex globularis*, *Salix myrtilloides* och *Ledum palustre*, men kan österut stiga upp även i denna region".

Fjellbarskogene i de østligste delene av Norge viser store floristiske likheter med de svenske, men i

tillegg har vi en del oseanisk påvirkete skoger med en artssammensetning som skiller seg sterkt fra de svenske. De karakteriseres ved et jevnt innslag av kystplanter, og ofte stort innslag av bregner. Disse finnes vesentlig fra Trøndelag og nordover Helgelandskysten.

Østnorske fjellbarskoger er bl.a. beskrevet av Haug (1970) og Kielland-Lund (1981b), og mer oseanisk påvirkete skoger er beskrevet av bl.a. Moen et al. (1976), Aune & Kjærem (1977), B.F. Moen (1978) og Holten (1982, 1983a).

3.3 Klimatiske seksjoner innen fjellskogene

Nordhagen (1943) påpeker sterkt de klare floristiske forskjellene i fjell- og fjellskogsvegetasjonen i de ulike landsdelene, og at dette henger sammen med ulike klimatiske forhold. Når det gjelder skoger av blåbærtypen (Nordhagen 1943: 168) påpekes at en må skille mellom en kontinental, en suboseanisk og en ekte oseanisk facies. Den siste karakteriseres ved innslag av arter som kystkransmose (*Rhytidiadelphus loreus*), bjønnkam (*Blechnum spicant*), blåtopp (*Molinia caerulea*) og smørtelg (*Thelypteris limbosperma*).

Innen fjellskogens høystaudevegetasjon (Nordhagen 1943: 359) skilles mellom en euskandinavisk facies (med tyrihjelms (*Aconitum septentrionale*) og kvitsoleie (*Ranunculus plataniifolius*) i tallrike varianter og modifikasjoner langs Langfjellene og Kjølén opp gjennom Nordland til den sørlige del av Troms, hvor den forlater innlandet. Her erstattes den av den subpolare facies med konstant ballblom (*Trollius europaeus*), men uten tyrihjelms og kvitsoleie.

Fra de nordlige delene av Fennoskandia foreligger det gode beskrivelser av ulike seksjoner som fra ytre Troms og Finnmark og sørover til indre Finland viser markerte gradienter fra sterkt oseaniske seksjoner (O3-O2) til kontinentale (C1) seksjoner (Hämet-Ahti 1963, Haapasaari 1988).

Viktige bidrag til å klarlegge klimatiske gradienter i vestnorsk fjellskog er gitt av Rodvelt (1983) som viser at det skjer markerte floristiske endringer langs en klimagrader fra Raundalen i Voss til Flåmsdalen.

Beskrivelser av fjellskogsvegetasjon i kontinentale områder (Nordhagen 1943, Haug 1970, Kielland-Lund 1981b) og i oseanisk strøk, Malme 1971, Aune 1973, Kummen 1977, Sekse 1981, Odland 1981) indikerer tydelig de floristiske og økologiske forskjellene mellom disse. Fjellskogene fra Nord-Trøndelag og nordover (Nordhagen 1928, Skogen 1972, Moen et al. 1976, Holten 1982, 1983b, Aune & Kjærem 1977 m. fl.) synes å indikere at de er mest beslektet med de som finnes i Vest-Norge, selv om granskoger er viktige i Trøndelag.

Nedenfor blir det gitt en beskrivelse av viktige forskjeller mellom ulike klimatiske seksjoner innen fjellskogene. Både utbredelsen av vegetasjonstyper (Fremstad & Elven 1987) og arter danner grunnlaget for inndelingen. Tabell 5 viser en skjematisk oversikt over fjellskogstyper og deres utbredelse i ulike seksjoner. Innen seksjonene er det noen typer som bare finnes i de nordlige delene av seksjonen, angitt (N).

Kystseksjonens fjellskog. De vestligste områdene av Vestlandet er av flere skilt ut som en egen region, adskilt fra den boreale barskogsregionen, se figur 7. Denne kystseksjonen sensu Dahl et al. (1986) blir betraktet som en hyperoseanisk utpost (seksjon, variant) av den tempererte sonen (Ahti et al. 1968) eller den nemorale sonen (Regel 1952, Hustich 1960). Se også "atlantische Eichen-Birken-Heidekraut Region" (Zoller 1956), "north atlantic pine-birch woodland and heath region" (Sjörs 1963).

Innen kystseksjonen er det ikke mulig å skille ut noen "nordboreal" skogsvegetasjon karakterisert ved innslag av alpine arter slik en finner lengre øst (Kummen 1977, Huseby & Odland 1981). I stedet er en rekke kystplanter og lavlandsarter vanlige i skogene ved skoggrensen. Flere oseaniske arter når sine høydegrensene i kystfjellene, og gir de høyere-liggende skogene her karakteristiske trekk. Eksempel på slike oseaniske arter er storfrytle (*Luzula sylvatica*), heistarr (*Carex binervis*), kystbjønnskjegg

Tabell 5 Fordeling av fjellskogstyper i Norge i de ulike klimatiske seksjonene av nordboreal region, etter Fremstad & Elven (1987). - Distribution of different vegetation types in sections of the north region within Norway, according to Fremstad & Elven (1987).

Vegetasjonstype - Vegetation type	Seksjon - Section			
	O3/O2	O1	O-C	C1
A1a Lav-furuskog				+
A1b Lav-bjørkeskog				+
A2b Tyttebær-fjellkreklingsskog			(N)	+
A3a Røsslyng-blokkebærskog, innlandstype		(N)	+	+
A3b Røsslyng-blokkebærskog, fjellskogstype	+	+	+	
A3d Røsslyng-blokkebærskog, fuktskogstype	+	+		
A4b Blåbærskog, skrubbærtype	+	+	+	
A4c Blåbærskog, fjellkreklingstype	+	+	+	+
A4d Blåbærskog, finnskjeggttype			+	+
A5c Småbregneskog, fjellskogstype	+	+	+	
C1c Storbregneskog, fjellskogstype	+	+	+	
C2a Høgstaude-fjellbjørkeskog	+	+	+	+
C2b Lågurt-fjellbjørkeskog	+	+	+	+
C2c Høgstaudegranskog	(N)	(N)	(N)	+
K1a Skog på fattigmyr	+	+	+	+
L1a Skog på intermediær myr	+	+	+	+

(*Scirpus cespitosus* ssp. *germanicus*), heisiv (*Juncus squarrosus*), poselyng (*Erica tetralix*), rome (*Narthecium ossifragum*), junkerbregne (*Polystichum braunii*) og loppestarr (*Carex pulicaris*). I bunnskiktet inngår en del kystbundne moser ofte i store mengder: *Plagiothecium undulatum*, *Bazzania tricrenata*, *Rhytidiadelphus loreus*, *Diplophyllum albicans*, *Mylia taylorii*, *Mnium hornum*, *Sphagnum strictum*, *Leucobryum glaucum*, *Hookeria lucens*, *Campylopus atrovirens*. Karakteristisk er også fraværet av en rekke fjellplanter som lappvier (*Salix lapponum*), sølvvier (*S. glauca*), ullvier (*S. lanata*), setergråurt (*Gnaphalium norvegicum*), fjelltimotei (*Phleum alpinum*), blålyng (*Phyllodoce caerulea*) og bleikmyrklegg (*Pedicularis lapponica*).

Dierssen & Dierssen (1982), som beskriver likheter og forskjeller mellom ulike furuskogstyper i Nord-Europa, påpeker at de vestnorske furuskogene (Erico tetralici-Pinetum) finnes igjen i de vestlige delene av England, mens samfunnet *Oxycocco quadripetali*-Pinetum bare finnes i indre deler av Vestlandet og videre nordøstover i Skandinavia.

O3/O2-seksjon av fjellskog (hyperoseanisk/euoseanisk seksjon). De mest oseaniske boreale fjellskogene (utenom kystseksjonens) finnes i et belte langs kysten fra Rogaland og oppover Helgelandskysten. Karakteristisk for disse er et stort innslag av kystplanter og et velutviklet bunnskikt dominert av moser. Humiditetskrevede arter som bjønnekam (*Blechnum spicant*), smørtelg (*Thelypteris limbosperma*), fjellburkne (*Athyrium distentifolium*), og skrubber (*Cornus suecica*) utgjør viktige, dominerende innslag i fjellskogene. På Vestlandet dominerer bjørk, men i en del områder finnes også relativt store fjellskoger med furu.

I Trøndelag og Helgeland finnes områder med sterkt oseanisk påvirket granskog. Slik vegetasjon er unik i europeisk sammenheng da grana ellers er knyttet til mer kontinentale områder.

Forekomst av en del lavararter som bare er kjent fra oseaniske barskoger i Trøndelag og vestkysten av Canada viser at disse utgjør spesielle naturtyper (T. Tønsberg pers. medd.).

Trolig bør det skilles mellom O3- og O2-seksjonene, men det foreligger enda for lite data til å gjøre dette.

O1-seksjon av fjellskog (suboseanisk seksjon). Denne seksjonen består av noe mindre oseanisk

påvirkete områder, og de karakteriseres ved lavere vintertemperaturer enn det en finner i O3/O2-seksjonen. Grensen mellom disse seksjonene blir gjerne trukket ved den vestlige utbredelsesgrensen for tyrihjelm (*Aconitum septentrionale*). I disse fjellskogene opptrer også en del planter som krever relativt høy humiditet, jf. O3/O2, men i tillegg er mer østlige arter som tyrihjelm (*Aconitum septentrionale*) og blålyng (*Phyllodoce caerulea*) vanlige. De euoseaniske artene mangler helt i denne seksjonen.

O-C-seksjon av fjellskog (indifferent seksjon). Fjellskogene i denne seksjonen mangler helt humidifile kystplanter. I bunnskiktet i disse skogene er lavararter ofte viktigere enn moser og ofte helt dominerende. Av karplanter er en del kontinentale arter som bleikmyrklegg (*Pedicularis lapponica*), dvergbjørk (*Betula nana*) og sauesvingel (*Festuca ovina*) karakteristiske trekk. På Vestlandet finnes seksjonen bare i de indre fjordstrøkene i Sogn.

C-seksjon av fjellskog. De mest kontinentale områdene i Norge er skilt ut som en egen seksjon. De karakteriseres ved liten nedbør (ofte under 500 mm årlig), og en humiditet under 40 (Odland 1987). Karakteristisk i denne seksjonen er at barskogene ofte danner skoggrensa. Bjørk inngår spredt i barskogene, og et velutviklet fjellbjørkeskogsbelte mangler ofte (Krogsrud 1983).

Resvoll-Holmsen (1918) gir detaljerte beskrivelser av ulike typer kontinentale fjellskoger i Norge. Hun skiller ut følgende typer: lavdominert furuskog, moserik furuskog, furuskog på myr, lavrik bjørkeskog, moserik bjørkeskog, urterik bjørkeskog, grasrik bjørkeskog, bjørkeskog på myr, moserik granskog og urterik granskog. Kontinentale fjellskogstyper er også beskrevet av Haug (1970) og Kielland-Lund (1981b). De kontinentale fjellskogene på skrint jordsmonn karakteriseres ved dominans av lav- og lyngarter, mens urter spiller en liten rolle. Mosene er også vanligvis sparsomme. I de urterike skogene er mange fjellplanter vanlige. Stedvis inngår kontinentale arter som bleikmyrklegg (*Pedicularis lapponica*) og sauesvingel (*Festuca ovina*), i de rike typene dalfiol (*Viola selkirkii*), gulmelt (*Astragalus frigidus*) og fjellok (*Cystopteris montana*).

3.4 Den vertikale utstrekningen av fjellskog i Sør-Norge

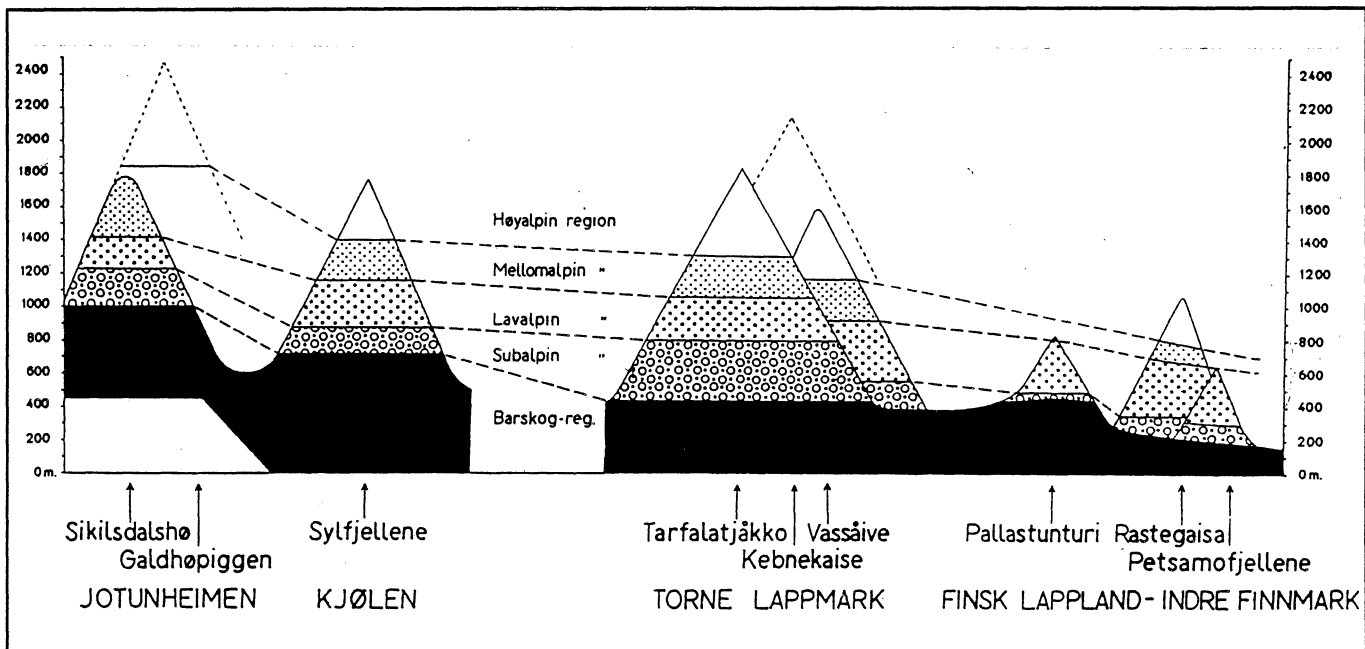
Figur 8 viser vegetasjonsregioner og deres variasjon fra de sentrale delene av Sør-Norge (Sikilsdalen) og nordover til Finnmark (Nordhagen 1943). Utstrekningen av nordboreal (betegnet "subalpin" på figur 8) er i Midt-Norge kartlagt av Moen (1987). I de vestligste områdene finnes denne mellom 200-300 m og 400-500 m, en vertikal utstrekning på 150-200 m. Det øker sin vertikale utstrekning østover, og finnes ved Oppdal i et 350 m bredt belte. Meyer & Skogen (1984) avgrensner nordboreal til mellom 400 og 500 m o.h. i ytre Sogn, mens den i indre fjordstrøk finnes vesentlig mellom 700 og 1000 m o.h.

Dersom en benytter de kriteriene som er nevnt ovenfor til avgrensning av nordboreal, varierer mektigheten av "fjellbarskogsbeltet", det vil si barskoger tilhørende nordboreal, fra rundt 150 m i nord til over 200 m i sentrale fjellstrøk. I hele landet minker deres vertikale utstrekning sterkt mot vest. Denne avgrensningen samsvarer med den "hasardgrensen" som er definert i Sverige, se figur 17 og 18,

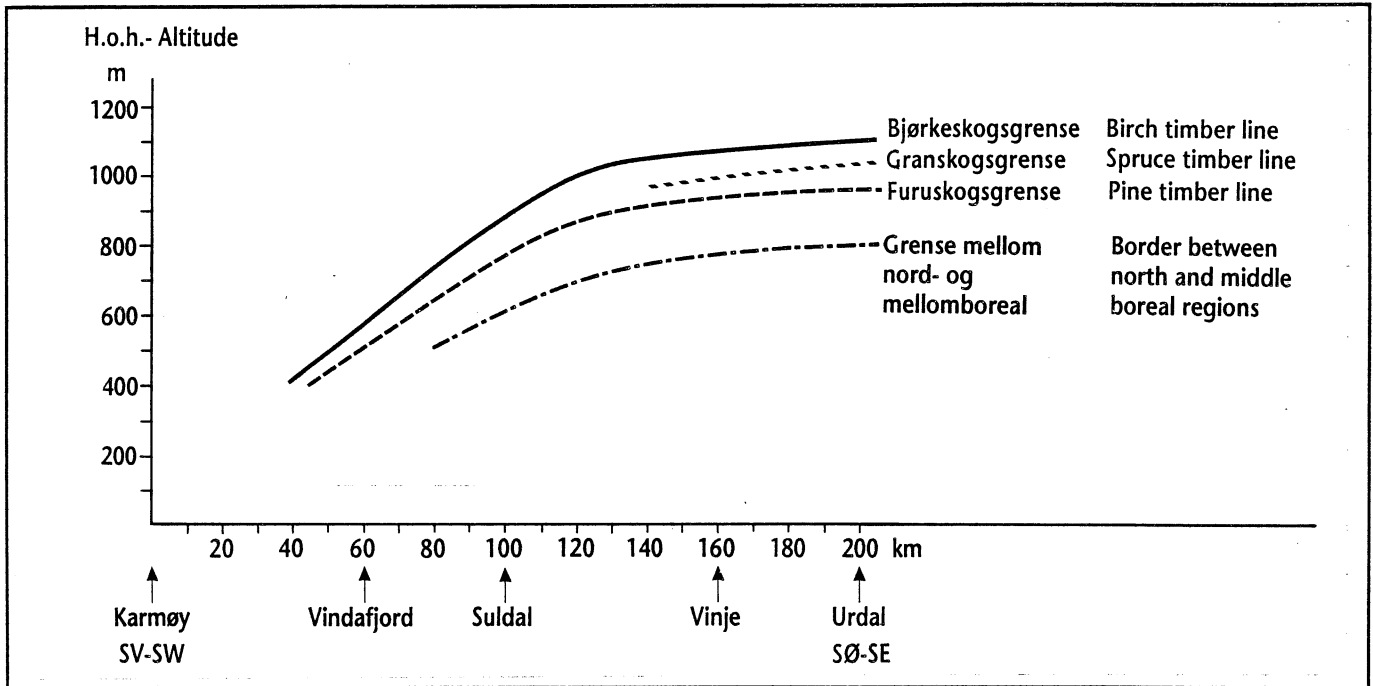
og som svenske forskere mener bør utgjøre et område der det ikke skal drives hogst.

Det har lenge vært kjent at bjørkeskogene i nordboreal har sin største vertikale utstrekning på Vestlandet. Dette skyldes at granskoger mangler og at furuskogene på grunn av langvarig snødekke, eller topografiske forhold (f.eks. rasmark, skrenter, stup) (Knaben 1950) mangler. I de midtre og indre delene av Vestlandet er det ikke uvanlig å finne et nordborealt bjørkeskogsbelte med en vertikal utstrekning på 400 m, som er det høyeste i Fennoskandia.

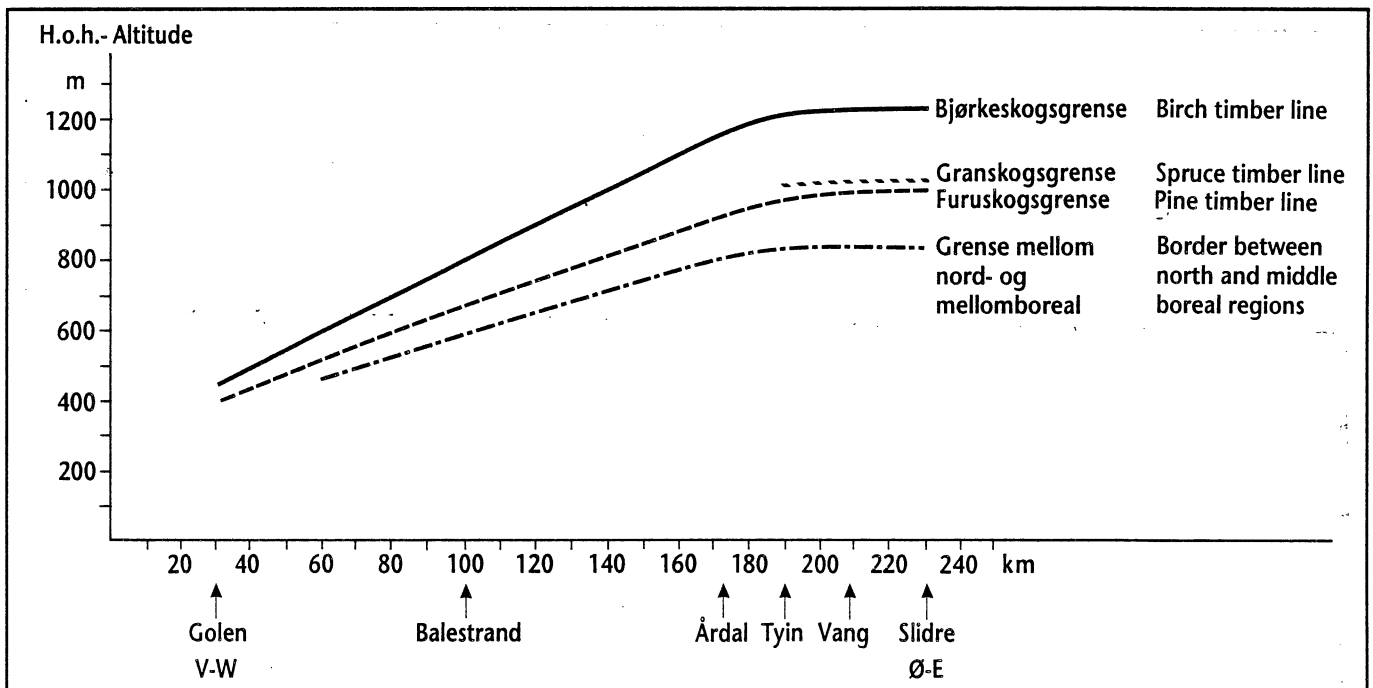
Senere undersøkelser har imidlertid vist at det også avtar vestover. På kystfjellene går furuskogene nesten like høyt som bjørkeskogen, og mange steder kan et bjørkebelte over furuskogen mangle helt (jf. Ekrheim 1935, Tollan 1937, Robak 1960, Huseby & Odland 1981), fordi fjellene ikke er høye nok. Figur 9-11 viser vertikale snitt fra vest mot øst, med angivelse av høydegrensene for tre- og skogsbestander av bjørk, furu, gran og gråor.



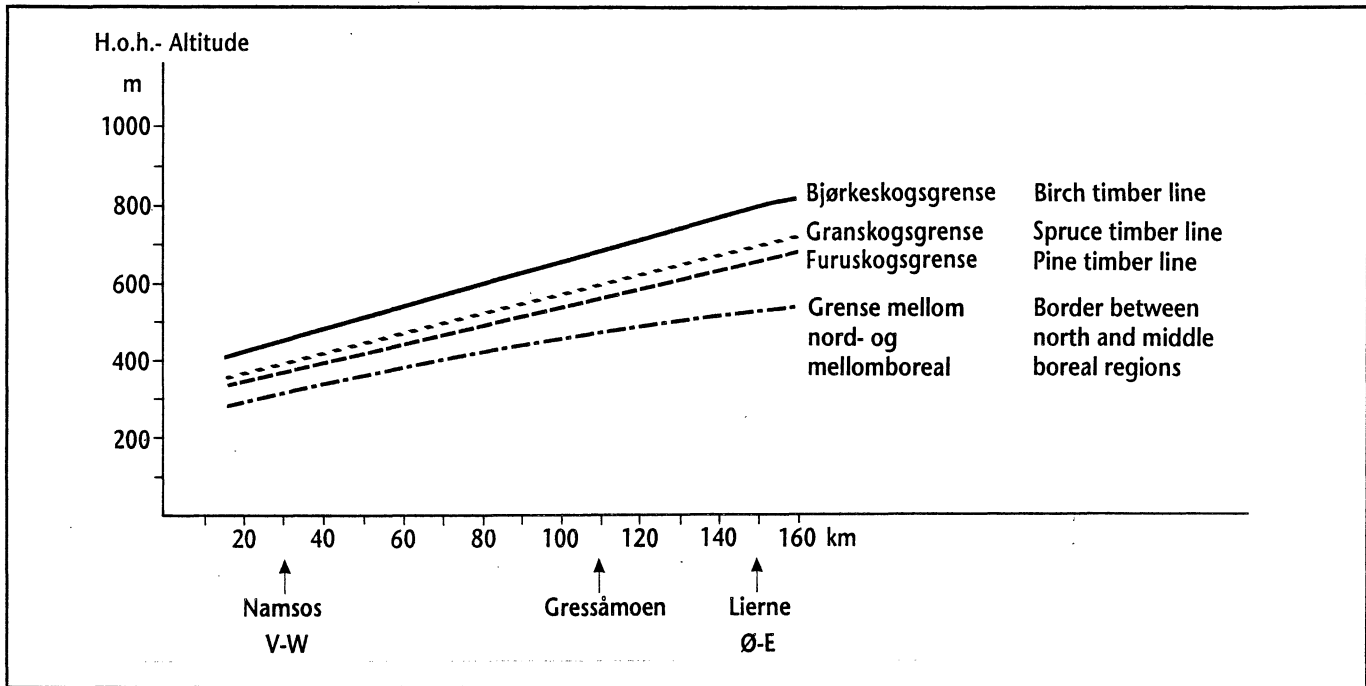
Figur 8 Diagram over vegetasjonsregionene og deres forløp fra Sikilsdalen i sør til Sylene i Sør-Trøndelag og videre til Indre Finnmark. Fra Nordhagen (1943). - Diagram showing the vegetation regions in a transect from Sikilsdalen in central South Norway to Sylene in Sør-Trøndelag and further north to Lappland and the northernmost coast of Norway. From Nordhagen (1943).



Figur 9 Skjematisk framstilling av bjørk-, gran- og furuskogenes øvre grense og den nedre grensen for boreal vegetasjonsregion i et transekt fra Rogalandkysten og nordøstover til Uvdal i Telemark. - Schematic presentation of the birch (*Betula pubescens*), spruce (*Picea abies*) and pine (*Pinus sylvestris*) timber lines and the lower limit of the north boreal region in a transect from the coast of Rogaland (SW Norway) in a northeastern direction to Uvdal (central S Norway).



Figur 10 Skjematisk framstilling av bjørk-, gran- og furuskogenes øvre grense og den nedre grensen for nordboreal region i et transekt fra ytre Sogn og østover til Slidre. - Schematic presentation of the birch (*Betula pubescens*), spruce (*Picea abies*) and pine (*Pinus sylvestris*) timber lines and the lower limit of the north boreal region in a transect from the coast of Sogn (W Norway) in a eastern direction to Slidre (S Norway).



Figur 11 Skjematisk framstilling av bjørk-, gran- og furuskogenes øvre grense og den nedre grensen for nordboreal region i et transekt fra Namsos og østover til Lierne. - Schematic presentation of the birch (*Betula pubescens*), spruce (*Picea abies*) and pine (*Pinus sylvestris*) timber lines and the lower limit of the north boreal region in a transect from Namsos in a eastern direction to Lierne, north Central Norway.

3.5 Andre natur- og vegetasjonstyper som finnes i tilknytning til fjellskog

I vegetasjonsregionene beskrevet ovenfor finnes selvsagt ikke bare skogssamfunn. Karakteristisk for områdene opp mot skoggrensa er mosaikken av natur- og vegetasjonstyper, og biologisk sett kan således ikke skogene i nordboreal skilles fra de tilgrensende naturtypene da det i stor grad skjer et samspill og utveksling av arter mellom dem. Mest karakteristisk er det at en mange steder opp mot skoggrensa får et økende areal av myr og våtmark. I områder med ugunstige klimatiske forhold og brutt topografi er alpine plantesamfunn vanlige i skoggrenseområdet. Der snøen ligger lenge, utvikles treløse hei- og engsamfunn, og der det er sterkt vindpress, holdes også skogen borte. Vierkratt og dvergbjørkkatt i mosaikk med skogssamfunn er kanskje det mest særpregete trekket for vegetasjonen i nordboreal, og som skiller denne fra lavereliggende områder.

3.6 Sammenhengen mellom "fjellskog" og de botanisk definerte vegetasjonsbeltene i skoggrenseområdet

Det framgår av diskusjonen foran at det er store regionale forskjeller mellom skogstypene i ulike høydesoner, og mellom de ulike delene av landet. "Fjellskog" sier bare at det dreier seg om en skog som grenser opp mot et skogløst landskap, men om de utgjør en klimatisk skoggrense eller hvordan den er utformet i artssammensetning og plantesamfunn er ikke klarlagt. "Fjellskog" kan derfor bare betraktes som et geografisk begrep som ikke uten videre kan tillegges spesielle biologiske eller økologiske karakteristika.

I en biologisk sammenheng er det viktig å klargjøre om "fjellskogen" danner en klimatisk skoggrense i det aktuelle området eller om den ligger i et område hvor skoggrensa av ulike årsaker er presset nedover (topografiske årsaker eller kulturpåvirkning). Store skogsområder i Sør-Norge ligger av topografiske

årsaker ikke i nordboreal, da fjellene ikke er høye nok til at skogen når sin klimatiske skoggrense.

I det følgende benyttes her "fjellskog" bare om de skogsområdene som ligger like under den klimatiske skoggrensen. De tilhører nordboreal region eller det øvre skogsbeltet innen kystseksjonen.

4 Klimaets betydning for skogens vekst og utbredelse mot snau-fjellet

Skogforskere og botanikere har lenge diskutert hvilke faktorer som er avgjørende for de alpine og polare skoggrensene. Med de store forskjeller i treslag og økologiske forhold mellom kontinentene er det en rekke faktorer som kan virke inn.

Sommertemperaturene er helt avgjørende for vekst og utvikling av "modne skudd" og frø. Ikke "modne skudd" dør av frost eller frosttørke om vinteren (Michaelis 1934a, b). Temperaturforholdene er også avgjørende for CO₂-budsjettet. Ved for lave temperaturer blir det for lite assimilasjonsoverskudd til å danne nye organer, (se Tranquillini 1979). **Tabell 6** viser varmekrav for vekst og frømodning hos gran, furu og bjørk. **Undersøkelser** (Mork 1968) viser at spesielt furu og gran blomstrer sjelden i fjellskogene. Veksttidens lengde vil sammen med temperaturforløpet bestemme varmemengden. En bestemt varmemengde kan fremkomme ved lang veksttid med relativt lave temperaturer eller kort veksttid med høye temperaturer. I det første tilfellet ser det ut til at lauvtre begunstiges, i det andre vil bartre ha en fordel (Kielland-Lund 1981a). På Hirkjølen fant Mork (1968) at bjørka måtte ha en vegetasjonsperiode på 109 døgn for å bli skogdannende, og grana 112 døgn på å bli treformet.

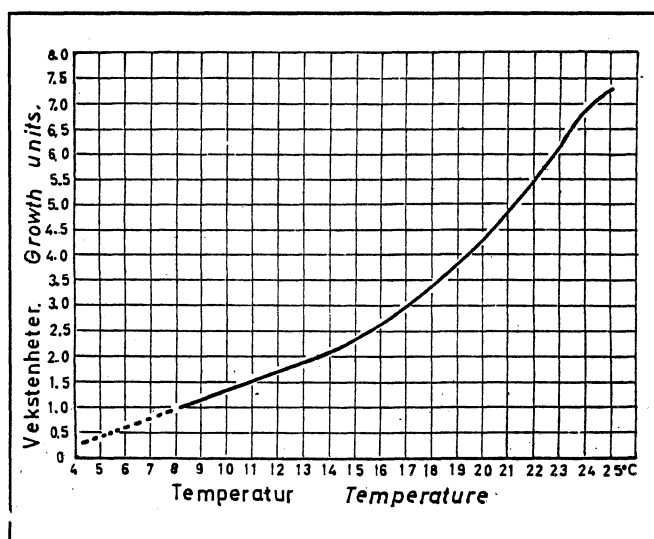
Da forholdet mellom temperatur og vekst ikke er rettlinjert, men har økende effekt i et visst område (for gran fra ca 14 til 23 °C) innførte Mork (1944) sine vekstenheter. Vekstenhetene kan leses ut av kurven for sammenhengen mellom temperatur og toppskuddvekst hos gran, se **figur 12**. En vekstenhet er varmeeffekten når middeltemperaturen for de 6 varmeste timer i døgnet er 8 °C. Senere har Dahl & Mork (1959) vist at en ved å bruke respirasjonsekvivalenter for gran kan oppnå et enda bedre uttrykk for sammenhengen mellom temperatur og granas toppskuddvekst.

Blomstringsinduksjonen er betinget av karbohydratoverskudd, noe som igjen er betinget av gunstige klimaforhold.

Mangel på frø og problemer med frømodning er en viktig årsak til barskogens uttynning mot fjellet. For det første blomstrer bartrærne sjelden og setter få kongler i fjellskogen. For det andre krever de temperaturer langt over det normale i fjellskogen

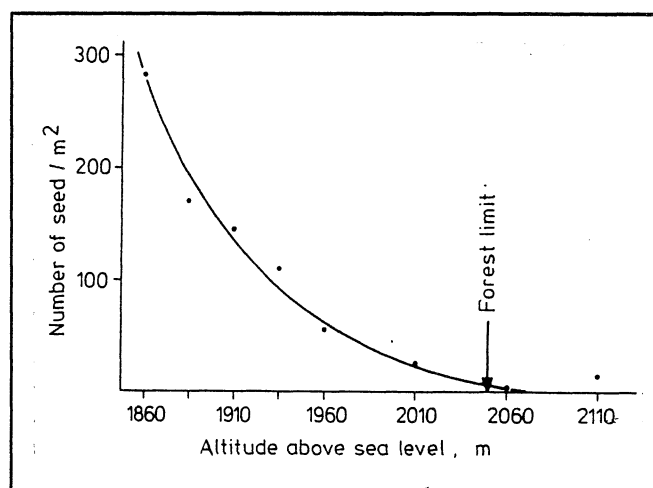
Tabell 6 Varmekrav for vekst og frømodning hos gran, furu og bjørk. Etter Kielland-Lund (1981b). - Temperature requirements for growth and maturation of seeds of spruce, pine and birch. After Kielland-Lund (1981b).

	Gran Spruce	Furu Pine	Bjørk Birch
Tetratermkrav for vekst, °C	8,4	8,4	7,5
Tetratermkrav frømodning, °C	9,5	9,5-10,5	(7,5)
Vekstenhetskrav for vekst	240	(240)	219
Vekstenhetskrav frømodning	280-300	310	200



Figur 12 Sammenhengen mellom temperatur, vekstenheter og toppskuddvekst hos gran på Hirkjølen (Mork 1944). - The relation between temperature, growth units and growth of spruce (*Picea abies*) at Hirkjølen, South Norway (Mork 1944).

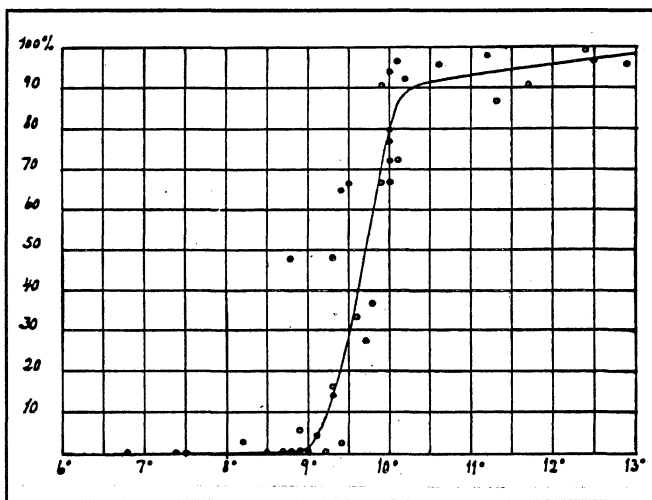
for ordentlig frømodning, se figur 13, 14 og tabell 7. I mange områder hos oss er barskogsgrensa en foryngelsesgrense (jf. Fægri 1972, Kullman 1976). Enkelttrær av gran og furu i bjørkebeltet har ofte en utmerket vekst. Det er utført mange undersøkelser som viser at frøproduksjonen avtar mot fjellet og mot nord (se f.eks. Bonnevie-Svendsen & Skokle-fald 1965, Simak 1974). Det ser også ut til at dette er mer utpreget for gran enn for furu. Mork (1957, 1968) har påpekt at det er liten forskjell i temperaturkravet mellom gran og furu når det gjelder frømodning, men de reagerer noe forskjellig på klimatypen. Ved et kontinentalt temperaturforløp



Figur 13 Frøfall fra gran på snøoverflaten i løpet av høst og vinteren ved forskjellige høyder over havet. Dataene samlet fra subalpine granskog nær Davos, Sveits (Fischer et al. 1959). - Seed fall of *Picea abies* on the snow surface in late autumn and winter at a range of altitudes. Data were collected in a subalpine spruce forest near Davos, Switzerland (Fischer et al. 1959).

modnes furufrø noe bedre enn granfrø ved samme middeltemperatur. Ved oseanisk temperaturforløp ser det ut til å være omvendt. Bjørkebeltet er også svakt utviklet i naturskogsområder. Dette viser bartrærnes vekstpotensiale i lite påvirkete områder, og tyder på at bjørkebeltet mange steder er sterkt antropogent påvirket og utvidet (Kielland-Lund 1981a).

Undersøkelser av bjørk i Sverige (Kullman 1984a) viser sterkt synkende frøproduksjon og frømodning med økende høyde.



Figur 14 Prosent levende frø i forhold til tetratermen (Eide (1930). - Number of mature seeds in relation to the tetra-therm (Eide (1930).

Jordtemperaturen kan for enkelte treslag bli for lav til rotvekst og vannopptak eller til mykorrhizadannelse (Kielland-Lund 1981a). Mykorrhiza er muligens av spesiell betydning i fjellskogen da skoggrensetrær i alle områder, både i tempererte og tropiske, har ektotrof mykorrhiza (Moser 1967).

Fra Sverige er det også påvist at lave jordtemperaturer kan være kritisk for trevekst (Kullman 1989c).

Frost. Som påvist av Mork (1968) kan frost i vekstperioden effektivt stoppe fornyelse og vekst. Det velkjente "dalfenomenet" skyldes ofte frost. Ved sommerfrost er det voksende plantedeler som kan ødelegges. Bjørk, furu og gran tåler ikke særlig lave temperaturer i denne perioden (-5-6 °C), og det synes å være liten forskjell mellom ulike provenienser (økotyper) (Kielland-Lund 1981a). Bjørk skyter tidlig og fryser ofte, men den danner nye vekstpunkter så raskt at en sjelden legger merke til skadene. Gran og furu har omtrent samme frostska degrense. Vinterfrosten er i fjellskogen mest en kombinert virkning av lave temperaturer og tørke (tørkefrost), se figur 15. Den suksessive uttørkingen av cellene som skjer ved lave temperaturer er en betingelse for økt herdighet, men går prosessen for langt, kan plantene dø. Frosttørkedød kjennetegnes ved sterk stigning og høye verdier av osmotisk trykk (Tranquillini 1979).

Vinden er av meget stor betydning for veksten i fjellskogen. Den fører bort oppvarmet luft fra marksjiktet om dagen og øker fordunstingen og

virker dermed avkjølede. Vind kan også gi mekaniske skader. Snø som blåser på skaren i snaufjellet kan slipe og ødelegge nåleverket like over snøen. På den annen side kan vind føre bort kaldluft og derved hindre inversjon i frostnetter.

Snødekkets varighet. Det er i flere undersøkelser påpekt at snødekkets varighet er en meget viktig faktor for utviklingen av skog i fjellområder. Et tykt snødekke er gunstig ved at det isolerer mot frost (Kullman 1989c), men samtidig kan det redusere vekstsesongen. Kullman (1984b) viser at frøplanter av bjørk tolererer et ganske langvarig snødekke, mens trær krever et mer moderat snødekke. I snørike områder er skoggrensen ofte presset ned i forhold til tregrensa (Kullman 1983). Når det gjelder furu påpekes at den tolererer mindre langvarig snødekke dess nærmere tregrensa den står (Kullman 1981b).

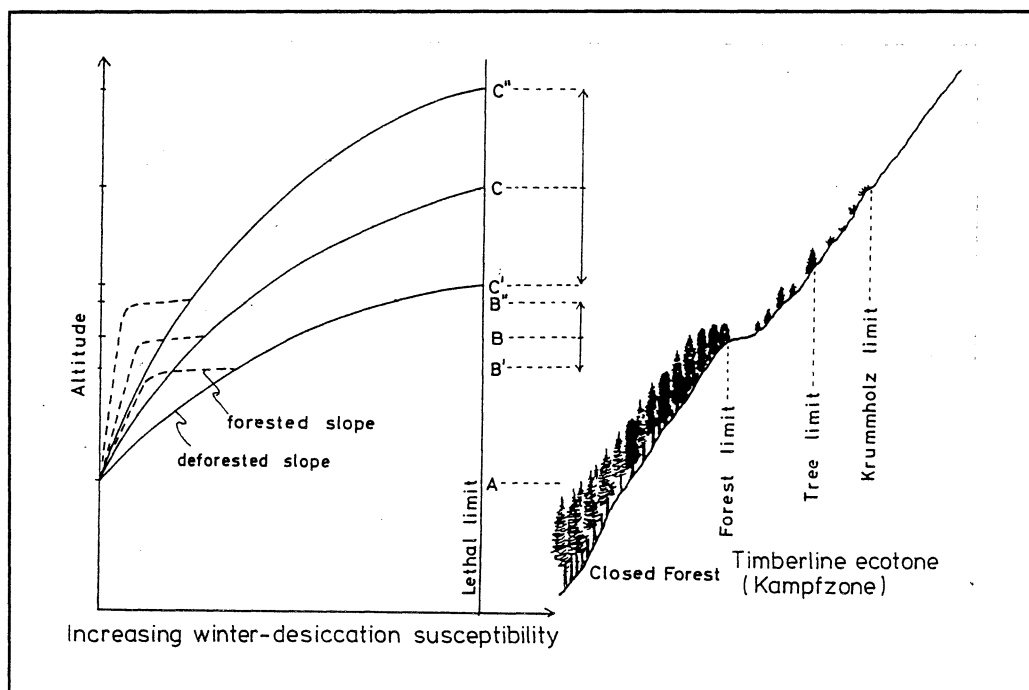
Jordbunnsforholdene er generelt sett ugunstigere for skog i nordboreal enn i lavlandet. Dette skyldes bl.a. at høy humiditet og lave temperaturer gir tregere omsetning i humusdekke og dannelse av råhumus (Mork 1938) med påfølgende senkning i pH og utvasking av mineralnæringsstoffer. Torv og podsoljord dominerer, mens brunjord finnes sjelden. Hesselman (1932) og Glømme (1928, 1932) påpeker at humusdekkets beskaffenhet er meget avgjørende for foryngelsen i fjellskogene. Mork (1938) har vist at omsetningen av organisk materiale til humus og råhumus er svært avhengig av klimaforholdene, både nedbør og temperatur. Grunnen til at en i fjellstrøk og i de mest humide delene av Vestlandet har mye råhumus, er de relativt lave temperaturene.

Sopp. Forsøk med skogplantinger (furu og lerk) i skoggrenseområder i Sveits har gitt svært liten overlevelse av frøplanter, og de vesentligste årsakene til dette var parasittiske sopp (Schönenberger 1985).

Tabell 7 Frøfall i bestand av gran etter frøåret 1954. Etter Bonnevie-Svendsen & Skoklefald (1965). - Fallen seeds in spruce stands after the seed year 1954. After Bonnevie-Svendsen & Skoklefald (1965).

Sted - Site	h.o.h. Altitude	Antall frø pr. m ² No. of seeds pr. m ²	Vekt av 1000 frø, g Weight of 100 seed g	kg/ da	Spire- prosent Germination per centage
Ås, Akershus	120	2252	3,5	8,00	57
Rødnes, Østfold	130	2988	4,2	12,50	63
Løten, Hedmark	300	2468	3,7	9,10	63
Trysil II, Hedmark	470	505	3,7	1,90	55
Trysil I, Hedmark	480	327	4,0	1,30	54
Løten I, Hedmark	750	36	2,4	0,09	14
Løten II, Hedmark	750	16	1,9	0,03	0

Figur 15 Skjematisk framstilling av trærers følsomhet mot vintertørke i en uthogd dalside under gunstige forhold (C''), midlere forhold (C) og ugunstige forhold (C') med hensyn på høyde over havet. Opp til høyde B kan naturlig vegetasjon utvikles til sluttet skog og dermed i stor grad redusere sjansen for vintertørke. Over B (B'' etter en gunstig sesong, og B' etter en ugunstig sesong) øker følsomheten til vintertørke raskt som vist ved den stiplede linjen. "Krummholzgrensen" er bestemt av resistens mot frosttørke til de høyeste trærne og fluktuerer mellom C og C'' i henhold til de klimatiske forholdene (Tranquillini 1976).



Opp til høyde B kan naturlig vegetasjon utvikles til sluttet skog og dermed i stor grad redusere sjansen for vintertørke. Over B (B'' etter en gunstig sesong, og B' etter en ugunstig sesong) øker følsomheten til vintertørke raskt som vist ved den stiplede linjen. "Krummholzgrensen" er bestemt av resistens mot frosttørke til de høyeste trærne og fluktuerer mellom C og C'' i henhold til de klimatiske forholdene (Tranquillini 1976). - Schematic presentation of winter-desiccation susceptibility of trees on a deforested slope in favourable (C''), mean (C) and unfavourable (C') seasons with respect to altitude. Up to elevation B natural regeneration can develop into a closed stand (forest limit), thereby greatly reducing the risk of winter desiccation. Above B (B'' after warm seasons and B' after a cool seasons) susceptibility to winter desiccation rapidly increases as indicated by the broken line. The krummholz limit is determined by resistance to desiccation of the highest tree species and fluctuates between C and C'' according to the climatic trends of the seasons (Tranquillini 1976).

5 Fjellskogens dynamikk

Skoggrensene danner utpostene for trærnes vekst og foryngelse, og økologiske endringer eller påvirkninger her vil kunne føre til vertikale forskyvninger i skoggrensene. Hogging og sterkt beite vil presse skogen nedover, men selv i lite påvirkete områder er det påvist relativt store vertikale svingninger i skoggrensens høyde.

Den svenske skogforskeren Kullman (1976) skriver: "Fjällnära skog och dess förutsättningar kan inte förstås utan att man har ett långt historisk perspektiv på klimaets utveckling. Temperaturklimatet i dessa trakter är utprägat marginellt för skogens produktion och förnyelse. Det räcker faktisk med klimatförändringar på tiondelar av en grad för att helt förändra skogsträdens och därmed många organismers livsförutsättningar. Den fjällnära skogens karaktär av övergangszon, med en egenartad blandning av fjäll- och skogsväxter, avspeglar sannolikt gångna epoker med förhärskande fjäll- resp. skogsklimat."

Den vertikale utbredelsen av skoggrensen og fjellskogssonen må derfor ikke oppfattes som noen statisk grense eller belte. Ulike former for påvirkning har endret disse, og i framtida vil en etter all sannsynlighet få tilsvarende endringer. God kunnskap om fortiden er derfor en forutsetning for å kunne si noe om framtida.

5.1 Skoggrensefluktuasjoner etter istiden

Bjørkeskogen innvandret raskt etter at innlandsisen forsvant, og allerede for ca 12 700 år siden kan det påvises en bjørkeskog i de sørvestlige delene av Norge (Paus 1988). Fjellområdene ble isfrie mye senere, men for ca 9000 år siden var det etablert en bjørkeskog også her. På bakgrunn av radiologiske dateringer av trerester og torv inneholdende pollen har en fått en god oversikt over hovedtrekkene i skoggrensefluktuasjonene de siste 9000 årene. I varmetida, 9000-6000 B.P. (ca antall år før 1950) nådde furuskogene sin maksimale høyde. De kan i dette tidsrommet ha vokst opp mot 1250-1300 m o.h. f.eks. i de sentrale fjellområdene i Sør-Norge (Aas & Faarlund 1987). Dette er rundt 300 m høyere enn i dag. Herfra synker grensa mot vest (Selsing & Wishmann 1984) og mot nordøst (Kullman 1988). I denne tiden var store deler av dagens fjellområder,

bl.a. Hardangervidda, skogkledd (Moe 1979). Etter kulminasjonen holdt furuskoggsgrensen seg lenge på høyt nivå, med en senkning til ca 200 m over dagens nivå i subboreal tid og ca 150 m i bronsealderen (Aas & Faarlund 1988).

Ett av spørsmålene som har vært diskutert er hvorvidt det i varmetiden fantes noe velutviklet nordborealt bjørkeskogsbelte ovenfor furuskoggsgrensen. Blant andre Smith (1920) og Nordhagen (1933) hevder at furu dannet skoggrensen før det ble utviklet noe nordborealt bjørkeskogsbelte. Data fra fjellområder på Vestlandet indikerer klart at det skjer en sterk ekspansjon av bjørk på bekostning av furu og andre treslag etter varmetiden (ca 5000 år B.P.) (Simonsen 1980, Kvamme 1989), og etter dette har bjørk vært det dominerende treslaget i fjellområdene på Vestlandet. Kullman (1988) som har arbeidet i Sverige - like øst for grensa i Sør-Trøndelag - hevder også at dagens nordboreale bjørkeskogsbelte ble utviklet gradvis etter 6000 år B.P., og etter ca 5300 år B.P. framstår det en ren nordboreal fjellbjørkeskog. Aas & Faarlund (1988) hevder på den annen side at varmetidens gunstige klima må ha hevet vegetasjonsgrensene noenlunde parallelt. De kan ikke påvise at klimaet i noen periode har vært for tørt for bjørka i skoggrensenivået, og antar at den klimatiske furuskoggsgrensen neppe noengang i varmetiden dannet skoggrensen mot snaufjellet. Faarlund & Aas' foreløpige konklusjon (1991a) er at det i hele den postglasiale varmetiden sannsynligvis eksisterte et bjørkeskogsbelte over furuskogen i Jotunheimen med 150-200 m mektighet, opp til ca 1450 m.

Under "den lille istiden" på midten av 1700-tallet var middeltemperaturene 1-2 °C kaldere enn i perioden 1931-60 (Matthews 1976, 1977, Kullman 1987, Matthews & Caseldine 1987) med tilsvarende lave verdier for skoggrensens høyde.

5.2 Klimabetingete skoggrensefluktuasjoner i nyere tid

Fra 1880-tallet og fram til 1930-tallet er det påvist en heving av skoggrensa, tilsvarende en heving av temperaturene på ca 0,5 °C (Wallén 1986). Hevningen synes å ha vært spesielt stor på 1930-tallet da en hadde flere somre på rad med temperaturer over det normale. Generelt sett synes skoggrensene å ha blitt hevet med ca 40 m i Sør-Skandinavia, men lokalt er det vist både høyere og lavere verdier (Aas 1969,

Kullman 1979, Sonesson & Hoogesteger 1983). Årsaken til denne skoggrensehevingen er imidlertid omdiskutert da en i denne perioden fikk en minkende kulturpåvirkning i fjellskogen som også kan føre til en heving av skoggrensene.

I løpet av 1980-årene er det i flere svenske undersøkelser påpekt en viss senkning av tregrensen og at dette skyldes temperaturforhold, spesielt kalde vintre (Kullman 1988, 1989a, b). En del marginale skogsbestander ble etablert i løpet av den gunstige perioden på 1930-tallet, og de har så fått problemer i perioder med mer ekstreme temperaturer. Slike senkninger av skoggrensen er ikke observert eller dokumentert i norske undersøkelser (B. Aas pers. medd.).

5.3 Konsekvenser ved eventuelle framtidige klimaforandringer

Ifølge utarbeidete scenarier forventes det at sommertemperaturen vil stige med ca 2 °C og vintertemperaturen med ca 4 °C. Dessuten ventes hyppigere nedbør om sommeren. Dette vil si at vi kan forvente et klima som likner mye det som fantes i varmetiden etter istiden, for ca 8000-9000 år siden. På bakgrunn av dette er det nå i gang forskningsprosjekter som skal lage modeller for hvilke biologiske virkninger dette vil få i Norge. Antagelser av Holten (1990) viser at nordboreal region vil gå sterkt tilbake i areal, fra dagens 29,9 % til 8,4 %. Regionen blir sterkt fragmentert på grunn av topografiske forhold. Samtidig vil en del arealer som i dag er lavalpine utvikle seg til å bli nordboreale.

5.4 Skoggrensefluktuasjoner betinget av kulturpåvirkning

Fennoskandias fjellskoger har i større eller mindre grad vært påvirket av mennesker de siste ca 2500 år. Utnyttelsesgraden økte suksessivt og nådde sitt optimum rundt århundreskiftet. Spesielt store endringer i graden av kulturpåvirkning har en hatt i den første delen av 1900-tallet, da det for en stor del ble slutt på utmarksslått og intensiv stølsdrift. Det er derfor grunn til å stille spørsmål om de varierende resultatene av skoggrenseundersøkelsene i denne perioden kan forklares ut fra klimaendringer eller er et resultat av endret kulturpåvirkning (Fægri 1972, Kullman 1976). Ve's skoggrenseundersøkelser (Ve 1940, 1968) tyder på at stølsdrift i stor

grad har presset skoggrensene nedover. Ve (1968) avviser likevel ikke helt at klimaendringer kan ha innvirket på hevingen av skoggrensen, men han anser denne faktoren som ubetydelig i forhold til den antropogene påvirkningen. Sandberg (1963) og Sonesson & Lundberg (1974) er imidlertid overbevist om at klimaet er den avgjørende årsaken til skoggrensens heving.

Blüthgen (1960) og Fægri (1972) mener at store deler av fjellbjørkeskogene kan betraktes som potensiell barskog, og Kullman (1976) mener også at store deler av bjørkeskogene i Härjedalen og Jämtland er sekundære.

I de marginale områdene for furu og gran vil hogging kunne få store konsekvenser på lengre sikt. Fraværet av barskoger i mange dalfører, f.eks. på Vestlandet, skyldes trolig hogst, og at beite senere har hindret gjenvekst. Vegetasjonshistoriske undersøkelser viser at det tidligere fantes velutviklede furuskoger her, men at de senere er blitt borte (Hafsten 1965, Kvamme 1989).

En oversikt over kulturbetingete endringer i bjørkebeltet gis av Aas (1989).

6 Fjellskog - en faunistisk "enhet"?

Begrepet "fjellskog" brukes primært innen skogsbruksterminologi og blant forvaltningsmyndigheter. Det er grunn til å stille spørsmål ved om begrepet fra et faunistisk synspunkt har noen mening. Ved siden av at dyr er mobile skapninger, er de fleste arter tilpasningsdyktige og finnes i mange habitater og naturtyper. I tillegg har arter knyttet til denne regionen, både pattedyr og fugl, store arealbehov og krav til uforstyrret tilstand. Det er følgelig av begrenset verdi faunistisk sett å knytte begrepet "fjellskog" til visse vegetasjonstyper. Vegetasjonens struktur og fysiognomiske særpreg har vel så stor innflytelse på faunaens tetthet og sammensetning som floristiske forhold.

Fjellskogen, det være seg bjørkeskog, barskog eller bar/lauv- blandingsskog, dekker et stort geografisk område og innehar betydelig variasjon med hensyn til viktige faktorer for dyrelivet som høyde over havet, tetthet, -høyde og -alder, type busksjikt, felt- og bunnsjikt m.m. I tillegg kommer at de høyereliggende skogområdene svært ofte er oppbrutt av større eller mindre myrområder og andre topografiske elementer som i kombinasjon med skogområdene danner levevilkår for mer spesialiserte arter. Det er derfor tungtveiende grunner til å advare mot bruk av begrep som "fjellskog" i faunistisk sammenheng.

Ut fra denne oppfatningen av fjellskog vil det være fruktbart å spørre om faunistiske særtrekk kan identifiseres og defineres. Selv med økende erkjennelse av at "klimaksbegrepet" er lite egnet til å beskrive de dynamiske prosesser som finner sted i et skogsystem, er det i utgangspunktet naturlig å anta at fjellskogregionen har faunistiske særpreg. Avhengig av mobilitet, tilpasningsdyktighet, plass i næringskjede/-nett osv., vil bildet for de enkelte artsgrupper og arter variere betydelig. Det er her snakk om et spektrum fra stenøke og lite mobile insekter med snevre økologiske nisjer og som lever innen små, avgrensede arealer til store rovpattedyr og rovfugler der tilgang på store arealer er avgjørende for å overleve. Det er også snakk om arter tilpasset et system med lang omløpstid. Skog som vokser under suboptimale og marginale betingelser har ofte svært gamle trær og omløpstid på flere hundre år. Såkalt hogstmoden skog blir derfor normalt for ung for å tilfredstille artenes miljøkrav. Den såkalte flerbruksmodellen som framheves av skogeierorganisasjonene, sikrer ikke deres eksistens.

7 Pattedyr i fjellskog

Pattedyrene som gruppe er heterogen og inneholder arter med en stor spredning i kroppstørrelse og økologi. De fleste pattedyrene er også så mobile at de i løpet av kort tid kan forflytte seg over relativt store avstander fra barskogen opp til lavalpin region. Mange arter har en utbredelse som er knyttet til skog, og er i fjellskogen ved øvre grense for deres utbredelse. Andre arter har hovedsaklig sin tilknytning til den alpine regionen og opptrer sjelden i lavereliggende skogsområder. På denne måten er fjellskog en sone som utgjør leveområder for både alpine arter og skogarter. Det er neppe noen pattedyrarter som bare lever i fjellskog, og bare noen få har antakelig sin viktigste forekomst her. Felles for alle pattedyr som lever i fjellskoger er at verken bjørkeskog eller høyereliggende barskog som sådan utgjør en egen biotop som kan ses uavhengig av andre biotoper og utbredelsesområdet for øvrig.

Dette medfører at vi med fjellskog i vurderingene for pattedyr må bruke en vid definisjon som både inneholder høyereliggende barskog og bjørkeskog, og inkluderer: **alle områder med skog fra skoggrensa og 200-300 meter vertikalt nedover i terrenget.** Vi vil i det følgende kalle dette **fjellskogregionen**.

Bare sørnorske bestander og forhold blir behandlet i det følgende.

Bjørkeskog er i størstedelen av Skandinavia en økologisk svært viktig sone mellom barskogen og alpine områder, jf. kap. 1-5. Også for mange pattedyrarter er denne sonen svært viktig. En stor andel av lauvtreproduksjonen i høyereliggende skog er knyttet til bjørkeskog. Den er særlig viktig fordi den både er mye brukt av skogarter som går oppover til fjellet og ved at alpine arter også i alle fall periodevis er vanlige nedover i bjørkeskogen. For øvrig er fjellbjørkeskogen relativt lite undersøkt med tanke på pattedyr.

Høyereliggende barskoger består enten av gran, furu eller blanding av gran og furu. Svært ofte veksler disse skogene med åpne områder med myrpartier eller våtmark eller også partier med heivegetasjon. Koller, bergknauser og knauser som stikker fram er mange steder framtrædende i denne sonen. Feltsjiktet er svært variabelt, vekslende fra fattige til rike utforminger. Dette fører ofte til at en mosaikk av flere biotoper blir tilgjengelig for pattedyrene innenfor et begrenset areal. Dette skaper ofte en variert artssammensetning.

Forekomsten av arter som vier og rogn kan stedvis være høy i regionen. Dette er arter som er viktige beiteplanter for flere herbivore pattedyr.

7.1 Hvilke pattedyr "hører til" i fjellskog

Pattedyrfaunaen i fjellskogregionen består både av arter med en utbredelse i de nordlige barskogsområder og arter som hovedsakelig lever i og bruker alpine områder. I de vest- og sørnorske skogene finner en ofte en avvikende artssammensetning. Dette innebærer at det er en geografisk variasjon i sammensetningen av pattedyrfaunaen i fjellskogene.

Det fins neppe noen pattedyrarter som kun lever i fjellskogregionen, og bare noen få arter kan sies å ha sine viktigste leveområder her. I tabell 8 gis en oversikt over antall arter i de ulike pattedyr-ordene som er representert i fjellskogregionen. Cirka 30 arter yngler i regionen, mens de øvrige ca 5 artene bruker regionen temporært.

Mange av de norske terrestre pattedyrartene hører heime i lavlandet eller i de sørligste delene av landet, f.eks. de fleste flaggermusartene. En høy andel av de norske pattedyrartene bruker likevel deler av fjellskogregionen bare til bestemte tider av året.

Pattedyrarter som lever i fjellskogregionen tilhører ulike dyregeografiske grupper. Mange av de artene som opptrer i store bestandstettheter har en nordlig eller østlig faunatilknytning. Men som vi skal se nærmere på nedenfor, benyttes også fjellskogregionen av flere sørligere utbredte arter med en mer utpreget forekomst i lavlandet.

Diversiteten av pattedyr i fjellskogregionen kan måles ved f.eks. antall arter (Wilson 1988). Som det går fram av tabell 8 kan vi påtreffe ca 35 av 58 norske arter i de 6 aktuelle terrestre pattedyr-ordenene, det vil si ca 60 % av de norske artene. Siden forekomsten av flere arter i fjellskogen er dårlig dokumentert, vil en slik sammenstilling nødvendigvis være beheftet med store usikkerheter. Tabell 8 demonstrerer likevel at svært mange norske pattedyrarter til tider benytter fjellskogregionen. Det er flere av disse artene som sannsynligvis også har den viktigste delen av utbredelseområdet sitt knyttet til denne regionen.

Pattedyr er varmblodige dyr som til dels har relativt stor bevegelighet. Det er svært stor variasjon i kroppstørrelse fra liten dvergspissmus med en voksenvekt på 1,5–4 g til elger på 400–500 kg. Dette påvirker både en rekke fysiologiske parametre og kravene til habitat-sammensetning. Disse forskjellene knyttet til størrelse medfører ofte at små arter blir mer direkte påvirket av inngrep enn store arter. Derimot vil store arter i sterkere grad påvirkes av endringer i habitat-sammensetningen som skjer i større skala. Dette er gjerne knyttet til at flere av de største artene krever tilgang på store, sammenhengende arealer av bestemte habitat-typer.

Produktiviteten til fjellskogområdene er i skogbruksmålestokk framhevet som dårlig. For pattedyr kan disse områdene likevel ha stor betydning ved at de produserer beite av høy kvalitet til en tid på året da det ellers ligger snø i alpine områder, eller ved at lavereliggende beiteområder er nedbeitet. Den varierte habitat-strukturen gjør også at artsmangfoldet tidvis kan være svært høy i fjellskogene.

7.2 Faktorer som har betydning for populasjoners og individers levedyktighet

Pattedyr har svært ulike miljøkrav. Fysiske egenskaper ved leveområdet, som lokalklima, vegetasjon, hydrologi, terrengformer, topografi, eksposisjon osv, er viktige, spesielt under de harde klimatiske betingelser som ofte råder i denne regionen. Betydningen av snø, det vil si snødekkets fordeling og snødybder, er viktige for pattedyrenes overlevelsesmuligheter om vinteren.

En generelt trekk for pattedyrfaunaen i denne regionen er at den må ha utviklet tilpasninger til å motstå tilfeldige svinginger i klima. Sammen med predasjon vil ulike tilpasninger til slike svingninger ha langt større innflytelse på struktur og dynamikk i pattedyrsamfunnene enn prosesser som f.eks. konkurranse.

Den sosiale strukturen i pattedyrbestandene varierer sterkt. Noen arter har et revir eller territorium som forsvares. Andre har aktivitetsområder som ikke forsvares aktivt. Mange arter lever i flokker eller familiegrupper. Leveområdene er svært ulike i størrelser. Disse forhold vil påvirke effektene av inngrep og forstyrrelser.

Tabell 8 Antall pattedyrarter som sannsynligvis regulært benytter fjellskogregionen. - Number of mammals supposed to use the mountain forests regularly.

Systematisk gruppe (orden) - Systematic group (order)	Antall norske arter - No. of Norwegian species	Antall arter i regionen - No. of species in mountain forests	Ynglende arter - Breeding species
Insektetere - Insectivora	7	4?	4?
Flaggermus - Chiroptera	9	1?	1?
Hare dyr - Lagomorpha	3	1	1
Gnagere - Rodentia	18	12?	12?
Rovdyr - Carnivora	15	12?	9?
Klauvdyr - Artiodactyla	6	5	3
Totalt - Sum	58*	35?	30?

* = Sum for disse 6 ordenene. - Sum of the 6 orders.

De ulike arter har ulike arealbehov, bl.a. avhengig av dyrets størrelse. Det er viktig at arealkravene til de artene med størst arealbehov tas hensyn til ved utvalg av vernearealer og ved inngrep.

Periodisitet og syklisitet hos mange pattedyr påvirker den tidsmessige forekomst og utnyttelse av fjellskogregionen. Trass i en omfattende forskningsvirksomhet er de faktorer som påvirker disse svingningene ennå ikke sikkert påvist. De mekanismene som påvirker bestandene til flere viktige pattedyrarter i fjellskogen er ennå ikke forstått. Vi vet derfor ikke hvordan forekomsten av disse artene vil påvirkes av økologiske endringer i fjellskog.

Når på året bruker pattedyrene fjellskogen?

- Noen arter fins stasjonært i samme område hele året. Andre arter foretar sesongvandringer mellom ulike leveområder.
- Også habitattyper som utnyttes, næringsstrategier og næringsvalg kan skifte gjennom året hos én og samme art, eller være ulike hos ulike populasjoner hos samme art.
- Dette kan også endre seg hos en art eller populasjon f.eks. i løpet av vinterhalvåret eller i løpet av sommerhalvåret.
- Strategiene kan være ulike hos individer av ulik alder og kjønn i en pattedyr-populasjon.
- Strategiene kan være ulike avhengig av områdets godhet eller næringsressursene i området, f. eks. hvis næringsressursene bryter sammen.

Effekten av inngrep og forstyrrelser vil variere sterkt for de ulike pattedyrartene. Vi vil spesielt påpeke betydningen av endringer som vil påvirke artenes tilgang til områder. En fragmentering av fjellskogen kan sannsynligvis påvirke områdebruken til en rekke arter.

I neste kapittel vil vi se på de ca 35 aktuelle pattedyrartene i sør-norsk fjellskog og deres forekomst og biotopkrav, hva som kan ha betydning for vurdering av hver enkelt arts forekomst i og bruk av fjellskog i Sør-Norge. For mange arter vet vi svært lite om forekomst, biologi og tilknytning til fjellskog. Det er derfor viktig å skaffe tilveie en del fundamental viten om biologi og utbredelse til mange av artene og gruppene som benytter denne regionen.

7.3 Arter

I forbindelse med utredningen om zoologiske verneinteresser i barskog har Solheim (1987) gitt en grundig gjennomgang av tilpasninger og habitatkrav hos fugler, pattedyr og insekter i barskogssystemene. Denne utredningen berører mange sider også ved fjellskog, bl.a. er det gitt oversikter over tilpasninger til vinter og næringsøkologi som har betydning i alle skogøkosystemer, samt en grundig gjennomgang av de fleste artenes økologi. Vi vil generelt henviser til disse presentasjonene av Solheim (1987),

i tillegg til hva som nedenfor blir behandlet for de ulike artene i fjellskogregionen.

Insektetere, Insectivora

Av **spissmusene** fins flere arter i fjellskogregionen. Spissmusene lever av insekter og andre invertebrater. De lever om vinteren i gangsystemer under snødekket. De følger ofte smånagernes ganger og tråkk. Leveområdet til spissmusene er opptil ca 2 daa stort (Pedersen 1980). Spissmusene har stort varmetap og trenger å spise mer enn sin egen kroppsvekt hver dag. De må være i stadig aktivitet på jakt etter mat eller pga. territoriemarkering. Formeringsvevnen er langt dårligere enn for andre små pattedyr som f.eks. smånagerne (Pedersen 1980).

Liten dvergspissmus *Sorex minutissimus* ble først i slutten av 1960-årene påvist som norsk art, men er nå funnet på en rekke lokaliteter (jf. Pedersen 1968, Aune 1970, Wiger et al. 1972, Refseth et al. 1974, Østbye et al. 1974, Pedersen 1980). Arten er utbredt gjennom hele taigaen. I Norge er funnene gjort i både barskog, myrområder, fjellbjørkeskog, vierområder og høyfjell, opp til 1150 m o.h. Fjellskogregionen synes viktig for arten.

Dvergspissmus *Sorex minutus* ser ut til å forekomme i de aller fleste habitattypene. Den er sannsynligvis langt mindre tallrik enn vanlig spissmus (Pedersen 1980). Arten er vanligere i tørt og beskyttet terreng med kratt og høy plantevekst, men unngår sammenhengende skog, ifølge Brink (1968). Siivonen (1968) framholder grandominert skog og at den er fuktighetselskende.

Vanlig spissmus *Sorex araneus* er utbredt over hele Norge, er funnet i de aller fleste habitattypene, og er tallrikere enn andre spissmusarter (jf. Brink 1968, Siivonen 1968, Pedersen 1980). Vi vet ingen ting om tilpasninger til ulike skogtyper eller hvordan skogsdrift vil påvirke arten.

Vannspissmus *Neomys fodiens* skal finnes over hele landet og er knyttet til ferskvann av alle typer, inkludert myrområder (Brink 1968, Siivonen 1968, Pedersen 1980, Solheim 1989). Det er imidlertid få eksakte funn av den beskrevet i litteraturen og i norske museers samlinger (se Solheim 1989). Det er lite informasjon om artens forhold til skog.

Generelt for spissmusene kjenner vi svært dårlig til habitatvalg, næringspreferanser, sosiale relasjoner

og populasjonsdynamiske forhold i ulike landskaps typer. Vi vet ikke om eller på hvilken måte de kan bli påvirket av skogsdrift eller andre menneskelige inngrep i deres leveområder. Det er antatt at de påvirkes lite av skogsdrift i barskogen (Solheim 1987).

Flaggermus, Chiroptera

Flaggermusene lever hovedsakelig av flygende insekter som fanges i luften. Om vinteren går de i dvale og alle kroppsfunksjonene nedsettes. Hule trær benyttes som oppholdssted eller ynglekammer om sommeren av alle norske arter. Noen bruker også hule trær som dvalelokalitet om vinteren. Bruksfrekvens og eventuelle preferanser for treslag, hullstørrelse o.l. er ikke kjent (Solheim 1987).

Det er bare én flaggermus-art som er funnet i fjellet, nordflaggermus *Eptesicus nilssonii*. Den er funnet opp til minst 1000 m o.h., og kan være vanlig rundt fjellgårder 800 m o.h. (Tambs-Lyche & Barth 1980). Arten har sin hovedutbredelse i nordlige strøk. Dessuten er det mulig at både skjeggflaggermus *Myotis mystacinus* og vannflaggermus *Myotis daubentoni*, som begge er knyttet til skoglandskapet (Ahlén 1977, Solheim 1987), kan finnes i fjellskogregionen. Muligens fins også flere andre arter her, men vi vet generelt lite om flaggermusartene. Det er høyst påkrevet med en grundigere kartlegging av flaggermusartenes forekomst, habitatkrav og dvalelokaliteter (Solheim 1987). Uthogging av gamle trær med råte- og hakkespetthull anses som en generell trussel mot de fleste artene (Ahlén 1977, Solheim 1987).

Haredyr, Lagomorpha

Hare *Lepus timidus* fins over omtrent hele Norge, og må i fjellskogregionen betraktes som svært vanlig. Arten er tilpasset et liv oppå snøen vinterstid og antakelig et branndominert skogbilde. Se diskusjoner av dette hos Solheim (1987). Harens biologi er forholdsvis dårlig undersøkt i Norge. Det er skrevet en rekke hovedfagsoppgaver om hare, men flere av dem er basert på data fra øyer eller laboratorium. I fjellskog er studiene til Heikkilä (1987) mest interessante. I hans studieområde i Vassfaret, mellom 540–800 m o.h. ble særlig bekkekanter, tresatte myrer og granskoger preferert foran åpne myrer og furuskog. Behovet for prefererte beiteplanter og dekning synes å være dominerende (Heikkilä 1987).

Mange faktorer virker inn på harens fordeling i og bruk av biotopene, hvor både vegetasjon og fordeling av beiteplanter og snøforhold har betydning (jf. bl.a. Heikkilä 1987, Solheim 1987). Solheim (1987) diskuterer harens forhold til skog generelt og barskog spesielt. Rein barskog er verdiløs som beiteområder for hare vinterstid. I fjellskogregionen om vinteren fins hare primært i skogen, men kan periodevis trekke opp i alpine områder. Hare blir antakelig berørt av skogsdrift i fjellskog, men det trengs undersøkelser for å fastlegge f.eks. habitatvalg i fjellskog og studier av effekter av inngrep på hare. Ved siden av bl.a. spissmusene, flaggermus og noen smågnagerarter synes det viktig å legge vekt på hare som forskningsobjekt i norsk fjellskog.

Gnagere, Rodentia

Ekorn *Sciurus vulgaris* er hovedsakelig knyttet til barskog, men er også etter hvert vanlig i lauvskog. Arten holder seg helst i lavlandet og i kupert terreng under tregrensa (Brink 1968). Ekorn viser preferanse for rikere vegetasjonstyper som blåbær- og lågurtgranskog (Engelstad 1987). Føden består av frø av gran og furu, nøtter, sopp, bær, grantrærnes knopper, m.m. (jf. Siivonen 1968, Solheim 1987). Dette medfører at ekornet er sterkt knyttet til den eldre, reproduserende granskogen (se nærmere diskusjoner av dette hos Solheim 1987). Arten påvirkes negativt av bestandsskogbruket. Arten kan ikke utnytte unge barskogsstadier, hogstflater eller reine lauvkratt. Det synes svært uklart hvor mye som fins av ekorn i fjellskog, eller hva den eventuelt bruker av habitater her. Skogsdrift i fjellskog vil sannsynligvis føre til dårligere biotoper for ekorn. Vi må primært skaffe til veie mer kunnskap om både forekomst, habitatvalg og fordeling av ekorn i høyereliggende skoger, f.eks. hvor langt oppover mot fjellet den lever. Dernest er det behov for studier av effekter av de enkelte inngrepskomponentene på ekorn.

Bever *Castor fiber* er i de siste tiår blitt stadig vanligere i flere deler av Norge, bl.a. i høyereliggende skoger, og den sprer seg raskest langssette vassdrag (jf. Østgård 1987). Arten foretrekker lys, åpen skog med lauvtrær og undervegetasjon, langs elver, bekker, gamle elveleier, dammer, tjern og innsjøer (Brink 1968). Det er ikke kjent fra Norden hvor store forekomster som er påkrevet av de ulike lauvtrærne for at bever skal slå seg til i et område (Solheim 1987). Bever søker til enhver tid å utnytte det beitetilbudet den står konfrontert med (Histøl

1989). I områder over marin grense antas bever generelt å være mer avhengig av å hente næring på land, enn i lavere områder (jf. Histøl 1989). For en nærmere diskusjon av beverens rolle i forbindelse med dambygging og artens betydning for forekomst av flere andre pattedyr langs vassdrag i skogen, henvises til Solheim (1987 s. 19-21 og s. 70-72).

De fleste data for bever er fra andre land eller eventuelt i lavlandet i Norge. Hvordan beveren tilpasser seg forholdene i fjellskogregionen er ikke undersøkt. Bever har også i tidligere tider forekommet i fjellbjørkeskogen, som f.eks. de arkeologiske utgravninger i forbindelse med Orkla-utbyggingen viste (jf. Gustafson 1989). Vi må vite mer om beverens tilpasninger i fjellskogregionen før vi kan si hvordan skogsdrift i fjellskogen vil påvirke bever. Det er sannsynlig at treavvirkning og forstyrrelser vil kunne virke mer negativt på beverbestander som her lever under langt hardere miljøforhold enn bestander i lavere strøk.

Smågnagerne utgjør flere grupper av arter med ulik økologi og levevis (jf. Mysterud 1980). **Markmusgruppen** er typiske plante-etere som er særlig utbredt i grasrike plantesamfunn, i fuktige områder eller ved vann. **Klatremusgruppen** er plante-etere som er utbredt i mange slags plantesamfunn, men er mindre spesialisert i næringsvalg enn forrige gruppe. **Lemengruppen** består av 2 arter som lever enten i fjellet eller i barskogen, og de lever av mose i høyere grad enn andre smågnagere. **De ekte musene** (husmus, skogmusene, rottene) er typiske altetere og lever alle i nærheten av mennesket, er tilpasset mennesket i sitt næringsvalg eller for muligheter til å overvintre eller forplante seg (jf. Mysterud 1980).

Generelt varierer bestandene av smågnagere mye i størrelse. Smågnager-svingningene er viktige faktorer i fjellets og skogens natursystemer som påvirker mange andre arter og grupper av pattedyr og fugler (jf. f.eks. Hansson & Henttonen 1989). Som gruppe er smågnagerne svært viktige ledd i næringskjedene mellom planter og andre dyregrupper. Smågnagerne omsetter store mengder plantemateriale og gjødsler jordsmonnet, og har mange viktige funksjoner i samvirket mellom jordsmonn og vegetasjon (jf. Mysterud 1980). Solheim (1987) har beskrevet flere sider ved smågnagernes betydning i skogsystemene.

Skoglemen *Myopus schisticolor* tilhører den nordlige barskogssonen. Arten lever hovedsakelig i barskog med tykk, mosebevokst bunn (Brink 1968, Siivonen 1968). Den fins bare i østlige områder i Sør-Norge

(jf. kart hos Mysterud 1968, 1980). Arten ser ut til å ha viktige leveområder i høyereliggende barskog.

Lemen *Lemmus lemmus* er utbredt i Fennoskandias fjelltrakter. Arten lever først og fremst i høyfjellet og ned i nordboreal. Den kan også normalt gå ned i barskogen, særlig i lemen-årene (Brink 1968, Siivonen 1968), og er vanlig i hele fjellskogregionen (jf. Mysterud 1980).

Klatremus *Chlethrionomys glareolus* er vanlig i mange biotoper, både i lauvskog og barskog i Skandinavia, men unngår åpent terreng (Brink 1968, Siivonen 1968). Den er vanlig i fjellskogregionen (Mysterud 1980).

Gråsidemus *Chlethrionomys rufocanus* lever i berg- og fjellterreng, i barskog, i bjørkebeltet, i lavalpin region og til dels også høyere. I Sør-Norge fins arten vesentlig i fjellskogregionen og høyere (Brink 1968, Siivonen 1968, Mysterud 1980).

Vånd *Arvicola terrestris* er vanligst i grov vegetasjon ved bredden av bekker, grøfter og innsjøer, men kan også treffes langt fra vann i åkerland, frukthager m.m. Den kan finnes relativt langt opp i fjellet (Brink 1968).

Markmus *Microtus agrestis* fins utbredt over hele landet. Arten lever mest i fuktig terreng, i høyt og grovt gras, kratt, overgrodde brakkmarker, åkerkanter, torvmyrer og delvis lyngheier. Den foretrekker åpen skog og er sjelden i tett og mørk skog (Brink 1968). Markmus foretrekker vanligvis lauvtrær foran gran (Mysterud 1980).

Fjellrotte *Microtus oeconomus* fins stort sett bare i høyereliggende trakter i Sør-Norge, i de øvre deler av skogbeltet, i seterregionen, og langt opp i høyfjellet (Mysterud 1980). Den synes vanligst i svært vått terreng, gras- og starrbevakste bredder og myr (Brink 1968).

Stor skogmus *Apodemus flavicollis* lever i skog, også i tett barskog, av og til i busker og kratt (Brink 1968). Arten fins primært i lavereliggende skogområder, men er også vanlig i "høyereliggende skogtrakter opp mot fjellbandet" (Mysterud 1980).

Liten skogmus *Apodemus sylvaticus* er mer sørlig, kystbundet og mer lavlandsart enn stor skogmus. Den treffes oftest i åpent landskap og skogkanter og ved bebyggelse (Brink 1968, Siivonen 1968). Arten er lite aktuell for fjellskogregionen.

Brunrotte *Rattus norvegicus* er først og fremst knyttet til eller avhengig av menneskesamfunn og lever i liten grad i rein skog (Brink 1968). Ved bebyggelse kan den treffes i omtrent hele Norge. Rotte betraktes som uaktuell i fjellskog.

Husmus *Mus musculus* lever dels viltlevende på åpen mark, i kratt og i åpen skog, dels sammen med mennesker (Brink 1968). Arten er sannsynligvis lite aktuell for fjellskogregionen.

Bjørkemus *Sicista betulina*. Forekomst i Norge er oppsummert av Løset & Spikkeland (1984). De fleste funn er gjort i høyereliggende barskoger og i bjørkeskoger, oftest i områder hvor fjellbjørkeskog veksler med åpne partier, gjerne bevakst med dvergbjørk og vierkratt, eller med frodig gras- og lyngvegetasjon (Mysterud 1980, Løset & Spikkeland 1984). Innslag av åpne og noe fuktige partier, ofte bevakst med mose, lyng eller krattvegetasjon, synes å være et fellestrekk ved bjørkemus-biotopene (Løset & Spikkeland 1984). Data presentert av bl.a. Løset & Spikkeland (1984) antyder at bjørkemusa har en videre utbredelse i Norge enn hva som hittil er kjent. Dessuten synes arten å opptre regelmessig på mange av funn-lokalitetene. Det vi i denne utredningen kaller "fjellskog" synes å være svært viktig for artens utbredelse i Norge.

Rovdyr, Carnivora

Rovdyrene står generelt langt oppe i næringskjedene og er derfor vanligvis ikke tallrike. Små bestander kan lett bli utsatt for reduksjoner eller utdøen fra bestemte leveområder. Mange av rovdirene er utsatte for trusler fra våre virksomheter, og flere trusselfaktorer kan samvirke og gjøre rovdirene enda mer utsatte. Generelt krever rovdirene store leveområder, og særlig de store artene har store arealbehov.

Snauhogst eller sterk hogst i fjellskog vil føre til større grasproduksjon, særlig i blåbærskog. Dette vil trolig påvirke smågnagerbestandene og gjennom dem også populasjoner av rovpattedyr og rovfugl.

Ulv *Canis lupus* lever i dag mest i fjellskog (f.eks. Wabakken 1990). Bestanden i Sør-Norge i dag er så liten og vandrer så mye at den er avhengig av biotoper både i fjellskog og barskog for øvrig for å kunne overleve og reprodusere. Det er uklart om hogstingrep i fjellskog vil påvirke dagens ulvebestand i Sør-Norge. Elg ser ut til være ulvens viktig-

ste og mest optimale byttedyr i Hedmark/Värmland både sommer og vinter (Olsson & Wiktander 1988). Den lever ellers mest på hjortedyr og vil være påvirket av mengdene hjortedyr i de ulike biotopene den besøker (jf. Olsson & Wiktander 1988, Wabakken 1990).

Rødrev *Vulpes vulpes* fins over hele landet og i alle vegetasjonstyper. Den tilpasser seg relativt lett mennesket og antas å bli lite direkte påvirket av inngrep i fjellskogen.

Fjellrev *Alopex lagopus* lever ovenfor tregrensa på steder med rik plantevekst. I de store lemenårene med lemenvandring langt nedover til lavlandet kan imidlertid fjellreven følge etter helt ned i lavlandet, men den klarer ikke å opprette levedyktige bestander i lavereliggende strøk (Østbye & Pedersen 1990). Fjellskogregionen synes å være lite interessant for fjellrev, og skogsdrift i fjellskog vil neppe ha noen påviselig effekt på arten. Bygging av veier inn i fjellskogregionen med mye mer trafikk vil derimot kunne ha negativ effekt på fjellrev.

Bjørn *Ursus arctos* må vi betrakte som en karakterart for hele fjellskogregionen. Den fins i høyere-liggende, avsides barskogtrakter med villmarkspreget, og unngår helst åpne områder som dyrket mark, hogstflater og myrer (Sørensen 1990). Hiområdene legges på svært utilgjengelige steder, ofte i den øvre del av skoggrensa i svært bratt terreng (Elgmork 1979, Sørensen 1990). Innslaget av urskog og naturskog i fjellskogen synes viktig. Vi må vie bjørnen stor interesse både i forskning, forvaltning og eventuell skogsdrift i fjellskog.

Både røyskatt *Mustela erminea* og snømus *Mustela nivalis* fins i omtrent alle vegetasjonstyper og i alle mulige terreng over hele landet. Vi vet generelt lite om bestandsstørrelsene i ulike skogtyper, f.eks. om de er mindre eller mer vanlige i fjellskogregionen enn i lavereliggende skog. Begge er spesialiserte smågnagerjegere, og er selv utsatt for predasjon fra mange andre pattedyr og fugl.

Villmink *Mustela vison* er først og fremst knyttet til vassdrag og fins nå over hele landet. Arten blir antakelig lite direkte berørt av skogsdrift i fjellskog.

Mår *Martes martes* er svært vanlig i fjellskogregionen som i andre skogområder. Fjellskogene er ofte betraktet som kjerneområder for måren. Mår er gjerne knyttet til eldre suksesjonstrinn og bruker hule trær til f.eks. hvileplasser.

Jerv *Gulo gulo* er vesentlig utbredt i de nordlige barskogene. Det naturlige leveområdet for jerv i Skandinavia er fjellskog (jf. Røskaft 1990). Men jerven er i vårt land like mye knyttet til høyfjellet. Den bruker fjellskoger og daler som grenser opp mot høyfjellet, f.eks. ligger flere av de kjente hilokalitetene i Snøhetta-området i fjellskog (T. Skogland pers. medd.), og den benyttes også ofte som jaktområde. Jervens utbredelse og mengde i Sør-Norge er begrenset til få områder. I disse områdene vil jerven kunne være sårbar for endring i fjellskogens utbredelse.

Grevling *Meles meles* lever i mange ulike vegetasjonstyper og terreng. Den forekommer etter hvert også i mange fjellskogområder, men vi vet generelt lite om prefererte leveområder eller hiplasser (jf. Bevinger 1990). Det er ikke noe som tyder på at skogbruket har hatt noen klare effekter på endringer i grevlingens utbredelse i Norge (Bevinger 1985).

Oter *Lutra lutra* er i dag sjelden i de fleste av fjellskogtraktene i Sør-Norge. Arten lever i vassdrag, men kan lokalt muligens bli påvirket av skogsdrift i fjellskog. Fjerning av vegetasjon langs vassdrag og uro og forstyrrelser i oterens leveområde er blant flere mulige faktorer til den sørnorske bestandens tilbakegang (jf. Heggberget 1990).

Gaupe *Lynx lynx* lever i lauv- og barskog over det meste av landet. Den foretrekker bratt og svært ulendt terreng (se Kvam 1990). Fjellskogregionen er antakelig generelt viktig for arten, særlig der terrenget er bratt, og hvor innslaget av urskog og gammel naturskog er størst.

Klovdyr, Artiodactyla

Hjort *Cervus elaphus* er vinterstid gjerne konsentrert i store flokker i lavlandet og fjordområdene. Om sommeren sprer de seg innover i landet og oppover mot høyere-liggende strøk (Langvatn 1990). Under denne vandringen følger dyrene ofte markerte trekkruiter i terrenget. Avstanden mellom sommer- og vinterkvarter kan være over 200 km. I de tilfeller hjorten overvintrer i innlandet, ser det ut til at den velger mer snøfattige områder som vinterkvarter, f.eks. i mer brattlendt terreng (Langvatn 1990). Dette betyr at hjort i fjellskogregionen er vanligst om sommeren, men at de områder som har overvinterende hjort her, gjerne har spesielle topografiske eller på annen måte spesielle lokalklimatiske forhold som gjør at hjort kan bruke disse områdene. Det er

derfor viktig at de områdene som hjort bruker om vinteren i fjellskogområdene blir viet spesiell interesse og bevart fra store inngrep. I fjellskog i Polen har Bobek et al. (1984) vist at hjort har sterk preferanse for lauvskogtyper foran barskogtyper.

Rådyr *Capreolus capreolus* lever av urtevegetasjon på bakken hele året og er sterkt avhengig av moderate snødybder. Arten er derfor i enda større grad enn hjort sårbar om vinteren. Vinterområdene har lite snø og ligger gjerne nær dyrket mark. Vi vet for øvrig lite om rådyrets tilpasninger og levemuligheter i fjellskogregionen, bl.a. i fjellbygdene. Strengt snøvintre kan lett slå ut bestander som antakelig i alle tilfelle er små. Se for øvrig Østbye & Bjørnson (1990).

Elg *Alces alces* er et av våre best undersøkte pattedyr, og vi vet relativt mye om denne artens tilpasninger til skog. Arten fins nå i skogstrakter over det aller meste av Norge, men er generelt sjeldnere i fjellskogregionen enn i lavere områder. Undersøkelsene av den norske elgens biologi har vist at tilgang på sommerbeiteplanter av høy kvalitet spiller stor rolle for elgens produksjonsevne (Sæther 1990). Slike beiteplanter er i flere områder spesielt vanlige i fjellskogen. Spesiell stor betydning er forekomsten av skog med stort innslag av turt (*Cicerbita alpina*). Som regel trekker elgen ut av fjellskogen om høsten omtrent ved første snøfall og ned til vinterbeiteområdene i lavlandet (Sæther et al. 1986). Det motsatte bildet finner man imidlertid i Oppland hvor fjellskogområdene er av stor betydning som vinterbeiteområde for elgstammen på vestsiden av Gudbrandsdalslågen (Andersen 1991).

Villrein *Rangifer tarandus* lever ovenfor fjellskogen, men bruker periodevis både bjørkeskog og furuskog til beite. Dette forekommer særlig om våren når fjellskogen gir tilgang på tidlig grønt beite (jf. Skogland f.eks. 1990).

Moskusfe *Ovibos moschatus* lever i Norge i høyfjellet det meste av året, men trekker ned i fjellskogen om våren. De trekker i slutten av juni tilbake til fjellet (Bretten 1990). Artens forekomst og leveområder i Norge er så begrenset at vi regner med at den ikke vil møte de store konfliktene i de arealene moskusen utnytter om våren - forsommeren nede i skogliene.

8 Fugler i fjellskog

Omlag 260 fuglearter er funnet hekkende i Norge (jf. Solheim 1987). Mange av disse er relativt vidt utbredt uten umiddelbar klar tilknytning til bestemte vegetasjonstyper. At fuglefaunaens tetthet og kvalitative sammensetning varierer i forhold til så vel kvalitative som fysiognomiske trekk hos vegetasjonen, er alminnelig kjent. For praktisk bruk i forvaltningen er det også gjort forsøk på å etablere et avifaunistisk klassifiseringssystem etter plantesosiologisk mønster der fuglesamfunn direkte relateres til plantesosiologiske enheter (Bevanger 1977, 1981, 1987a). Et utbygget avifaunistisk klassifiseringssystem vil være et redskap i forvaltningssammenheng for effektivt å identifisere avifaunistiske særtrekk knyttet til "konfliktarealer".

På bakgrunn av generell basiskunnskap om norske fuglearter (f.eks. Haftorn 1980), er det mulig å liste opp arter med tilknytning til fjellskogregionen. Det er imidlertid her grunn til å presiseres at det dreier seg om en "avisosiologisk enhet" (Bevanger 1977) på høyt nivå som omfatter en rekke samfunn og nøkkelbiotoper som tilsammen omfatter en stor prosent av norske hekkfugler. Nyttverdien av en slik artsliste vil følgelig være begrenset. Mange av de betraktninger f.eks. Håland (1985) og Solheim (1987) har gjort i forhold til faunaen i barskog og skog generelt, gjelder også for fjellskogregionen. Som illustrasjon på dette kan nevnes at det i perioden 1970-73 ble utført registreringer mer eller mindre året rundt av fuglefaunaen i Sjodalen, Øst-Jotunheimen innen et område på mellom 200 og 300 km² (Bevanger 1976). Tilsammen ble 118 arter observert, hvorav knapt 100 kan sies å være representanter for den "permanente" fuglefaunaen i fjellskogregionen. Undersøkelsen omfattet et representativt utvalg av de habitater den sentrale sørnorske fjellskogregionen kan fremby, bortsett fra granskog. Til tross for dette ble så godt som alle sørnorske fuglearter potensielt knyttet til høyereliggende skogområder observert i løpet av undersøkelsen.

Det er viktig å ha kunnskap om de ulike funksjoner fjellskogen har for ulike fuglegrupper og de faunistiske tilpasninger som eksisterer, f.eks. i forhold til hekke-, trekk-, overvintrings- og næringsstrategier. Ofte dreier det seg om komplekse og lite åpenbare relasjoner som i praksis går på de enkelte arters sårbarhet og toleransegrenser for forstyrrelser og inngrep. Dette blir stadig viktigere - og vanskeligere - ettersom pattedyr og fugler i stadig større utstrekning stresses av en lang rekke destruktive miljøfak-

torer. Det er den akkumulerte negative påvirkning som fører til nedgang i en arts forekomst der enkeltfaktorer ofte er vanskelige å identifisere.

Overgangssonen mot snaufjellet i den skandinaviske fjellkjeden er på grunn av utstrekning, topografisk og vegetasjonsmessig mangfold og tildels stor organisk produksjon, ornitologisk interessant. Stort arts mangfold samt tildels store tettheter av fugl har gjort at mange ornitologer har besøkt nordboreal region, dvs. primært fjellbjørkeskog med større eller mindre innslag av furu og gran. Dette synes å ha bakgrunn i to forhold. For det første har områdene vært ansett interessante ut fra den kjennsgjering at fjellbjørkeskogen er et særegent fenomen, karakteristisk for fennoskandiske fjellområder; en vestlig, oseanisk utforming av taigaen med tilsvarende områder bare på Kolahalvøya og enkelte steder i Sovjet (Ural), sørvestlige deler av Grønland, Island og nordlige deler av Skottland (se f.eks. Sjörs 1967, Aas 1989). På denne bakgrunn har mange også sett det som sannsynlig at spesielle avifaunistiske forhold har vært knyttet til sonen.

Både i Norge og Sverige har fuglefaunaen i fjellskogregionen vært studert fra tidlig på 1960-tallet (Hogstad 1969, Enemar et al. 1984, Svensson et al. 1984). Kvalitative og kvantitative aspekter hos faunaen av hekkende, små spurvefugl i fjellbjørkeskog er viet stor oppmerksomhet og den "naturlige" situasjon er relativt godt dokumentert (Hogstad 1969, 1975, Ytreberg, 1972, Moksnes 1973, Bevanger 1976, 1977, Enemar et al. 1984, Svensson et al. 1984).

Tilsvarende kunnskap eksisterer ikke for barskogsområder. Selv kjennskap til geografisk forekomst av fjellbarskog synes fragmentarisk. Generelt er det kjent at det i kontinentale strøk av Sør-Norge både finnes arealer med gran- og furufjellskog (også skoggrensedannende). I Midt-Norge dominerer furuskog høyereliggende områder i store deler av Fosenregionen og stedvis i indre Nord-Trøndelag. Fuglefaunaen knyttet til disse områdene er imidlertid dårlig kjent, og det er ikke mulig på grunnlag av nåværende kunnskap å trekke generelle slutninger, hverken kvalitativt eller kvantitativt.

I motsetning til dette har O. Hogstad (pers. medd.) i 25 år fulgt hvordan spurvefuglsamfunnet har utviklet seg i fjellbjørkeskog og bl.a. funnet at tettheten av den vanligste arten i samfunnet, løvsanger, har vist jevn og signifikant tilbakegang gjennom denne perioden. Tilsvarende utvikling er

registrert i Sverige (Enemar et al. 1984). Den type forskningsopplegg Hogstad har i den subalpine bjørkeskogen i Budal, og det svenske forskere har gjort i Ammarnäs, illustrer svært godt betydningen av kontinuitet og langsiktighet hvis f.eks. bestandsutvikling hos ulike fuglearter skal kunne brukes som indikatorer på miljøforringelser eller øke vår forståelse for hvordan fuglesamfunn fungerer i naturen (se f.eks. Wiens 1989). Ved parallelle opplegg i områder med ulike påvirkninger (f.eks. gjennom luftforurensinger), vil denne type kvantitative registreringer av hekkfugl knyttet til bestemte habitater kunne benyttes i miljøovervåkningsammenheng. Dessverre har norske forvaltningsmyndigheter inntil nylig ikke ansett betydningen av denne type langsiktige undersøkelsesopplegg som så viktig at de er blitt prioritert økonomisk. Hogstads undersøkelse er derfor den eneste i sitt slag i Norge.

8.1 Spurvefugl

Publiserte arbeider knyttet til spurvefuglfaunaen i nordboreal region i Fennoskandia er summert av Ytreberg (1972). I løpet av 1970- og 1980-årene er det ved universiteter, naturhistoriske museer og andre faginstitusjoner publisert et betydelig antall rapporter om fuglelivet knyttet til norske vassdrag i forbindelse med verneplaner og vannkraftutbyggingsprosjekter. Oppsummeringer med henvisninger til slike rapporter er gjort i NOU 42 (1983), Thingstad (1984) og Bevanger & Thingstad (1986), Bevanger (1987b). Disse registreringsarbeidene har bidratt til økt detaljkunnskap om utbredelse og forekomst av norske fuglearter generelt.

Et karakteristisk trekk ved spurvefuglfaunaen i fjellbjørkeskog, er at tettheten, dvs. antall individer pr. arealenhet, ofte varierer betydelig fra oligotrofe til eutrofe bjørkeskogstyper (vanligvis kalt "heibjørkeskog" og "engbjørkeskog" blant ornitologer). Når slike sammenligninger gjøres, er det imidlertid viktig å være oppmerksom på store, naturlige svigninger i fuglefaunaen. Ved å sammenstille resultater fra en rekke områder i Skandinavia fant Hogstad (1975) at tettheten av hekkende spurvefugl i de bjørkeskogsområdene som har lavest produksjon varierer fra ca 80 til 300 pr. km², mens det i de høyproduktive områdene kan være opptil 500 hekkende par pr. km².

Kvalitativt domineres fjellbjørkeskog av følgende arter (basert på hekkende, mindre spurvefugl): løvsanger, bjørkefink, gråsisik, sivspurv, rødstjert,

rødvingetrost, trepiplerke, jernspurv og blåstrupe. De to førstnevnte artene utgjør ofte 50–70 % av den totale tetthet i samfunnet i heibjørkeskog, og fra 30 til 55 % i engbjørkeskog. I tillegg opptrer 20–25 andre, mer sparsomt forekommende spurvefuglarter (se f.eks. Hogstad 1975). Ved detaljerte studier av de artsspektra som forekommer, vil en bl.a. se at høyde over havet og regionale parametre gir utslag (Bevanger unpubl.). Dette illustreres også ved å se på dominante arter i mellomeuropeiske, høyereliggende barskogsområder. I 1500–2000 meters høyde i Alpene dominerer norske lavlandsarter som fuglekonge, bokfink og svartmeis, mens lavlands- og fjellbjørkeskogsarter som jernspurv og gråsisik dominerer i krattområder på snaufjellet (Berg-Schlosser 1981). Også i subalpine barskogsområder i sentrale deler av Japan (Shiga-Kogen) opptrer svartmeis og fuglekonge som dominante arter (Nakamura 1983).

Det er få publiserte data som tar for seg tetthet og sammensetning hos fuglesamfunn i barskog. I **høyereliggende furuskog**, både i oligotrofe og mer eutrofe utforminger, er rødstjert vanlig og er å betrakte som en indikator-art for gammel furuskog. Andre arter er grå fluesnapper, trekryper, lavskrike og varsler. Selv om noen av disse også finnes i andre biotoper, er fuglesamfunn på lave nivå (Bevanger 1977) relativt spesielle for slike skogstyper.

Bevanger (1976) sammenligner fuglesamfunn i tre ulike furuskogsområder; Sjødalen, Vaksvik og Røros. Alle steder var løvsanger og bjørkefink dominante arter. I tillegg ble ytterligere 16 arter registrert. Røros og Vaksvik hadde en tetthet på ca 80 territorier pr. km², mens Sjødal hadde 200. Dette skyldes at furuskogsområdet i Sjødalen har en kompleks stratifisering og rik vegetasjon på grunn av næringsrike tilsig fra fyllittområder på Hindflya. Dette illustrerer hvordan lokale forhold dramatisk kan influere på faunaen.

8.2 Hakkespetter

Fjellskogområder er viktig for flere hakkespettarter. Disse opptrer normalt i svært lave tettheter og krever store arealer. De mest aktuelle barskogsartene er svartspett, tretåspett og gråspett. Hvittryggspett og dvergspett er sterkt knyttet til naturlige lauv- og blandingsskoger med god tilgang på gamle trær. Siden arealene med urskog/naturskog er gått sterkt tilbake i lavlandet, har høyereliggende skogområder fått økt viktighet for disse artene. Hakkespetter har

også betydning for andre hullrugende arter. Svartspettens store hull fungerer som reirhull for kvinand, laksand, haukugle og perleugle (dessuten som yngle- og oppholdssted for mår). Siden svartspett kan hakke reirhull i furu, er hullene tilgjengelige i århundrer; de finnes ofte i tørrfuruer. Reirhullene etter andre hakkespettarter brukes av bl.a. perleugle, spurveugle, rødstjert, svartkvit fluesnapper, meiser, vendehals og tårnsvale. Også flaggermus bruker spettehull i sommerhalvåret.

8.3 Ugler og rovfugl

De fleste ugleartene er avhengige av naturskog og urskog. I fjellskogen gjelder dette haukugle, spurveugle, perleugle, lappugle og slagugle. Særlig haukugle påtreffes ofte i gammel barskog i de øvre deler av skogregionen. Andre typiske naturskogsarter er storfugl og hønsehauk. Tilgangen på store reirtre er viktig for flere rovfuglarter. I fjellskogen er dette aktuelt for hønsehauk, kongeørn, havørn, fiskeørn og fjellvåk, til dels også spurvehauk. Noen arter som ikke bygger reir selv utnytter gamle rovfugl- og kråkereir, særlig lappugle, hornugle, dvergfalk og tårnfalk. Jaktfalk, dvergfalk og hubro utnytter også denne sonen som hekkehabitat.

8.4 Våtmarksfugl

Mange vadefuglarter er primært knyttet til fjellskogregionen. For denne gruppen er kombinasjonen av åpne områder med tett eller glissen skog omkring spesielt viktig. Det er gruppen storsniper (rødstilk, gluttsnipe, skogsnipe, grønnstilk og sotsnipe) som i størst grad er avhengige av slike områder, men arter som myrsnipe, brushane, småspove, lappspove, enkeltbekkasin og dobbeltbekkasin kan bli negativt påvirket av inngrep i fjellskogregionen. Også trane holder seg primært til disse habitatene.

8.5 Habitatvern som artsvern

Generelt vil et økosystem og et bestemt fuglesamfunn være sammensatt av en rekke arter, men slik at bare én eller noen få er tallrike. De andre artene opptrer med relativt lav frekvens og vil være å betrakte som mer eller mindre "sjeldne". Antall arter og frekvensen de opptrer ved, er bestemmende for samfunnets mangfold eller **diversitet** (se f.eks. MacArthur 1964). Hogstad (1975) illustrerer dette

gjennom sin sammenligning av spurvefuglsamfunn fra forskjellige fjellbjørkeskogstyper. Han viser også at de oligotrofe og strukturelt enkleste bjørkeskogene har lavere diversitet enn de mer produktive og strukturelt mer komplekse bjørkeskogene ("engbjørkeskog"). Det er også generelt kjent at når et samfunn utsettes for stress, det være seg av klimatisk eller toksisk karakter, eller gjennom hogst, så vil diversiteten avta og et lite antall arter bli dominant (se f.eks. Lovejoy 1988). Denne type diversitetsbetraktninger kan derfor i en viss utstrekning benyttes til å måle "sunnhetstilstanden" hos et økosystem. Det er med andre ord viktig å være oppmerksom på at når de fleste arter opptrer fåtallig og tildels er å betrakte som sjeldne, er det å betrakte som normalt. Følgelig er det lett å overse den enkelte, fåtallige art og neglisjere dens betydning i helheten. Men bl.a. på grunn av at de fleste arter normalt opptrer fåtallig, er det også grunn til å anta at den enkeltes funksjon i økosystemet er av betydning. Dette understreker bl.a. nødvendigheten av at det bør satses på forskningsprosjekter som avdekker normalsituasjonen i de enkelte fuglesamfunn før inngrep skjer, og at eventuelle inngrep skjer slik at alle arter tas vare på. I en bruksskog er det langt fra tilfellet.

landskapsmessig betydning. I Todalen på Nord-Møre hugges nå slik skog og Statens skoger har i 1990 tatt i bruk helikopter for å frakte ned trærne.

For fjellskogregionen, som for andre naturområder, gjelder at ved å ta vare på habitatene bevares også artsinventaret. Økt bevissthet og kunnskap om regionens nøkkelhabitater og deres sentrale funksjoner, er derfor avgjørende for enhver bevaringsstrategi. Fjellbjørkeskog og fjellbarskog er f.eks. ofte knyttet til større og mindre fjelldalsystemer. Betydningen av slike fjelldaler kan vanskelig understrekes sterkt nok. Vinters tid representerer de oaser i et ellers goldt snølandskap. Da har bl.a. arter som granmeis, dompap, gråsisik, lavskrike, lirype, orrfugl, storfugl, dvergspett og tretåspett fast tilhold her. Fjelldalene og skogområdene (og i særlig utstrekning fjellbjørkeskog) representerer da eneste overlevelsesmulighet både for en del fugl og pattedyr. Om sommeren er de en kilde for særdeles stor organisk produksjon. Den årlige tilstrømming sørfra av millioner flyttfugler til Skandinavia har bl.a. årsak i denne enorme produksjonen av føde.

Flere områder har særegne utforminger av fjellskog. I noen fjelldaler, bl.a. i Trollheimen i Midt-Norge, vokser gigantiske fjellfuruer i fjellbjørkeskogen. Disse tre til fem hundre år gamle trærne ble åpenbart etablert under gunstigere klimaforhold enn i dag. Sammen med tørrfuruer ("gadd") danner de en slags "relikt skog" som både har stor faunistisk og

9 Invertebrater i fjellskog

Våre høyereliggende barskoger inneholder ved siden av endel eksklusivt nordlige arter også en god del invertebratarter som forekommer i lavereliggende skogsområder, samt i fjell- bjørkeskog. I fjellbjørkeskogen vil en ved siden av en del fjellarter finne mange arter som også forekommer i mellom-boreal og lavlandet. Som et apropos kan nevnes at 72,5 % av Nord-Norges billearter også forekommer i Danmark (Strand 1946). Til tross for at tallene som ligger bak denne beregningen er foreldet, er forholdet fremdeles gyldig.

Klimaet er en av de viktigste faktorene som regulerer invertebratarters utbredelse. Andre avgjørende faktorer er forekomst av egnede habitater kombinert med spredningsevne. Forekomst av de ulike habitater går ofte på tvers av høydegradienter og tradisjonelle biogeografiske inndelinger. Mange arter er også i stand til å leve i flere ulike klimasoner, blant annet ved å forlenge sin livssyklus i kjøligere områder. På grunn av sin bevegelighet er nok mange invertebrater i stand til å endre sin utbredelse relativt hurtig i takt med endrede miljøforhold. Dette omfatter både endringer i arters lokale utbredelse og nyinnvandring. Korttids- og langtidsendringer i klima og menneskelige aktiviteter er sannsynligvis de viktigste årsakene til endringer i utbredelse.

Kunnskapen om vår invertebratfauna er ikke alltid tilstrekkelig til å kunne konkretisere hvilke arter som spesifikt tilhører høyereliggende barskog eller fjellbjørkeskog. Derimot er det i entomologisk sammenheng ofte snakk om "en boreal fauna", som i hovedsak er knyttet til boreal barskog og dens utvalg av habitater/miljøer. En del arter fra denne faunaen, særlig fra de best kjente insektordener (biller og sommerfugler) vil i mange tilfeller kunne betegnes som enten nordboreale eller sørboreale. De færreste enkeltfunn som ligger til grunn for artenes kjente utbredelse har imidlertid tilstrekkelige opplysninger om lokalitet (inkl. høyde over havet) og habitat.

Til tross for både mangel på kunnskaper og systematisering av data, synes de høyereliggende skogsområder likevel å inneholde entomologiske elementer som det er verdt å ta vare på, jf. Pettersson (1984). Löfgren (1984) oppsummerer verdien av fjellnære naturskoger/urskoger i følgende punkter: 1. De er en naturlig og integrert del av hele fjellverdenens naturmiljø og en viktig forutsetning for

dens artsrikdom og faunaens stabilitet. 2. De utgjør livsmiljøet for atskillige av fjellregionens arter som krever eller foretrekker uforstyrrede forhold. 3. De er viktige for bevaring av skogsarter som er eller kan bli truet av det moderne skogbruket.

9.1 Antall arter i høyereliggende skog

Invertebratenes artsrikdom avtar dramatisk fra tropiske områder mot tempererte strøk. Det totale artsantallet for Fennoskandia er neppe forsøkt beregnet, men bare i Sverige regner man med å ha nærmere 30 000 invertebratarter - derav ca 21 000 insektarter (Ehnström & Waldén 1986). Aagaard & Hågvar (1987) kalkulerer med 12 000-15 000 insektarter i Norge, og det synes i dag realistisk å regne med at tallet ligger over 15 000.

Hvor mange arter som forekommer i fjellskogsområder i Norge, eller i hele Fennoskandia, er nok heller ikke forsøkt beregnet. Majoriteten av våre invertebratarter tilhører de nemorale og boreonemorale områder. Høyereliggende områder av vårt land inneholder sannsynligvis likevel noen tusen arter invertebrater.

9.2 Insekthabitater i fjellskog

Den lavere faunaens artsmangfold gjenspeiler mange ulike tilpasninger og nisjer. De ulike arter er knyttet til mange forskjellige miljøer (bl.a. trær, skogbunn, vann), og både mellom disse og innen hvert enkelt er det helt ulike biologiske faktorer artene må forholde seg til. Dette gjør det vanskelig å lage en konsekvent inndeling av aktuelle insekthabitater i et økosystem.

Når det gjelder skog og levevis tilknyttet trehabitater, er forøvrig billene klart den dominerende insektordenen. Det er ingen tvil om at habitatene til invertebrater med levevis i skogbunn, på myrer, i bekker og vatn også mer eller mindre kan være tilknyttet skogsmiljøet, men forbindelsen her er mer sekundær.

Følgende økologiske inndeling inneholder dimensjoner som habitat og næringssubstrat. Som tidligere nevnt er det i denne sammenheng lagt størst vekt på skogsfaunaen.

A Trefauna

1 Fytofager

- 1 Arter som lever i veden på levende/døende trær
- 2 Arter som lever i kambiet under bark på levende/døende trær
- 3 Arter som lever av tørr og hard ved på døde trær
- 4 Arter som utvikles i ved og bark på brannskadde trær
- 5 Arter som utvikles i nåler/bladverk på busker og trær
- 6 Arter som utvikles i blomster og kongler på trær

2 Soppetere

- 1 Arter som lever av mycel i ved og under bark
- 2 Arter som lever av soppenes fruktlegemer på trestammer
- 3 Arter som lever av mycel i boremel og insektganger i trær
- 4 Arter som utvikles i tresopper på brannskadde trær

3 Rovdyr

- 1 Arter som er predatorer på ved- og/eller barklevende insekter av tidlig fase
- 2 Arter som er predatorer på ved- og/eller barklevende insekter i senere dekomponeringsfaser
- 3 Arter som er predatorer på tresopplevende insekter
- 4 Arter som er predatorer i nål/bladverk
- 5 Arter som er predatorer i ganger og reir hos andre trelevende dyr (insekter, fugler, ekorn)
- 6 Arter som er predatorer på sevjeetende insekter
- 7 Arter som er predatorer i ganger og bol i brannskadde trær

4 Snyltere på andre invertebrater

5 Annet levevis

- 1 Arter som lever av tørr, men mer eller mindre morken og løs ved
- 2 Arter som lever av sevje fra soppangrepne trær
- 3 Arter som lever av organiske rester (ekskrementer, boremel) i ganger og reir hos trelevende dyr (insekter, fugler, ekorn)
- 4 Arter som lever av rester etter andre dyr i brannskadde trær

B Markfauna

1 Fytofager

- 1 Arter som lever av gress og urter
- 2 Arter som lever av moser

2 Soppetere

- 1 Arter som lever av soppers fruktlegemer
- 2 Arter som lever av mycel

3 Rovdyr

- 1 Generelle predatorer
- 2 Arter som er predatorer i underjordiske dyrebol
- 3 Arter som er predatorer i forsumpet skogbunn
- 4 Arter som er predatorer i myr

4 Snyltere på andre invertebratarter

5 Annet levevis

- 1 Arter som lever av dødt, organisk materiale generelt
- 2 Arter som lever av pattedyrskremitter
- 3 Arter som lever av åtsler
- 4 Arter som lever av dødt, organisk materiale i myr/forsumpet skogbunn
- 5 Arter som er knyttet til sosiale hymenoptera, bl.a. de myrmecofile
- 6 Arter som lever i pattedyrbol, først og fremst smånagere

C Vannløp

1 Fytofager

- 1 Akvatiske arter som lever av vannplanter
- 2 Terrestriske/semiakvatiske arter som lever av vannplanter
- 3 Akvatiske arter som lever av alger
- 4 Terrestriske/semiakvatiske arter som lever av alger

2 Rovdyr

- 1 Arter som er predatorer på vegetasjonsrike strender
- 2 Arter som er predatorer på minerogene strender
- 3 Arter som er predatorer i vann

3 Snyltere på strand- og vannlevende arter

4 Annet levevis

- 1 Arter som lever av dødt organisk materiale på strender
- 2 Arter som lever av dødt organisk materiale i vann

Ulike insektordeners tilknytning til disse miljøene er vist i **tabell 9**.

Tabell 9 Insekt-ordener knyttet til nordboreale skogsmiljøer. Næringssubstrat/habitat-inndelingen følger kategoriene i avsnitt 9.2. A trær, B skogbunn, C vannløp. - Orders of insects in north boreal habitats. Substrate/habitat classification as in paragraph 9.2 in the text. A Trees, B Forest floor, C Water-bodies.

	A	B	C
Collembola (spretthaler)	+	+	+
Ephemeroptera (døgnfluer)			+
Odonata (øyenstikkere)			+
Plecoptera (steinfluer)			+
Orthoptera (rettvinger)		+	
Dictyoptera (kakerlakker)		+	
Hemiptera (nebbmunner)	+	+	+
Psocoptera (støvflus)	+		
Thysanoptera (trips)	+	+	
Siphonaptera (lopper)		(+)	
Planipennia (nettvinger)	+	+	
Mecoptera (skorpionfluer)		+	
Lepidoptera (sommerfugler)	+	+	+
Trichoptera (vårfluer)			+
Diptera (tovinger)	+	+	+
Hymenoptera (årevinger)	+	+	+
Coleoptera (biller)	+	+	+

9.3 Insektordener

De fleste insektordner som forekommer i Norden er representert i fjellskogen. To viktige ordner som vi har en del kunnskap om, biller og sommerfugler, omtales i egne underkapitler, mens det bare er gitt en kort oversikt over de andre ordenene, samt for noen av de andre invertebratene.

Biller

Billene utgjør en evolusjonsmessig svært suksessrik insektorden. Vi finner arter i nesten alle tenkelige habitater verden over. Av de ca 3300 registrerte artene i Norge kan man grovt regne ca 350 som hovedsakelig tilhørende høyereliggende skogsområder og fjellområder. Dette tallet er basert på en opptelling av arter som ifølge billekataloger (Lindroth 1960, Lundberg 1986) kun er kjent fra regioner med høytliggende eller boreale områder. I disse

høyereliggende områdene forekommer også et stort antall billearter som ellers er vidt utbredt i lavlandet.

På grunnlag av nevnte utbredelseskataloger for biller, samt litteratur om og egne erfaringer med trelevende biller, har jeg funnet at våre boreale skogsområder inneholder ca 530 arter som er knyttet til ved-, bark- eller tresopp. De fleste av disse er også vidt utbredt i boreonemorale og sørboreale områder, men omlag 100 av dem, fordelt på 27 familier, har sitt tyngdepunkt i mellom- eller nordboreal, jf. **tabell 10**. Halvparten av disse er representanter fra de seks familiene kortvinger (Staphylinidae), smellere (Elateridae), Cryptophagidae, muggbiller (Latridiidae), trebukker (Cerambycidae) og barkbiller (Scolytidae).

Arter med andre levevis, og som kan sies å tilhøre fjellskog, er vanskeligere å tallfeste. Det dreier seg her i første rekke om nedbrytere og rovinsekter i skogbunn, som for billenes vedkommende hovedsakelig er representert ved et stort antall kortvinger og noen løpebillearter. Fytofage arter utover de bark- og vedlevende, det vil si de som lever av urter og bladverk, er i langt mindre grad representert i mellom- og nordboreal region enn i den nemorale region. Noen få arter av bladbiller og snutebiller knyttet til vier og bjørk er likevel særegne for nordlige og høyereliggende områder i Skandinavia. Videre er flere billearter i boreale områder knyttet til ferskvann (bl.a. vannkalver og vannkjær), til elvebredder, strender og til myr (bl.a. løpebiller og kortvinger).

I hvilken grad de ulike artene som forekommer i fjellskog kan regnes som truet, kommer an på hva vi gjør med disse skogsområdene. Vi har liten eller ingen kunnskap om hvordan de ulike hogstformer påvirker den laverestående faunaen i disse marginale skogsområdene. Sannsynligvis vil skadevirkningene bli de samme som i lavlandet, dvs. at det er de tre- og tresopplevende artene som får redusert sine livsbetingelser. Kvamme & Hågvar (1985) presenterer 41 billearter som kan regnes som truede eller sårbare i norske skogsmiljøer. Av disse kan følgende fem arter knyttes til boreale skogsområder: *Agonum mannerheimii*, *Peltis grossa*, *Upis ceramoides*, *Phryganophilus ruficollis*, *Leptura nigripes* og *Monochamus urussovi*. Samme kategori tilhører også *Bius thoracicus* og *Pytho abieticola* (jf. Pettersson 1984). Sistnevnte art ble påvist i Norge etter at Kvamme & Hågvar (1985) ble utgitt (Hanssen 1985).

Tabell 10 Oversikt over billefamilier tilknyttet trefaunaen (ved-, bark- og tresopplevende) i fennoskandiske skogsområder. Næringssubstrat/habitat-inndelingen følger kategori A i avsnitt 9.2. Kolonne BS angir ca antall arter som forekommer i boreale skogsområder i Norge. Kolonne HS angir ca antall av disse artene som etter svenske og norske utbredelseskataloger ser ut til å ha sitt tyngdepunkt i høyereliggende skogsområder. - Families of beetles living on trees (wood, bark, wood-inhabiting fungi) in Fennoscandian forests. Substrate/habitat classification as in chapter 9.2. Column BS gives the number of species occurring in boreal forests in Norway. Column HS gives the number of species which, according to Swedish and Norwegian invertebrate catalogues, seem to be living mainly in forests in the middle and north boreal regions.

Familie Family	Næringssubstrat/habitat - Substrate/habitat					BS	HS	Familie Family	Næringssubstrat/habitat - Substrate/habitat					BS	HS
	A1	A2	A3	A4	A5				A1	A2	A3	A4	A5		
Carabidae			x			6	1	Cucujidae			x			9	4
Ptilidae	x					5	0	Cryptophagidae		x				22	7
Leiodidae	x					16	3	Erotylidae		x				5	0
Scydmaenidae			x			5	0	Cerylonidae			x			5	0
Scaphidiidae	x					4	1	Endomychidae		x				3	0
Staphylinidae	x	x				58	20	Corylophidae		x				2	2
Pselaphidae			x			12	0	Latridiidae		x				23	8
Histeridae			x			9	0	Cisidae		x				21	3
Scarabaeidae					x	2	0	Colydiidae			x			4	0
Lucanidae					x	3	0	Mycetophagidae		x				5	0
Lycidae			x			5	0	Oedemeridae					x	2	0
Elateridae			x		x	18	5	Pythidae		x			x	2	1
Eucnemidae	x				x	2	0	Pyrochroidae			x		x	2	0
Buprestidae	x				x	18	3	Salpingidae			x			6	2
Dermestidae					x	4	1	Aderidae		x				3	0
Bostrichidae	x					2	2	Cephaloidea		x				1	1
Anobiidae	x					17	2	Tenebrionidae		x	x			14	2
Ptinidae					x	2	0	Anaspidae		x			x	6	2
Lymexylidae	x					1	0	Mordellidae		x			x	3	0
Trogositidae		x				6	2	Tetatomidae		x				2	1
Cleridae			x			2	0	Melandyridae		x				13	2
Melyridae			x			6	1	Cerambycidae		x			x	57	13
Malachidae			x			2	1	Anthribidae		x			x	3	0
Nitidulidae			x			26	4	Curculionidae		x			x	20	0
Sphindidae		x				2	0	Scolytidae		x	x			51	9
Rhizophagidae			x			8	0							526	103

Sommerfugler

Insektordenen sommerfugler omfatter i Norge rundt 2100 arter og i Norden nesten 3000 arter. Ordenen omfatter bl.a. gruppene dagsommerfugler, nattfly, målere, svermere og ulike grupper spinnere. I tillegg kommer en lang rekke familier av mindre arter som tidligere ble omtalt som "småsommerfugler". Vår kunnskap om utbredelse og økologi er best når det gjelder de først nevnte gruppene, men i et omfattende økologisk prosjekt på fjellskogens fauna vil

også de "små" artene kunne gi verdifull informasjon om økologiske særpreg ved skogen.

Det er foretatt få eller ingen direkte registreringer av sommerfuglfaunen i fjellskogen her i Norge. Det vi har av data er en generell dyregeografisk oversikt over artene og en del kunnskap om de ulike artenes økologiske "krav".

Som for de andre ordenene vil faunaen i fjellskogen være satt sammen av arter med en vid utbredelse og

mer spesialiserte arter. Det samlede arts mangfold vet vi i dag lite om. I det følgende vil vi konsentrere oss om spesialistene på nordlige forhold.

Nordlige sommerfuglarter. Tabell 11 gir en oversikt over sommerfuglarter med et nordlig utbredelsesmønster. Fjellbjørkeskogsartene (B1) opptrer hovedsakelig i fjellbjørkeskog, men kan også gå opp i alpin region og (i undergruppe B2) ned i barskogen.

I gruppen C har vi plassert arter som enten bare opptrer i de nordlige delene av barskogen (C1) eller i det minste har sin hovedutbredelse her (C2).

Det er arter som har disse typene utbredelsesmønster som kan tenkes å bli truet av en reduksjon av fjellskogen.

Rundt 25 av våre nesten 100 dagsommerfuglarter har en nordlig utbredelse. Men bare noen få arter kan sies å være knyttet til fjellskogsområdene og ingen direkte til selve skogen. Gressommerfuglene *Erebia disa* og *Oenis jutta* er karakteristisk for regionen, men flyr på våte marker og myr i barskogen. På lysninger i bjørkeskogen og ned mot gran-skogen finner vi også *Clossiana thore*, *Erebia pandrose*, *Boloria napaea* og *Oenis norna*. På myrer og lysninger i store deler av fjellskogen flyr også perlemorsommerfuglene *Proclassiana eunomia*, *Clossiana frigga* og *C. freija* og den violette gullvingen *Lycaena helle*.

Familien nattfly er en av de største i ordenen med rundt 460 arter i Norden. Sannsynligvis på grunn av disse artenes tilpassning til nattaktivitet og mørket avtar artsantallet sterkt mot nord. Rundt tretti arter har et nordlig utbredelsesmønster, men nokså mange av disse er knyttet til områdene over skogrensa. En slekt eller slektsgruppe har imidlertid spesialisert seg på nordlige skogsområder. I slekten *Xestia* finner vi en lang rekke arter i Norden som til dels er helt utknyttet til nordlig skog. Noen av disse artene er meget sjeldne og ofte bare funnet i et fåtall eksemplarer tilsammen i hele Norden. I tillegg til denne slektsgruppen finner vi nattflyarter knyttet til fjellskogsregionen spredt utover på ulike underfamilier. Typisk for fjellskog er f.eks *Sympistes funebris*, *Hillia iris*, *Apamea maillardi* og *Apamea rubrireana*. Underfamilien Plusiinae omfatter nattfly med metallfargete tegninger. Fem av artene i denne gruppen er delvis knyttet til denne regionen, og to av disse kan betegnes som sjeldne.

Målere utgjør en familie med rundt 340 arter i Norden. Et tjuetall av disse har en nordlig utbredelse, hvorav halvparten er knyttet til fjellviddene. Men også i denne familien finner vi arter som er karakteristiske for nordlige skogsområder eller fjellskog. *Malacodea regelaria* flyr i eldre, tett granskog og er bare påvist et fåtall ganger i Norge. Likeledes er *Thera serraria* kjent fra skyggefull granskog, men denne arten har en videre utbredelse.

Blandt spinnerne er *Cosmotriche lunigera* av spesiell interesse. Arten er funnet et fåtall ganger i Norge. Larven lever på gran. Roteteren *Hepialus ganna* er til nå bare funnet i Finland.

Andre insektordener

Spretthaler (Collembola) finnes tallrike i jord og skogbunn nesten overalt. De ulike artene er ofte knyttet til bestemte habitater, noen har en nordlig utbredelse, men ingen arter regnes som særegne for fjellskogsområder (Arne Fjellberg, pers. medd.).

Insektordnene **døgnfluer** (Ephemeroptera), **steinfluer** (Plecoptera), **øyenstikkere** (Odonata) og **vårfluer** (Trichoptera) er helt utknyttet til vann i larvestadiet. Ni arter døgnfluer, fire arter steinfluer og elleve arter øyenstikkere er tatt med i en oversikt over sjeldne insekter i Norge (Aagaard & Hågvar 1987). Det er vanskelig å se at noen av disse artene vil bli katastrofalt berørt av inngrep i fjellskogen.

Tovinger (Diptera) er en artsrik orden som omfatter mygg i vid forstand og fluer. Vi har ennå ingen artsoversikt for hele ordenen i Norge. Artsantallet er sikkert over 3000 arter. Mange av familiene i denne ordenen lever i larvestadiet på råtnende planter og dyr eller i ekskrementer. Noen familier har vannlevende larver, mens andre lever i sopp og soppinfisert treverk, i andre insekter eller i friske planter. Et fåtall arter er blodsugende på virveldyr. Det er ikke mulig å si noe om artutvalget av denne gruppen i fjellskog med det nåværende kunnskapsnivå i Norge. Før vi kan si noe om gruppen, må det gjennomføres feltstudier i flere utvalgte områder. Materialet må i noen tilfeller sendes til spesialister i utlandet for bestemmelse. En god del familier kan vi etter hvert få bestemt av norske entomologer.

Rettvinger (Orthoptera) og **kakerlakker** (Dictyoptera) er representert med en art hver i boreale områder, men ingen av dem er spesielle for fjellskog.

Tabell 11. Nordlige sommerfuglarter. Tabellen gir en oversikt over arter med et nordlig utbredelsesmønster som forekommer i skog. Kolonne B1 omfatter arter som er begrenset til fjellbjørkeskogen, mens B2 angir arter som går fra fjellbjørkeskogen og ned i barskogen. C1 omfatter arter som er knyttet til den nordboreale delen av barskogen. C2 omfatter arter som har sin hovedutbredelse her, men også kan finnes i sørligere områder. Enkelte av artene er til nå ikke funnet i Norge. Dette kan skyldes dårlig dekning av undersøkelser nettopp i fjellskog i Norge, og artene kan derfor være svært relevante i denne sammenheng. - Northern butterflies and moths. A survey of forest species with a northern distribution. Column B1 comprises species which are restricted to the mountain birch forest; the species in B2 also descend to the coniferous forest. C1 species have their main distribution in the coniferous forest; C2 species also have their main distribution in the coniferous forest but are also found in southern areas. Some of the listed species have not been found in Norway yet. This may be due to insufficient investigations in the mountain forests in Norway, and the species might, therefore, be highly relevant in this connection.

	B1	B2	C1	C2		B1	B2	C1	C2
Dagsommerfugler					<i>Syngrapha microgamma</i>				x
<i>Clossiana thore</i>	x				<i>Autographa macrogamma</i>		x		
<i>Clossiana frigga</i>			x						
<i>Clossiana freija</i>				x	Målere				
<i>Proclossiana eunomia</i>				x	<i>Scopula frigidaria</i>				x
<i>Boloria napaea</i>	x				<i>Entephria nobiliaria</i>	x			
<i>Euphydryas iduna</i>	x				<i>Entephria flavicinctata</i>		x		
<i>Erebia medusa</i>	x				<i>Perizoma minorata</i>		x		
<i>Erebia pandrose</i>		x			<i>Colostygia turbata</i>		x		
<i>Erebia disa</i>		x			<i>Xanthorhoe abrasaria</i>		x		
<i>Erebia embla</i>			x		<i>Xanthorhoe annotinata</i>				x
<i>Oenis jutta</i>				x	<i>Thera serraria</i>				x
<i>Oenis norna</i>		x			<i>Chloroclysta infuscata</i>				x
<i>Albulina orbitulus</i>	x				<i>Rheumaptera subhastata</i>				x
<i>Lycaena helle</i>			x		<i>Malacodea regelaria</i>			x	
<i>Pyrgus centaureae</i>		x			<i>Eupithecia virgaureata</i>				x
					<i>Lycia pomonaria</i>	x			
Nattfly					<i>Lycia lapponaria</i>	x			
<i>Poliobrya umovii</i>				x	<i>Parietaria vittaria</i>				x
<i>Xestia alpicola</i>				x	<i>Itame loricaria</i>				x
<i>Xestia borealis</i>			x		<i>Pygmaena fusca</i>	x			
<i>Xestia sincera</i>			x		<i>Psodos hirtata</i>	x			
<i>Xestia speciosa</i>				x					
<i>Xestia rhaetica</i>				x	Bjørnespinnere				
<i>Xestia laetabilis</i>				x	<i>Pararctia lapponica</i>		x		
<i>Xestia distena</i>				x	<i>Acerbia alpina</i>	x			
<i>Xestia gelida</i>				x	<i>Grammia quenseli</i>	x			
<i>Xestia tecta</i>		x			<i>Eilema cereola</i>				x
<i>Lasionycta skraelingia</i>				x					
<i>Polia lamuta</i>				x	Bloddråpesvermere				
<i>Anarta melanopa</i>	x				<i>Zygaena exulans</i>	x			
<i>Sympistis heliophila</i>			x						
<i>Sympistis funebris</i>			x		Glassvinger				
<i>Nola karelica</i>				x	<i>Synanthedon polaris</i>		x		
<i>Hillia iris</i>				x					
<i>Apamea maillardi</i>			x		Spinnere				
<i>Apamea rubrirena</i>				x	<i>Cosmotricha lunigera</i>				x
<i>Anartomima sedescens</i>				x					
<i>Syngrapha hohenwarthi</i>				x	Rotetere				
<i>Syngrapha parilis</i>				x	<i>Hepiolus ganna</i>				x
<i>Syngrapha diasema</i>				x					

Nebbmunner (Homoptera), som omfatter minst 1000 arter i vårt land, har vi også svært mangelfulle kunnskaper om. Når det gjelder teiger (u.ord. Heteroptera) har 25-30 arter sitt tyngdepunkt i nordlige eller boreale strøk. Blant disse finner vi noen barktege-arter (Aradidae). De har sitt levested under barken på døde trær og i tilknytning til tresopp, og flere arter regnes i Sverige og Finland som truet.

Av **støvlus** (Psocoptera) er det påvist ca 24 arter i Norge, men vi kjenner lite til deres utbredelse. De lever for det meste på bark og bladverk av trær.

Trips (Thysanoptera) og **løpper** (Siphonaptera) har vi også for liten kunnskap om til å vurdere artenes tilknytning til fjellskog.

Nettvinger (Neuroptera) er kjent med 54 arter i Norge og **skorpionfluer** (Mecoptera) med fire arter. Nettvingen *Parasemidalis fuscipennis* som bare er funnet en gang i Norge, er knyttet til granskog.

Kunnskapen om våre **årevinger** (Hymenoptera) er også svært mangelfull. Vi antar at vi har minst 4000 arter, som for det meste utgjøres av snylteveps (u.ord. Apocrita, fam. Ichneumonidae) og planteveps (u.orden Symphyta). Av øvrige hymenoptere kan nevnes maur, graveveps, stikkeveps, bier og humler. Av snylteveps må man regne med at et stort antall forekommer i fjellskogsområder, deriblant en del som er spesifikke snylttere på invertebrater som kun forekommer der. Planteveps har sitt globale tyngdepunkt i nordlige strøk, og i Norge er det hittil registrert omlag 750 arter. Mange av artene lever på *Salix*- og *Betula*-arter, og er spesielle for nordboreale og alpine områder. Disse er i større grad knyttet til nordboreal bjørkeskog enn til barskog. Noen arter regnes til og med for å være endemiske for den skandinaviske fjellkjeden. Klubbvepsarten *Praia taczanowskii* er funnet ca 10 ganger på verdensbasis, blant annet ved Kongsvoll på Dovrefjell og i Dividalen i Indre Troms (Fred Midtgaard, pers. medd.).

9.4 Andre invertebrater

Landlevende invertebrater omfatter ikke bare insekter, men også leddyr som for eksempel tusenbein (Diplopoda), skolopendere (Chilopoda) og edderkoppdyr (Arachnoidea), samt bløtdyrene snegler (Gastropoda). Både innen edderkoppdyr og snegler finnes det arter som kan betegnes som boreale, blant annet noen sneglearter tilknyttet

rikmyr og i mindre grad skogshabitater (Johan Andersen pers. medd.). Utbredelsen til våre mange arter av edderkoppdyr er heller ikke godt nok utredet til å gi noen status over arter som måtte være eksklusivt tilknyttet fjellskog. Visse arter av moskorpioner (ord. Pseudoscorpiones), som er knyttet til seine suksesjonsstadier av skog, er følsomme for hogst.

9.5 Entomologiske feltstudier

I Norge mangler vi fremdeles oversikt over alle invertebrat-arter som forekommer i vår fauna. Riktignok kjenner vi insekt-ordner som biller og sommerfugler relativt godt, men kunnskapen om biologi og innenlandsk utbredelse er for mange arters vedkommende svært mangelfull.

Faunistikk-arbeidet i det terrestriske miljø har tradisjonelt bestått av usystematiske innsamlinger, og i mindre grad av fauna-inventeringer og samfunnsøkologiske studier med zoogeografiske aspekter. En stor del av de opplysninger som oversiktene over artenes utbredelse baseres på, er objekter i museumssamlinger og private samlinger. Mange av disse mangler detaljerte stedsangivelser og gode habitatbeskrivelser, noe som gjør videre bearbeiding vanskelig. Sammenstillinger av tilgjengelige funnopplysninger er videre meget tidkrevende grunnet det store antall arter og de mange referanser man må forholde seg til. Vår kunnskap om sommerfugler og biller i Norge er nesten utelukkende basert på slike spredte funn, samlet av et relativt stort antall personer gjennom hundre år.

I det følgende omtales kun en del større arbeider på invertebrater som kan sies å være relevant for fjellskog.

Norske undersøkelser og arbeider som berører norske områder

Inventeringer på den trelevende invertebratfaunaen i boreal barskog er til nå ikke utført i Norge. Hansen (under utarb.) har foretatt en sammenligning av billefaunaen (trelevende og skogbunnslevende) i naturskog og ulike suksesjonsstadier av kulturgran-skog i Lierne kommune i Nord-Trøndelag.

I fjellbjørkeskog er det utført flere arbeider på invertebrater. Her kan nevnes Tenows (1972) inngående studier av de periodisk masseforekommende

måler-artene fjellbjørkemåler (*Oporinia autumnata*), liten frostmåler (*Operophtera brumata*) og bjørkefrostmåler (*O. fagata*) i Skandinavia og Nord-Finland. Artenes masseopptreden i den skandinaviske fjellkjeden fant sted gjennomsnittlig hvert 9,4 år, med ekstremintervaller på 5-15 år. Utbruddene kan ikke kalles sykliske, da de skjer etter tre ulike mønstre: 1. spontane utbrudd over hele fjellkjeden, 2. oppstår i en del av fjellkjeden og bølger seg videre over resten av området, 3. lokale og uregelmessige utbrudd.

Hågvar (1976) har studert invertebratfaunaen på bjørkegreiner langs høydegradienter fra lavlandet og opp til tregrensen i Sogndal i Sogn og Fjordane. Materialet består hovedsakelig av teger (12 arter), sikader (12 arter), biller (31 arter) og edderkopper (15 arter). Et generelt lavere artsantall over 500 m o.h. følger overgangen fra blandingsskog til nesten ren bjørkeskog.

Fjellberg (1972), Jussila (1973), Chvala (1974), Meinander (1974), Ossiannilsson (1974) og Støp-Bowitz (1974) behandler ulike invertebrater fra den nordvestlige delen av Hardangervidda, henholdsvis biller (Coleoptera), snylteveps (Hymenoptera, Ischneumonidae), støvflus (Psocoptera), dansefluer (Diptera, Empididae), noen teger (Heteroptera, Auchenorrhyncha og Psylloidea) og fåbørstemark (Lumbricidae, Annelida, Oligochaeta). Mange av lokalitetene i denne undersøkelsen tilhører nordboreal region, med høyde over havet fra 825 til 1160 m.

Skogbunnsfaunaen i fjellskog har vært gjenstand for flere undersøkelser. Under IBP-programmet tidlig på 1970-tallet, ble det samlet inn materiale fra skogbunn i høyereliggende furuskog og fjellbjørkeskog i Sjødalen, og i fjellnære granskoger i Vassfaret. Dette materialet er i liten grad bearbeidet og publisert. Hauge & Wiger (1988) har imidlertid sammenlignet edderkoppfaunaen fra 12 ulike habitater i Vassfaret. Det ble her påvist 119 arter, og artssammensetning synes å ha sammenheng med vegetasjonstype. Videre har Stokkland (under bearb.) studert variasjon i artssammensetning hos skogbunnsbiller i naturskog i Vassfaret.

Strand (1946) behandler Nord-Norges billefauna, som også omfatter en del av de boreale artene. De 1339 påviste og 407 potensielle artene angis med funnsteder og habitater, og det totale artsbildet sammenlignes med hva som er kjent fra andre norske, nordiske og europeiske regioner.

Zachariassen (1990) presenterer 145 billearter som kan sies å være sjeldne i Norge, hvorav godt og vel 20 av disse er relevante i forhold til fjellskog. Arbeidet gir også en oversikt over viktige biotoper og andre forhold av betydning for billers utbredelse.

Flere forfattere (Conradi-Larsen & Sømme 1973, Sømme 1974, Gehrken 1984, 1985, Zachariassen 1980, 1982, 1985) viser at arter som blant annet lever i kontinentale og høyereliggende strøk, er tilpasset lave temperaturer ved hjelp av fysiologiske mekanismer. De fleste invertebrater overvintrer under bakkenivå, og unngår således særlig lave temperaturer. Noen arter overvintrer som larver under barken på trær og utsettes dermed for lufttemperatur også vinterstid. De som ikke tåler frysing (frysesensitive arter) underkjøler ned til -30/-40 °C. Frysetolerante arter lar seg fryse ved høyere temperaturer. Underkjølingskapasiteten er avhengig av blant annet polyol-konsentrasjon (frostvæske) og om kroppsvæsken inneholder isnukleatorer eller ikke.

Svenske og finske undersøkelser

Sverige og Finland har langt større arealer med barskog enn oss, og har lengre tradisjoner i studier av dem. Allerede i 1917 og 1923 forelå Saalas store verk om granbiller i Finland. På tilsammen mer enn 1300 sider behandles mange aspekter vedrørende biologi og økologi til ca 350 arter. Her gis blant annet opplysninger om de ulike arters næringsbiologi, inngående beskrivelser av biocoenoser, vurdering av artenes forstlige betydning og preferanse til treslag.

Jansson & Palm (1936) inventerte billefaunaen i fjellskogsområdet i nordvestre del av Jämtland, tilhørende de nordboreale og alpine regionene. De påviste i alt 548 arter, hvorav ca 170 regnes som overveiende "nordlige". Funnopplysninger inkl. habitater angis for alle artene, og artsutvalget sammenlignes med hva som er kjent fra andre områder i Nord-Skandinavia. Den sjeldne urskogsrelikten *Pytho kolwensis* ble her for første gang påvist i Sverige, bare 3-4 kilometer fra grensen mot Norge. Pettersson (1983) gir en mer inngående fremstilling av denne kanskje mest truede billearten i de nordsvenske granskoger.

Palm (1951) beskriver biologi og økologi til de nordsvenske løvtrærs ved- og barklevende biller (414 arter) på grunnlag av 16 undersøkte lokaliteter.

Her beskrives artenes preferanse til treslag, som igjen er bestemmende for andre miljøfaktorer samt treets beskaffenhet. Videre behandles artenes nærings- og utviklingsbiologi, deres forstlige betydning, og det gis eksempler på biocoenoser og suksessjoner.

Lekander et al. (1977) gir en oversikt over barkbillenes utbredelse i de nordiske land. Arbeidet omfatter 80 av de til nå 85 påviste artene i Norden. 65 av disse er kjent fra vårt land. Barkbillene tilhører i stor grad den boreale fauna, og er svært viktige deltagere i nedbrytningen av døde drær og dermed tilbakeføring av næringsstoffer til jorden. Noen ytterst få arter regnes som skadedyr.

Pettersson (1983) og Nilsson & Pettersson (1984) har inventert billefaunaen i fjellnære barskogsområder i Västerbotn og Jämtland, hvor det i løpet av få feltdager ble påvist henholdsvis 272 og 250 arter. Godt og vel halvparten av artene var tilknyttet tre- og tresopp-faunaen, hvorav flere regnes som sjeldne og knyttet til urørt skog.

Pettersson (1984) presenterer trelevende billearter som desimeres og trues av skogbruket i Norrland. Arbeidet omfatter en detaljert oversikt over habitater i forbindelse med døde trær og eksempler på noen spesialiserte arter, samt oversikt over av de 8 mest sårbare artene.

Av andre inventeringer som er foretatt i svensk boreal barskog kan nevnes Baranowski (1980), Palm (1946) og Pettersson (1990).

Nordström et al. (1935-41) har omtalt og systematisk bearbeidet Sveriges "stor-sommerfugler". Her omtales blant annet artssammensetningen i bjørkeskogsområdet og i det øvre boreale barskogsområdet.

Imby & Palmqvist (1978) gir en oversikt over artene i slekten *Anomogyna*. Disse nattfly-sommerfuglene er i stor grad bundet til urørt granskog.

10 Floraen i fjellskog

Planter og dyr er gjennom tusener av år blitt tilpasset det miljøet (den biotopen) de finnes i, og ethvert inngrep som forandrer eller minsker denne biotopen kan medføre at noen arters eksistens blir truet. Noen arter har en vid økologisk og geografisk amplitude, og de kan lett "omstille seg" dersom deres biotop blir borte eller endret. Andre er strengt bundet til

spesielle biotoper/voksesteder, og dersom disse blir forstyrret, vil slike arter stå i fare for å bli utryddet. Det er også viktig å være klar over at innen "en art" er det genetisk variasjon. En furu som vokser i lavlandet er ikke genetisk helt lik en som vokser i fjellet. Gjennom lang tid har artene utviklet økotyper, og disse er spesielt godt tilpasset det miljøet de vokser i. Et frø fra en lavlandsfuru vil derfor ha problemer med å spire og vokse opp i høyereliggende områder. På grunn av dette er det viktig å ta vare på arter/populasjoner som finnes i ytterkanten av sitt utbredelsesområde (Kullman 1981b). De kan være genetisk forskjellig fra det som er vanlig innenfor hovedutbredelsesområdet.

Fjellskogene består, som påpekt tidligere, av en blanding av boreale skogsarter og alpine arter; bare et fåtall plantearter har fjellskogen som sitt viktigste voksested. De fleste av disse er lavere planter (kryptogamer: moser, lav, sopp). Noen av dem må anses som sårbare eller truet dersom fjellskogene utsettes for omfattende inngrep.

Generelle betraktninger angående betydningen av vern av skogsbiotoper er gitt av Ingelög (1981), og en oversikt over truete skogsarter i Sverige av Ingelög et al. (1984a, b).

Når det gjelder vurderingen av truethet/sjeldenhet er det i artsoversiktene skilt mellom 5 kategorier (Høiland 1990):

- 0 **Antatt utdødde arter** - arter som ved feltarbeid ikke er registrert og som derfor ikke er kjent fra noe naturlig voksested etter at undersøkelser av sjeldne planter ble påbegynt.
- 1 **Akutt truete arter** - arter med meget liten reproduserende populasjon i Norge. Artene er avhengige av tiltak for å overleve.
- 2 **Sårbare arter** - arter som er i mer eller mindre sterk tilbakegang, men som har så stor totalpopulasjon i Norge at den ikke er avhengig av øyeblikkelig tiltak for å overleve.
- 3 **Sjeldne arter** - arter som ikke er påviselig i tilbakegang eller truet av inngrep, men med liten reproduserende populasjon i Norge.
- 4 **Hensynskrevende arter** - arter med relativt stor totalpopulasjon i Norge i dag, men som er i mer eller mindre tilbakegang og som ved fortsatte inngrep kan bli sårbare. I denne kategorien kommer også arter som er knyttet til sårbare naturtyper.

Karplanter

Det er ganske få karplanter som bare er knyttet til fjellskogene og som derfor kan karakteriseres som truet i forbindelse med skogsdrift. Alle har meget begrenset utbredelse i Norge (kategori 3).

<i>Cystopteris sudetica</i>	sudetlok - Gudbrandsdalen
<i>Diplazium sibiricum</i>	russeburkne - Gudbrandsdalen
<i>Phyteuma spicatum</i>	vadderot - Telemark
<i>Clematis sibirica</i>	skogranke - Gudbrandsdalen

Blant de artene som krever høy luftfuktighet, og som derfor har sin hovedutbredelse på Vestlandet, finnes det en rekke som har sine høyestliggende forekomster i fjellskogene, jf. Fægri (1958, 1960), Størmer (1969). Det skyldes at humiditeten her jevnt over er høyere enn i lavlandet. Flere karplanter har slik utbredelse:

<i>Erica tetralix</i>	poselyng
<i>Galium saxatile</i>	kystmaure
<i>Juncus squarrosus</i>	heisiv
<i>Polystichum braunii</i>	junkerbregne
<i>Thelypteris limbosperma</i>	smørtelg

Imidlertid vil ingen av disse bli truet ved inngrep i fjellskog.

Kryptogamer

Når det gjelder kryptogamer, er vår kunnskap fortsatt mangelfull både når det gjelder hvilke arter som finnes og artenes utbredelse. NINA startet i 1989 prosjekter som skal klarlegge trua og sårbare moser og sopp i Norge.

Fra Sverige fins det lister over trua/sårbare arter i skog (Ingeløg et al. 1984a, b). Artene plasseres i fem kategorier, og for moser og lav er fordelingen som vist nedenfor:

Kategori	Moser	Lav
0 Utdødde arter	2	4
1 Akutt truet	15	15
2 Sårbare	6	16
3 Sjeldne	29	7
4 Hensynskrevende	18	13
5 Ubestemte	17	9
Sum	87	64

Dette tilsvarer 8,6 % av de svenske moseartene (lavantallet er ikke kjent). Norge og Sverige har tilnærmet likt artsantall av moser og trolig også av lav. Det er derfor grunn til å anta at størrelsesordenen på gruppene vil være noenlunde de samme også i Norge (A.A. Frisvoll pers. medd.). Den svenske lista over trua arter omfatter arter fra lavlandsskog til fjellskog, og mange av de felles norsk-svenske artene med noenlunde lik forekomst i de to land er derfor uaktuelle i sammenheng med utnyttning av fjellskogene. Bark- og vedboende arter (epifytter) er de viktigste på en liste over trua skogsarter. I tillegg kommer et stort antall som har sin hovedutbredelse i skog. Disse er trolig avhengige av de spesielle økologiske forholdene inne i sluttet skog. Ved avvirkning vil en del av dem dø eller bli sterkt redusert.

Tabell 12 viser moser som antas å ha fjellskog som sitt viktigste leveområde. Det er store regionale forskjeller på artsinventaret innen nordboreal region, fra sør til nord i landet, men også fra vest mot øst. Med dagens kunnskapsnivå er det ikke mulig å gi fullgod oversikt over den regionale variasjonen i mosefloraen i fjellskog.

Av humidifile moser som har høydegrensener i fjellskogene kan nevnes (jf. Størmer 1969):

<i>Anastrepta orcadensis</i>	heimose
<i>Bazzania trilobata</i>	storstylte
<i>Dicranodontium denudatum</i>	fleinljå
<i>Douinia ovata</i>	vingemose
<i>Hookeria lucens</i>	dronningmose
<i>Hylocomium umbratum</i>	skyggehusemose
<i>Isopterygium elegans</i>	kystskimmer

Disse vil ikke bli truet som art ved inngrep i fjellskog.

De epifyttiske lavartene er særlig utsatt for hogst. Mange lavarter er så avhengige av bestemte lys- og fuktighetsforhold at de i liten grad tåler hogst. Huldrestry (*Usnea longissima*) som før var en vanlig art, er nå en stor sjeldenhet. Andre lavarter som har sin hovedutbredelse innen fjellskogene og som må betraktes som sjeldne/truete, er angitt i tabell 13. Mikrolavene, som er en meget tallrik gruppe, er lite kjent, og av disse beskrives det fortsatt nye arter for vitenskapen. På bark av furu og gran i høytliggende barskog i Oppland er det registrert ubeskrevne lavarter (T. Tønsberg pers. med.).

Tabell 12 Mosearter som har fjellskogsregionen som antatt viktigste leveområde (A.A. Frisvoll unpubl.). - Mosses which are supposed to occur mainly in the north boreal forests (A.A. Frisvoll unpubl.).

Anastrophyllum donnianum	praktdraugmose
A. joergensenii	nipdraugmose
Arnellia fennica	kragemose
Brachythecium erythrorrhizon	skrukkelundmose
B. fendleri	kryplundmose
B. latifolium	ørelundmose
Cnestrum schisti	broddmyggmose
Ctenidium procerrimum	flettekammose
Cynodontium fallax	krusskortemose
C. gracilescens	fagerskortemose
Desmatodon laureri	nikketustmose
Dicranum tauricum	barksigd
Heterocladium papillosum	vortefloke
Hylocomium pyrenaicum	seterhusmose
Isopterygium alpicola	hårskimmer
Lescuraea plicata	storrasmose
L. saxicola	bergrasmose
Lophozia decolorans	blasseflik
L. obtusa	buttflik
L. personii	kalkflik
L. polaris	polarflik
Neckera oligocarpa	hulefellmose
Orthothecium lapponicum	lapphøstmose
O. rufescens	rødhøstmose
Orthotrichum laevigatum	skiferbusthette
Pseudoleskeella tectorum	klotråklemose
Scapania crassiretis	knutetvebladmose
S. cuspiduligera	spriketvebladmose
S. gymnostophila	skrortetvebladmose
S. massalongoi	råtetvebladmose
S. parvifolia	bordtvebladmose
Seligeria oelandica	begerblygmose
S. subimmersa	øreblygmose
Sematophyllum demissum	gløsmose
Tayloria acuminata	spisstrompetmose
T. splachnoides	setertrompetmose
Timmia bavarica	grottesliremose
T. comata	grannsliremose
T. norvegica	vortesliremose
Tortella densa	stripevriemose
Trochobryum carniolicum	svepemose
Ulota curvifolia	fjellgullhette
Weissia wimmeriana	seterkrusmose

Tabell 13 Lav, vesentlig epifytter, som har sin hovedutbredelse innen fjellskogene (H. Holien og T. Tønsberg pers. medd.).- Lichens, mostly epiphytes, which are mainly found in the mountain forests (H. Holien and T.Tønsberg, pers. comm.).

Calicium denigratum	
Chaenotheca brachypoda	
Chaenotheca chlorella	
Chaenotheca cinerea (muscolous)	
Chaenotheca gracillima	
Chaenotheca laevigata	
Chaenotheca subroscida	
Cyphelium karelicum	
Evernia divaricata	mjuktjufs
Hypogymnia bitteri	granseterlav
Letharia vulpina	ulvelav
Parmeliopsis esorediata	
Ramalina dilacerata	småragg
Ramalina obtusata	hjelmrugg
Sclerophora coniophaea	
Usnea glabrescens	hårstry
Usnea longissima	huldrestry

Sopp som er sjeldne og som kan bli truet ved inn-
grep i fjellskog er listet i tabell 14.

Tabell 14 Storsopper som kan karakteriseres som sjeldne/truete i fjellskogene (K. Høiland pers. medd.). - Rare/threatened macrofungi in the mountain forests (K. Høiland pers. comm.).

<i>Amylocystis lapponica</i>	lappkjuke
<i>Antrodia crassa</i>	
<i>Athrodia flavescens</i>	
<i>Candelabrocchaete africana</i>	
<i>Chaetoporellus curvisporus</i>	
<i>Chamonixia caespitosa</i>	
<i>Clitocybe tenuissima</i>	
<i>Cortinarius emunctus</i>	
<i>Cystostereum murrarii</i>	
<i>Dichomitus squalens</i>	mjuk grankjuke
<i>Fomitopsis rosea</i>	rosenkjuke
<i>Galerina subclavata</i>	
<i>Geastrum pectinatum</i>	skaftjordstjerne
<i>Geastrum quadrifidum</i>	styltejordstjerne
<i>Gerronema brevibasidium</i>	myrmosehatt
<i>Hebeloma remyi</i>	
<i>Hemimycena mauretana</i>	
<i>Hygrophorus hyactinhianus</i>	hyasintvokssopp
<i>Hygrophorus inocybiformis</i>	mørkfibret vokssopp
<i>Hygrophorus karstenii</i>	gulskivevokssopp
<i>Hygrophorus purpurascens</i>	slørvokssopp
<i>Hyphoderma obtusum</i>	
<i>Incrustophoria tschulymica</i>	
<i>Lactarius citriolens</i>	
<i>Lactarius fascians</i>	
<i>Lactarius musteus</i>	furfuriske
<i>Laurilia sulcata</i>	
<i>Lepiota fulvella</i>	
<i>Leptoporus mollis</i>	kjøttkjuke
<i>Mycena oregonensis</i>	kromgul bregnehette
<i>Mycena picta</i>	sylanderhette
<i>Osmoporus protractus</i>	langkjuke
<i>Perennipora subacida</i>	
<i>Phellinus migrolimitatus</i>	svartsonekjuke
<i>Phlebia bresadolae</i>	
<i>Phledia centrifuga</i>	
<i>Phlebiella subflavidogrisea</i>	
<i>Phsyodontia lundellii</i>	
<i>Sarcodon versipellis</i>	gulbrun storpig
<i>Scytinostromella mannfeldtii</i>	
<i>Subiculum rillum</i>	
<i>Tyromyces undosus</i>	

11 Verneverdier knyttet til fjellskog

Avgjørende for enhver floristisk eller faunistisk betraktning omkring skog er skogens tilstand. Fra et biologisk synspunkt er f.eks. skogbrukets definisjon av urskog (naturskog, gammelskog) ikke basert på biologisk eller økologisk kunnskap, men representerer en klassisk kost/nytte-betraktning som gjenspeiler en forstlig oppfatning av hvordan skogens organiske produksjon skal utnyttes for å gi maksimal økonomisk utbytte. Når økologer setter biologisk mangfold i sentrum og bruker dette som grunnlag for sine argumenter, vil derfor representanter for skogbruksnæring og biologi lett snakke forbi hverandre. Fra et biologisk synspunkt er forståelsen innen skogbruket for behovet for vern av store urørte skogarealer begrenset. Dette til tross for at økologisk forskning de siste årene har presentert resultater som burde tilsi nytenkning også innen skogbrukssektoren.

Gammelskog og urskog er sentrale økologiske begreper og habitattyper. Moderne økologisk forskning gir ikke lenger grunnlag for å oppfatte gammel naturskog eller urskog som et lukket, stabilt system eller modent klimaksstadium som er i balanse over tid. All skog er å oppfatte som dynamiske, interaktive strukturer med et komplekst nett av organismer som responderer på naturlige forstyrrelser som tørke, sykdom, brann eller klimaendringer. Urskog er et produkt av naturlige katastrofer der normen er kaos og konsekvensene forandring (Dayton 1990). I gammelskog/urskog er det imidlertid ikke snakk om "katastrofer" av den dimensjon mennesket har skapt i løpet av inneværende århundre, med blant annet en utryddelsestakt av arter som ligger 1000 til 10 000 ganger høyere enn noen gang tidligere (Wilson 1988).

Funksjonelle forskjeller mellom gammelskog/urskog og yngre skog er ofte kvalitative fremfor kvantitative. Alle stadier av skog fikserer og sirkulerer energi eller karbon, regulerer hydrologi og opptar næringsstoffer osv., men gammelstadiene gjør dette på en optimal, dvs. langt mer effektiv måte enn de andre stadiene (Franklin 1988). "Gammelskogen, med de organismer og prosesser den representerer, er et essensielt aspekt av den globale biodiversitet som i dag trues. Bevaring og gjenskaping av gammel skog i tempererte områder er en nøkkeloppgave for ethvert verneprogram." (Franklin 1988, s. 169, vår oversettelse).

Karakteristisk for gammel skog, hvor det ikke er hogd på lenge, er et betydelig antall store, gamle trær (også døde), utallige stokker av nedfallstrær på kryss og tvers i skogbunnen, og trær i flere strata dannet av forskjellige trearter av ulik alder. Urskog er strukturelt kompleks og artsrik med høyt genetisk mangfold. I England fant Thomas (1979) at 178 vertebrater - 14 amfibier og reptiler, 115 fugler og 49 pattedyr - brukte nedfallstrær som habitater. "Når en beveger seg gjennom de kjedelige og ryddige skogområdene (i England), frembrakt gjennom og som resultat av moderne skogskjøtsel, skulle en ikke tro at døende og død skog i virkeligheten representerer en av de to eller tre viktigste ressursene for dyreartene i en naturlig skog. Hvis nedfallstrær og lett nedbrutte trær fjernes, representerer dette en særdeles alvorlig utarming av hele systemet og betyr i realiteten at ca 1/5 av den totale faunaen fjernes" (Elton 1966, s. 279, vår oversettelse).

På bakgrunn av dagens raskt voksende økologiske kunnskap og forståelse generelt, men med høyst mangelfull kunnskap om spesielle temaer, er det ikke mulig på biologisk/økologisk grunnlag å akseptere inngrep av den dimensjon og type dagens skogbruk medfører. Det vil bl.a. være i strid med Bergenskonferansens "føre var" prinsipp (NAVF 1990).

Gjennom utilstrekkelige rammer for vedtatte og foreslåtte verneplaner føyer Norge seg inn i rekken av nasjoner som ikke har maktet å stoppe destrueringen av eller ta vare på de ressurser som er nødvendig for å beholde et minimumspotensiale av genetisk mangfold knyttet til ulike kategorier skog. Utryddelse av f.eks. gråorsamfunn langs midtnorske vassdrag er i prinsippet like graverende som enhver annen form for naturtypeødeleggelse.

Det meste av norske skogområder er bruksskog eller kulturskog med lav biodiversitet. Begrep som "barskogsforørkning" har fått aktualitet i løpet av dette århundre gjennom de driftsmetoder skogbruksnæringen har tatt i bruk. Den homogeniseringsprosess som har skjedd, har bidratt til en generell biologisk/økologisk forringelse av norske skogområder. En relativt kompleks eiendomsstruktur med tildels smale teiger, synes å være den eneste faktor av betydning som har bremsset denne prosessen.

Urørt skog er av uvurderlig betydning som stabiliserende økologisk og klimatisk faktor. Lokalt er skog med sitt rotsystem ofte nøkkel til kontroll av

oversvømmelser, jordskred og erosjon. Under de klimatiske betingelser som gjelder for norske forhold, med tildels mye snø og periodevis ekstremt lave vintertemperaturer, kraftig avsmelting om våren osv., vil inngrep som skogavvirking og drenering i fjellskog kunne få betydelige, utilsiktede konsekvenser.

Selv om fjellskogregionen er blant de arealer som har færrest inngrep også i vårt land, har en rekke forhold, bl.a. vannkraftutbygging, gruvedrift, turisme og skogsdrift ført til stedvis kraftige forringelser. Spesielt er det grunn til å påpeke økt tilgjengelighet gjennom bygging av anleggsveier (vannkraftutbygging) og skogsbilveier. Økt snøscootertrafikk er også med i dette bildet.

Tilsvarende situasjon finnes i Sverige. Bevisstheten om dette, ved siden av at regionen har flere truede og sårbare faunaelementer (jf. f.eks. Christensen & Eldøy 1988), har fått svenske miljøvernmyndigheter til å rette betydelig oppmerksomhet mot det de kaller "fjellregionen" (Grundsten 1981).

Det er grunn til, i en situasjon med kun fragmenter av opprinnelige naturtyper intakt, å være på vakt mot å la sjeldne, truede og sårbare enkeltarter med en eller annen form for opparbeidet status, ta all oppmerksomhet. Tusenvis av små "ukjente" organismer, fra insekter og edderkopper til jordmidd samt livsviktige sopp og sopprøtter (mykorrhiza), er vel så viktige hvis målet er å bevare et intakt økosystem med dets dynamikk og genetiske ressurser. En sentral forutsetning for å nå dette målet er imidlertid at gammelskog og urskog bevares, også i fjellskog, tross i at denne ikke har så mange arter som er spesifikke fjellskogsarter.

Vi vil her peke på en del verdier som er knyttet til fjellskogene og som bør tale for en restriktiv forvaltning av dem.

Fjellskogen har en egenverdi. Dette gjelder både organismene som lever her, og fjellskognaturen som som sådan har en egenverdi. Dette er tidligere diskutert og behandlet inngående i flere sammenhenger, bl.a. av flere forfattere i boka "Biodiversity" av Wilson (1988).

Fjellskogregionen inneholder en stor andel av de siste rester av norsk og skandinavisk naturskog og urskog. Dette kan bety at regionen inneholder mange populasjoner som viser spesielle tilpasninger som vi ikke finner i mer utnyttede og endrete

natursystemer. Ivaretagelse av denne naturtypen vil derfor være av stor betydning for at vi skal kunne oppfylle målsetningen om å bevare våre naturlige forekommende genressurser (jf. "Vår felles framtid").

Fjellskog utgjør en viktig sone mellom lavlandsskog og alpine regioner. Men vi vet generelt lite om hva som karakteriserer den og hvor sårbar den er for inngrep. Slik kunnskap er viktig siden fjellskogregionen ser ut til å være et kjerneområde for flere sårbare arter. Flere rovdyrarter benytter fjellskogregionen både som jaktområde og hilokalitet. Vi kjenner videre til hvor sårbare flere av de små pattedyrartene er ovenfor endringer i fjellskogens struktur.

Fjellskogene er viktige referanseområder. For forskning rundt effekter av ulike driftsformer i skogbruket er fjellskogregionen som sådan aktuell f.eks. som kontrollområder. For undersøkelse av effekter av tungmetall-belastninger, radioaktivitet, sur nedbør og andre temaer innen naturovervåking er fjellskogområder godt egnede som referansesystem.

Fjellskogene er viktige for forskning og undervisning. Mange økologiske grunnforskningsoppgaver kan utføres med basis i fjellskogregionen. Forskningsoppgaver som krever tilgang på større, sammenhengende skogsområder vil være spesielt aktuelle.

Naturopplevelser er ofte knyttet til urskog, naturskog eller på annen måte lite berørt skog, f.eks. mulighetene til å kunne oppleve sjeldne arter gjennom bl.a. spor og sportegn.

Generelt må vi imidlertid si at vi i dag ikke vet i hvor sterk grad flora og fauna i fjellskog skiller seg fra de vi finner i annen skog. Sammensetningen av arter i fjellskogen er likevel spesiell. Selv om det er få arter som kun lever i denne regionen, gjør kombinasjonen av arter fra flere naturtyper at flora og fauna får en særpreget sammensetning.

En del fjellskog er vernet i nasjonalparker og andre verneområder; ytterligere arealer foreslås vernet gjennom utvidelse av eksisterende nasjonalparker (NOU 1986) og verneplan for barskog (Korsmo et al. 1989, 1991). Faarlund & Aas (1991b) peker på behov for å sikre fjellbjørkeskog i kystområder og indre fjordstrøk.

12 Økologiske konsekvenser ved skogsdrift i fjellskog

Moderne skogsdrift vil på mange måter i sterk grad innvirke på de økologiske forholdene i fjellskogene.

For vegetasjonen, og også for faunaen, forandres voksestedets miljø etter en snauhogst. Viktigst er nok at vannets og næringsstoffenes kretsløp samt de klimatiske forholdene endres. Trær suger opp store mengder vann fra marka og avgir dette igjen til atmosfæren ved transpirasjon. Når trærne hogges, opphører denne transporten. Dette medfører igjen at avrenningen fra marka øker sterkt, spesielt i snøsmeltingen. Under denne avrenningen vaskes nitrogen og andre næringsstoffer ut av jordsmonnet. Denne utvaskingen blir spesielt stor ved at den biologiske aktiviteten i hogstflater øker på grunn av økt solinnstråling (Olsson 1985).

Nedenfor blir det gitt en oversikt over endel mer spesiell kjennskap til klimatiske og biologiske virkninger av hogst:

Bygging av skogsbilveier og bruk av tunge skogsmaskiner vil føre til irreversible inngrep i tidligere nesten upåvirkete områder. Sammen med større eller mindre snauhogde flater vil dette få biologiske konsekvenser for fjellskogene.

Flatehogst medfører en stor endring i miljøforholdene. Kretsløpet av vann og næringsstoffer endres når trærne tas ut, ettersom trærne suger opp store mengder vann og avgir det til atmosfæren. Flatehogst kan således medføre at avrenningen øker med 100 % (Olsson 1985: 40). Den største økningen skjer gjerne i forbindelse med snøsmeltingen, og da kan det også oppstå erosjonsskader. Solinnstrålingen øker når trærne forsvinner, og marken vannes mer opp, noe som igjen øker aktiviteten hos de mikroorganismene som lever av å bryte ned organisk materiale. Nitrogen og andre næringsstoffer frigjøres, løses opp i vant og renner bort fra hogstflaten. Næringsstoffer som er lagret i trærne blir ved avvirkning ført bort.

12.1 Lokal- og mikroklimatiske konsekvenser

Med hensyn på vindforholdene er det stor forskjell mellom skogdekt og ikke skogdekt mark, og likeledes er det også stor forskjell mellom små og store hogstfelter. I fjelltrakter vil også topografien være

avgjørende for vindforholdene. Jo mer utsatt et område er, desto mer betyr levirkningen fra skogen. I Mellom-Europa har en funnet følgende sammenheng mellom flatestørrelse og vind; innen storflater (> 50 daa) har en nesten samme vindforhold som i treløse områder. Skaden av mye vind er spesielt stor i kalde og tørre perioder, og sterk vind kan da være kritisk for trevekster (Tranquilini 1976). På den annen side kan vind være gunstig i dalbunnen ved å føre bort kaldluft som ellers vil bli liggende.

Sammenliknende studier av klimaforholdene i en skogsbestand og en sanuhogd flate viser at det er store forskjeller mellom disse. På den sanuhogde flaten kan det være betydelige temperaturgradienter gjennom døgnet. Om natten var minimumtemperaturen $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ på toppen av mosevegetasjonen. Maksimum påfølgende dag var $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. De høye temperaturene trenger dypere ned i underlaget dess tørrere vegetasjonen er (Bjør 1970, Tolvanen & Kubin 1990). Også Odin (1974) påpeker at klimafluktuasjonene er større på en hogstflate. De høyere temperaturene som en kan få på hogstflater har vist seg å være gunstige for nedbryting av organisk materiale, slik at mengden av råhumus blir mindre. Dette kan (teoretisk sett) igjen gi gunstigere forhold for naturlig frøsetting.

12.2 Problemer med frøsetting og spiring etter hogst i fjellskog

Som nevnt tidligere er frøproduksjonen og utvikling av modne frø betinget av sommervarmen, og regenerasjon etter hogst med påfølgende klimaendring i fjellskog er derfor problematisk. Da en begynte med flatehogst i fjellskog hos oss, trodde en at bare spirebetingelsene var gode, ville en få nok naturlig foryngelse. Men de praktiske erfaringer og også senere forskning har vist at frøtilgangen er liten og ytterst ujevn i fjellskogen (Kielland-Lund 1981a). Tabell 7 viser frøfallet i granbestand i forskjellig høyde over havet i det store frøåret 1954. Åpne flater i skogen kan ha både positive og negative effekter på frøspiringen. Mer lys og høyere dagtemperaturer på åpne flater er gunstig, men økt vind, mer langvarig snødekke og frost kan være kritiske faktorer etter hogst.

Nilsen (1988) påpeker negative konsekvenser for gjenveksten etter hard hogst i fjellskog, spesielt i skoger av blåbærtypen. På denne marktypen vil det være mindre av forhåndsgjenvekst enn i små-

bregne-typene og fattigere høgstaude typer. Det vil også være færre planter som etablerer seg etter hogsten. Smyledekt mark er et velkjent fenomen i denne sammenhengen.

I Sverige er de i gang med undersøkelser av virkningen av allelopati på spiring og frøsetting (Zackrisson & Nilsson 1989). Det kan virke som om fjellkrekling (*Empetrum hermaphroditum*) produserer plantegifter som nedsetter spiringen hos furufrø, og den kan ta livet av små furuplanter. Fjellkrekling er vanlig i våre fjellskoger, og den begunstiges av økt lystilgang etter hogst.

12.3 Floristiske endringer etter hogst

Natursystemer er aldri helt like fra ett år til et annet. Selv i upåvirkete vegetasjonstyper vil det være forskjeller i floraen fra år til år. Slike forskjeller innen fjellskog er bl.a. beskrevet av Hofgaard (1985). Selv i upåvirket skog vil større eller mindre arealer med trær kunne ødelegges, f.eks. under en storm. Eksempler på suksesjon og regenerasjon i urskog er beskrevet fra Sverige av Hytteborn & Packham (1985, 1987), Hytteborn et al. (1987) og Skarpe et al. (1989).

En økologisk sett svært betydningsfull faktor er at døde og dødende trær oftest blir fjernet i hogstfelt. Under naturlige betingelser blir de værende igjen. Dette skaper økologiske nisjer som kan være avgjørende for enkelte arters eksistens, f.eks. sopp og hulerugende fugl.

Ved inngrep vil de naturlige prosessene i stor grad bli endret, og det oppstår helt andre variasjoner og suksesjoner i vegetasjonen.

Etter en snauhogst vil konkurransen om vann, næring og sollys reduseres, mikroklimaet endres og mengden av tilgjengelige næringsstoffer øker sterkt. Så omfattende økologiske forandringer vil selvsagt medføre floristiske (og faunistiske) endringer i forhold til situasjonen før hogst. Hvordan disse endringene vil arte seg varierer sterkt, avhengig av den geografiske beliggenheten (klima, topografi, jordsmonn) og hvilken skogstype som var utgangspunktet. Her kan bare refereres noen undersøkelser som viser hvordan endringer kan skje.

Kielland-Lund (1967) viser hvordan den floristiske sammensetningen i ulike faser varierer i lågurtgranskoger på Furuberget i Sørøst-Norge. Skogsfasen omfatter de rene skogssamfunnene uten fremmede elementer, og består i området av en kalkpreget lavurtgranskog.

I skogsfasen holder trekronene tilbake lys og varme, samtidig behersker også trerøttene det meste av rotrommet. Når trebestandet ved snauhogst faller vekk, forandres følgelig levekårene for bunnvegetasjonen radikalt. Lys og varme, vann og næring er plutselig til stede i større grad, men samtidig betyr hogsten en sterk mekanisk påkjenning, og vekslingene mht. varme- og fuktighetsforhold blir større. Noen få arter går sterkt tilbake under disse forholdene, bl.a. de som er typiske for skogsfasen. Andre arter reagerer tilsynelatende lite, og endel ser ut til å trives betydelig bedre i snaufasen enn i skog. De som i denne undersøkelsen ble mest framtrædende var snerprørkvein (*Calamagrostis arundinacea*), smyle (*Deschampsia flexuosa*) og einstape (*Pteridium aquilinum*). Generelt sett blir feltskiktet høyere og det får større dekning enn i de andre fasene. I andre undersøkelser er det vist at også en del andre arter kan trives godt på snauflater. Fra Finland (Kujala 1926) påpekes bl.a. hårfrytle (*Luzula pilosa*), smyle (*Deschampsia flexuosa*), snerprørkvein (*Calamagrostis arundinacea*), røsslyng (*Calluna vulgaris*), og bergrrørvein (*Calamagrostis epigeios*). Ellers nevnes fra Norge (Kielland-Lund 1967) skogrrørkvein (*Calamagrostis purpurea*), røsslyng (*Calluna vulgaris*) og bergrrørkvein (*Calamagrostis epigeios*). Geitrams (*Epilobium angustifolium*) er også en vanlig art på snauhogde flater. På åpninger, ved gamle kanter og i det hele på lyse og varme steder i eller ved skogen opptrer en del arter karakteristiske for kantfasen.

Pionersamfunn forekommer på steder med mye hogstavfall og lite gjenlevende vegetasjon. Samfunnets arter kommer inn ved frø og har ved god næringstilgang og liten konkurranse, rask utvikling, blomstring og frøsetting.

Malmström (1949) beskriver endringer i ulike skogstyper etter hogst. Disse viser at en må rekne med ulike typer av utviklinger (suksesjoner) etter hogst.

Disse undersøkelsene viser klart at det det kan skje store floristiske endringer i et område etter snauhogst, men for mange skogstyper vet en lite om hvilke positive eller negative følger dette får for

vegetasjon og flora på lengre sikt. Også her trengs regionale studier.

12.4 Permanent senkning av skoggrensen, sammenlikning med Storbritania

For sterk eller langvarig hogging i fjellskogene kan i verste fall medføre en permanent eller langvarig senkning av skoggrensen på grunn av problemene med gjenvekst. Dette kan anskueliggjøres ved å se på områder rundt Røros som i lang tid har vært treløse, men der skogen nå regenererer. Tilsvarende forhold fra oseaniske strøk kan observeres i Skottland. Furu- og bjørkeskogene vokste også her i marginale områder, og de ble i tidligere tider (fra 1600-tallet) sterkt påvirket av beite og hogst. Både topografi og klima har store likhetstrekk med de en finner i de oseaniske delene av Norge.

Pears (1988) har undersøkt dagens og tidligere tiders skoggrenser i fjellområdet Cairngorms, vest for Aberdeen. Dagens skoggrense når maksimalt opp til 488 m o.h. Pears beregner den potensielle skoggrense til å ligge mellom 610 og 685 m o.h. Dette gir store arealer som tidligere hadde skog, men hvor den på grunn av sterk kulturpåvirkning er blitt borte, og den har senere ikke klart å reetablere seg.

Skog dekket tidligere store deler av fjellområdene i England, men for ca 3900 år siden og framover kan det i pollendiagrammer registreres perioder med avskoging, med påfølgende utvikling av myr og lyngheier (Birks 1988).

12.5 Konsekvenser for dyrelivet

Skogsdrift vil påvirke og endre fordeling av trearter, aldersklasser av trær, og annen vegetasjon. Effekten av avvirkningen på faunaen vil være avhengig av de tilpasninger som den enkelte art har utviklet.

Skogsdriften vil kunne påvirke faunaen på følgende måter:

- naturskogen vil erstattes med kulturskog av mer homogen struktur; dermed skjer endringer i mange arters livsvilkår
- vegbygging og skogsbilveier kan medføre endringer i topografien og øke menneskelig ferdsel
- mekanisert skogsdrift fører lett til erosjon og terrengskader

- grøfting av myr kan medføre tap av en viktig komponent i regionens vegetasjonsmosaikk
- flatehogst vil medføre en oppbryting av større sammenhengende skogsområder
- alderen på skogen vil bli yngre noe som vil påvirke muligheten for hebivorer til å finne egnede fødeplanter og redusere tilgangen på død ved. Arter med krav til tilgang på slikt virke vil derfor bli utsatt ved skogsdrift. En art som mår og en rekke fugler krever f.eks. tilgang til hule trær
- endringer i de lokalklimatiske forholdene vil under de harde klimabetingelser som generelt sett råder i fjellskogen, kunne ha stor betydning for mindre pattedyrarters mulighet til å utnytte de ulike habitat-komponentene
- teoretiske undersøkelser har vist at dynamikken til flere av de artene som lever i de yngre suksesjonstrinnene i fjellskog er følsomme ovenfor endringer i habitat-strukturen. Økt tilgang på større hogstflater kan medføre at bestandsvekslingene til arter som f.eks. markmus blir langt kraftigere.

Andre inngrep, forstyrrelser og menneskelig virksomhet vil også påvirke faunaen i fjellskogregionen. Vi vil stikkordsvis nevne:

- vannkraftutbygging: reduserte arealer, fragmentering av leveområdene og forstyrrelser
- gruvedrift
- fritidsbebyggelse
- snøscooteraktiviteter
- turistløyper og ferdseil, inkl. overnattingsplasser
- klimaendringer vil muligens medføre at fjellskogen blir generelt mer sårbar og dermed også arter som er knyttet til den.

De ulike inngrepene og aktivitetene vil samvirke og komme i tillegg til de som følger av skogsdrift. Derfor er det viktig at vi i tillegg til hver enkelt inngrepskomponent også undersøker totalbelastningen.

For **fuglelivet** er det særlig avvirkning, homogenisering og treslagskifte som kan gi alvorlige følger.

Treavvirkning. Skogpleien, gjennomhogging i form av tynningshogster, behøver ikke ha avgjørende, negativ betydning for fuglelivet. Hovedhogsten betyr derimot utslettelse av de ornitologiske skogsåmfunnene. Grensen mellom disse hogstgruppene kan imidlertid være flytende og betinget av bestemte økonomiske forutsetninger.

Homogenisering. Uttak av lauvskog i yngre og eldre barskogsbestander, enten mekanisk eller i form av sprøyting, samt ulike former for tynning og fjerning av døde og råtnende trær, grøfting og tilplanting, bidrar generelt til å gjøre skogen til et homogent og lite attraktivt habitat for fugl. Resultatet er en artsfattig fuglefauna med lav tetthet. Sårbare enkeltarter fortrenses og forsvinner fra den lokale fauna.

Treslagskifte. Innplanting av barskog i løvskogsområder, spesielt på Vestlandet og i Nord-Norge, skjer både i lavere- og høyereliggende områder. Effektene av dette er bl.a. at artsrike fuglesamfunn med høye tettheter erstattes av en artsfattigere fauna. Både umiddelbare og langsiktige effekter av det som skjer er forøvrig dårlig dokumentert.

Ved siden av disse **homogeniseringsprosessene** er **fragmentering** gjennom flatehogster det som i størst grad påvirker fuglesamfunnenes tetthet og sammensetning. Undersøkelser av 47 skogområder i USA (Askins 1987) konkluderer med at for å opprettholde mangfoldet i fuglesamfunn knyttet til skog, er det nødvendig å bevare store, sammenhengende skogarealer; forøvrig et prinsipp økologer i dag generelt bekjenner seg til uansett dyregruppe.

For **invertebratene** er det i tillegg til ovennevnte faktorer, reduksjon av bestemte former for dødt trevirke som er negativt. Lavere tettheter eller så godt som total mangel på gamle, døde trær er en trussel for et utvalg arter som deltar i nedbrytningen av dødt trevirke, tresopp-eterer, samt spesifikke predatorer og parasitter på disse (Heliövaara & Väisänen 1984, Nilsson 1985).

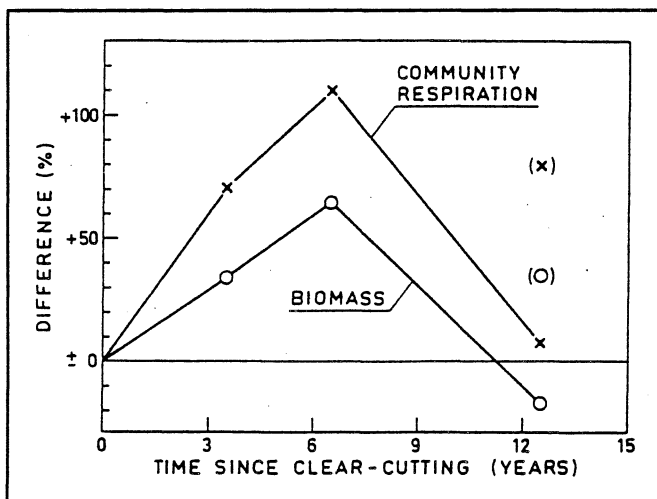
Arter med smale nisjer (spesialister) er generelt mer sårbare for endringer i livsmiljøet enn generalistene, noe som også ser ut til å være gyldig når det gjelder den trelevende faunaen, jf. arter omtalt av Ehnström & Waldén (1986) og Pettersson (1984). Men også arter med bredere nisjer må antas å være sårbare dersom miljøendringene blir store nok.

Det blir ofte påstått at andelen av spesialister i forhold til generalister avtar fra varmere mot tempererte strøk. Hvorvidt den boreale faunaen domineres av arter som kan sies å ligge nærmere begrepet generalister, er vanskelig å si. Når det gjelder den trelevende faunaen, kan det synes som om disse domineres av generalister, da de fleste artene forekommer på flere treslag - mange både på bartrær og løvtrær. Mer inngående studier viser at andre miljøfaktorer og vedens eller barkens konsistens og

nedbrytningsstadium er overordnet treslagets betydning. De fytofage artene, bl.a. barkbiller og mange trebukker, er imidlertid åpenbare spesialister. At enkelte av de trelevende artene i boreale strøk har sterkt spesialisert levevis gjenspeiler seg også gjennom deres lave totalpopulasjoner.

Undersøkelser fra Nord-Finland viser at det skjer store biologiske endringer i jordsmonnet etter en snauhogst. Den totale biomassen av invertebrater viste en sterk økning (vesentlig i Enchytraeidae-populasjonen) de første 7 årene etter hogst. Etter dette avtok den igjen og etter 13 år var situasjonen noenlunde den samme som før (Sundmann et al. 1978), se figur 16.

Da våre fjellskoger ennå for en stor del er urørte med hensyn til skogbruksaktiviteter, er det god grunn til å tro at de inneholder livskraftige populasjoner av invertebratarter som har fått redusert sine livsmuligheter i de lavereliggende skogområder. Dette aspektet gjør fjellskogene til en svært viktig del av det vi i framtiden kan kalle naturlige artsdepot, dersom de blir tatt vare på.



Figur 16 Variasjon i biomasse og respirasjon i invertebratsamfunn i jordsmonn etter hogst i relasjon til et kontrollfelt uten hogst (Sundman et al. 1978). - Changes in the total biomass of invertebrates and their community respiration after clear-cutting, expressed as percentage differences from the values of the control area (Sundman et al. 1978).

13 Økologisk forsvarlig utnyttelse av fjellskog

Som det framgår av tidligere kapitler utgjør fjellskogene marginale skogssamfunn som kan være svært ømtålige overfor inngrep, og dette bør det i høy grad tas hensyn til når det gjelder utnyttelse og forvaltning.

Det er interessant å merke seg at enkelte innen skogbruket tidlig var vært sterkt opptatt av å få til en forsvarlig utnyttelse av den øvre barskogen. Denne ble kalt "vernaskogen mot fjellet" og omfattet barskogen umiddelbart nedenfor skoggrensene. Forstmannen Ruden (1943) skriver: "Vår viten om vernaskogen er et forsømt område. Mange av de spørsmålene som nå synes som vanskelige, vil synes selvfølgelig når engang den vitenskapelige forskning får klarlagt dem for oss. Vernaskogen må imidlertid heller ikke forsømmes mens vi venter".

"Vernaskogens" behandling ble allerede tatt opp til drøftelse i Norge i slutten av forrige århundre. Det ble fra enkelte påpekt at en bør utvise forsiktighet ved hogging i "vernaskogen". Fra den tid har en kjente beskrivelser om vernaskogsødeleggelser (Ruden 1943). Som en tilrådning til hogst i vernaskogen skriver Lie (1924): "Intet bartrær bør hugges førend et eller flere ungrtrær er vokset op under det eller omkring det og heller ikke førend disse småtrær er kommet så langt, at de kan undvære det ældre tres beskyttelse. Heller intet trær, bartrær eller løvtrær, bør hugges sålänge det kan ansees nødvendig til at beskytte jordbunden eller "tætte" bestandet eller tjene som frøtrær".

Denne framstillingen representerte det offisielle synet på vernaskogen i mellomkrigstiden, og ved å følge Lies hogstanvisning i vernaskogen, ville en sette halve landets skogareal nesten ut av produksjon (Ruden 1943). Dette synet ble snart radikalt imøtegått, og skogbrukere ble etter hvert oppfordret til hogst i fjellskogen, og der det var problemer med foryngelsen kunne en bedre dette ved brenning av "lyng- og mosemark". Forstmester Løchen påpekte i en artikkel om vernaskogsskjøtsel at vernaskogen bør behandles som annen skog (jf. Ruden 1943).

Ifølge Nilsen (1987) har forskning og praksis klart vist at det ikke finnes noen "kokebokløsning" på skjøtsel av fjellskog. Variasjoner i klimaet er en vesentlig årsak til dette. Tiltak som lykkes i en periode kan feile i andre. Han påpeker at de øverste

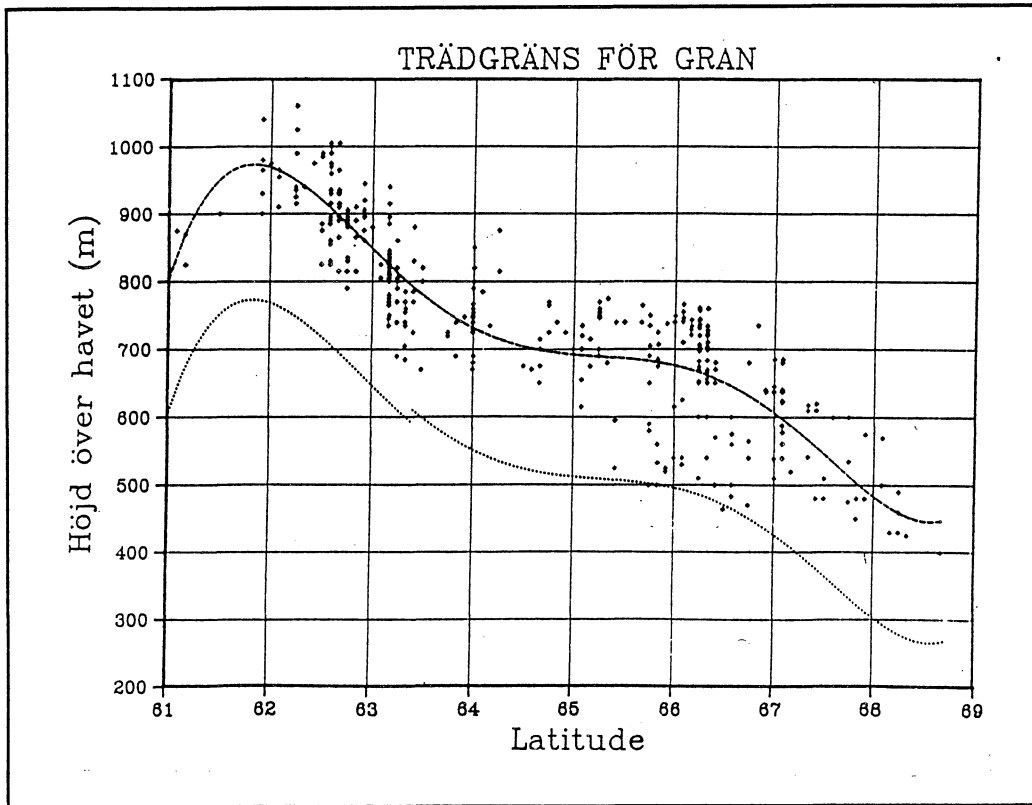
50 metrene vertikalt under barskogsgrensa bør nærmest betraktes som fredet skog. Kommer en lavere enn 150 m under barskogsgrensa (600-750 m o.h. på Østlandet) kan snauhogst og planting med gran være forsvarlig, men flatene bør ikke være for store.

Skogforvaltningen (Domänstyrelsen) i Sverige fastsatte på 1950-tallet en "skogsodlingsgräns", og ovenfor denne skulle det være forbudt med skogsdrift. Som en begrunnelse for dette ble det påpekt: "I de nordligaste och västligaste delarna av norra Sverige finns stora områden, som rent biologiskt är föga lämpliga för skogsbruk. Avverkningarna kunna vid goda konjunkturer giva netto, men förnygrings-svårigheterna äro så stora att resultatet av åter-växåtgärderna äro mycket ovissa. I en del fall kan en oförsiktig avverkning betyda att fjällgränsen drages ned" (Häggström 1982). Det har ikke blitt gitt noen entydig definisjon på "skogsodlingsgränsen", og det har medført at grensen i årenes løp har blitt flyttet både opp og ned (Häggström 1982). I årene 1975-78 pågikk forskningsprosjektet "Förutsättningar för skogsproduktion i norra Sverige". I dette deltok både skogforskere og skogbrukere, og målsetningen var å "belysa sådanne skogsskøtselsfrågor som vid tilltagande kylighet hos klimatet bör ägnas ökande uppmärksamhet" (Ebeling 1979).

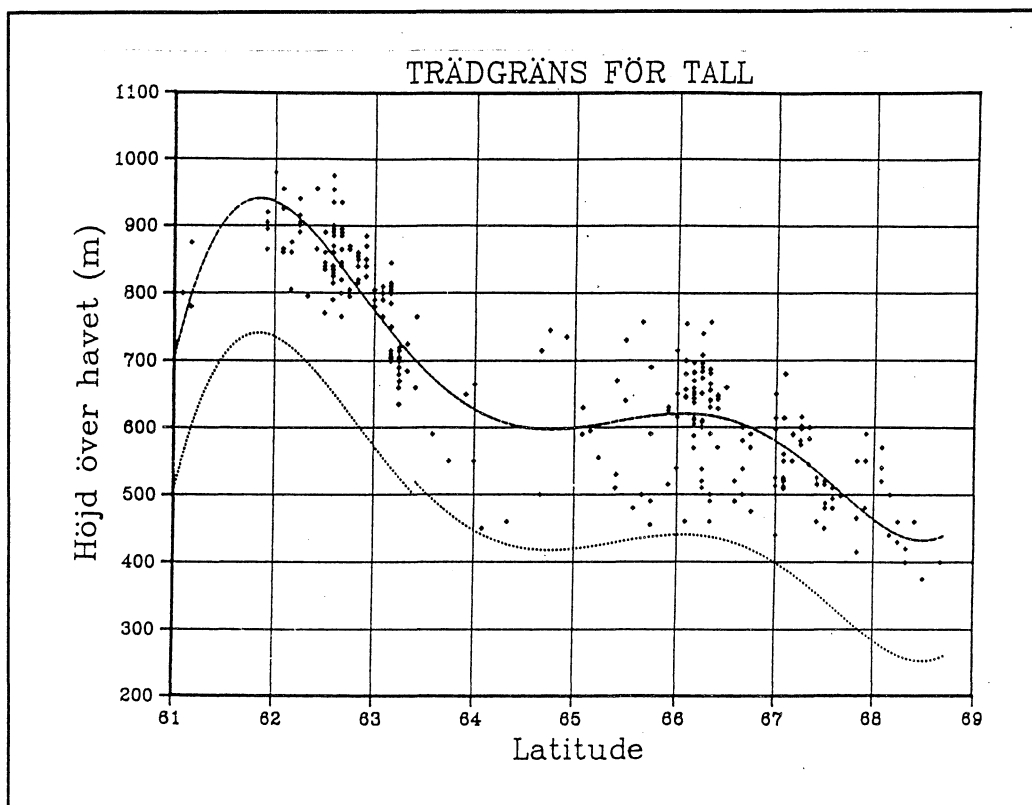
På bakgrunn av problemer med naturlig foryngning i fjellnære barskoger har en i Sverige definert en "klimatisk hasardgräns" (Kullman 1987) langs hele den svenske fjellkjeden. Ovenfor denne grensen er sjansen for irreversible, mislykkete forsøk med gjenvekst etter hogst uakseptabelt høye på grunn av at det tidvis opptrer år med meget ugunstige klimaforhold. Analysen er basert på historiske klimaundersøkelser, først og fremst endringer i sommertemperaturen gjennom de siste tusen årene. For å unngå forstlige og økologiske effekter av liknende temperatursenkninger i framtida, bør det ikke forekomme skogsdrift i en 180-200 m vertikal sone under dagens generaliserte tregrense for furu, respektive gran. Denne "hasardgrensen" er vist i figur 17 og 18.

I en del arbeider legges det økologiske vurderinger til grunn for tilrådinger for utnyttelser av skogene. Det er f.eks. påpekt at skogens bunnvegetasjon i mange tilfeller kan benyttes som en indikasjon på de lokale vekstbetingelsene, og gi grunnlag for en inndeling i ulike behandlingstyper (Brantseg 1941, Nilsen 1988).

Biologisk sett vet en i dag for lite til å kunne si hva som økologisk er forsvarlig når det gjelder inngrep i fjellskogene, men en del prosjekter som er startet opp vil kunne belyse noe av dette.



Figur 17 Generalisert grantregrense langs hele den svenske fjellkjeden. Den nederste linjen er kongruent med tregrensen og markerer den klimatiske "hasardgräns". Den vertikale avstanden mellom linjene er 200 m sør for 63° 25' N og 180 m nord for denne (Kullman & Hofgaard 1987) - Generalised *Picea abies* tree limit along the Swedish mountain range. The lower line is congruent with the tree limit and indicates the climatic hazard limit. The vertical distance between these lines is 200 m south of the 63° 25' N and 180 m north of this latitude (Kullman & Hofgaard 1987).



Figur 18 Generalisert furutregrense langs hele den svenske fjellkjeden. Den nederste linjen er kongruent med tregrensen og markerer den klimatiske "hasardgräns". Den vertikale avstanden mellom linjene er 200 m sør for 63° 25' N og 180 m nord for denne (Kullman & Hofgaard 1987). - Generalised *Pinus sylvestris* tree limit along the Swedish mountain range. The lower line is congruent with the tree limit and indicates the climatic hazard limit. The vertical distance between these lines is 200 m south of the 63° 25' N latitude and 180 m north of this latitude (Kullman & Hofgaard 1987).

14 Forskning i fjellskog

Ved forskjellige forskningsinstitusjoner pågår det en rekke forskningsprogrammer som vil belyse fjellskogens biologi:

NISK (Norsk institutt for skogforskning). I forskningsprogrammet "Skog i endret miljø" inngår en rekke delprosjekter

- A Modellering av samspill
- B Skogens tålegrense overfor drivhuseffekt og forurensinger
- C Nye vitalitetskriterier for skog
- D Skånsom driftsteknikk
- E Konsekvenser av endret skogbehandling

NIJOS (Norsk institutt for jord og skogkartlegging). Prosjektet "Overvåkning av vegetasjon og økologiske forhold i boreal barskog i Norge" er en del av programområdet "Overvåkning av skogens sunnhets-tilstand" (T. Økland 1989).

I samarbeid mellom Landbruksdepartementet og Miljøverndepartementet er det startet opp et forskningsprogram kalt "Skogsøkologi og flersidig skogbruk" (DN-rapport 1989,5).

Behovene til alle arter av planter og dyr som lever i skog må vurderes i flerbrukssammenheng. Flerbrukshensyn skal derfor ivareta et bredt spekter av interesser. Praktisk flerbruk starter med å vurdere hvilke interesser som bør telle med i hvert enkelt tilfelle. Avgjørelsen kan være vanskelig både på grunn av mangelfulle kunnskaper og ikke minst på grunn av kryssende interesser mellom brukergruppene. I tillegg finnes både biologiske og økologiske skranker for valg av tilpasninger. Målet med flersidig skogbruk er å løse eller redusere konflikter mellom ulike brukere av skog og gi en optimal samfunnsmessig avkastning av skogklede arealer (Solbraa 1989). En rekke forskningsinstitusjoner deltar i programmet som startet i 1990 og er planlagt også over en 3-4 årig periode (Solbraa 1991).

I Økoforsk (nå NINA - Norsk institutt for naturforskning) startet det opp et arbeid med verneplan for barskog. En status over vernet barskog i Norge er gitt av Korsmo (1987). Som en fortsettelse av dette arbeidet har det i flere år pågått registreringer av verneverdige barskogslokaliteter i Norge (Korsmo et al. 1989, 1991).

Direktoratet for naturforvaltning (DN) startet i 1990 opp "Program for terrestrisk naturovervåkning" med

NINA som koordinator (Fremstad 1990). En del av overvåkingen i dette programmet legges til fjellskog.

Det drives en del forskning i alpine områder som også har relevans for forholdene i fjellskog.

I fjellbjørkeskog er det mer tilfeldig hva som er drevet og drives av forskning på pattedyr. Noe av forskningen i alpine områder har også inkludert bjørkeskogsområder. Det er imidlertid langt mindre forskning som er drevet på pattedyr i fjellbjørkeskogen enn det er på fugl. Dette antyder vel delvis også at det er få arter pattedyr hvor bjørkeskogen kan påvises som fundamental for overlevelse og reproduksjon, særlig for arter som hittil har vært økonomisk viktige forskningsobjekter. Den er antakelig viktigst for småpattedyrene.

I høyereliggende barskog vet vi generelt mindre om både pattedyr og fugl. Forskning på pattedyr her har vært drevet i den grad forskningsdyrene har vandret oppover hit fra lavere områder, eller områdene er mer spredt undersøkt i forbindelse med ulike inventeringer eller faunaregistreringer. Telemetri-studier vil kunne fortelle oss hvordan ulike arter utnytter fjellskog og ulike biotoper, og hvilke virkninger inngrep har på faunaen.

Invertebrater er generelt lite undersøkt, både i høyereliggende barskog og fjellbjørkeskog, jf. 9.5.

Aktuelle forskningsprosjekter

Et av karaktertrekkene til fjellskogregionen er at den er oppbygd av en rekke forskjellige habitat-typer. Dette skaper et artsmangfold. Fjellskogen er i dag utsatt for en rekke inngrep som påvirker denne naturlige strukturen. Kunnskapen om effektene av slike inngrep på flora og fauna er imidlertid svært mangelfull.

En medvirkende årsak til dette er at erfaringer fra studier i andre naturtyper ikke er direkte overførbare. Dette skyldes at de klimatiske betingelsene i fjellskogen skaper en variabilitet i miljøet som en bare i begrenset grad finner i andre skogstyper.

Et av de viktigste karaktertrekkene til fjellskogregionen er forekomsten av større sammenhengende skogsarealer. En av de viktigste effektene av skogbruket og de fleste andre formene for inngrep i

denne regionen er at de endrer graden av fragmentering av skogsarealene.

De foregående kapitlene har pekt på mange svake punkter og hull i vår kunnskap om de biologiske forholdene i fjellskog i Sør-Norge, det være seg høytliggende barskog eller fjellbjørkeskog. Dels mangler vi mer detaljert kunnskap om

- hvilke organismer som finnes i fjellskog
- hvilke organismer som har fjellskog som sitt **viktigste leveområde**, dvs. som bare eller fortrinnsvis finnes her og ikke i andre høydeler og naturtyper
- samspillet mellom den enkelte art og det fysiske miljøet (habitatkrav), med spesiell vekt på tilpasninger til fragmenterte habitatstrukturer (naturlig fragmentering, naturtypemosaik eller kunstig fragmentering, oppstått ved inngrep)
- samspill og konkurranseforhold mellom arter. Disse to punktene dreier seg om de enkelte artenes **funksjon** i fjellskogen
- artenes reaksjon på inngrep og forstyrrelser

Kunnskapene er særlig mangelfulle mht. invertebrater og lavere planter (kryptogamer: moser, lav, sopp), men også for pattedyr og fugl er de langt fra tilfredsstillende. For høyere planter og for vegetasjonstyper/plantesamfunn er kunnskapene bedre i og med at det finnes en god del data, men iallfall for plantesamfunn er disse utilstrekkelig bearbeidet og systematisert.

Vi vet lite om avhengighetsforhold mellom arter, f. eks. når det gjelder voksested eller næringskrav/føde, behov for skjul, yngleplass, arealkrav osv.

Vi må også her peke på at fjellskogen i Sør-Norge viser meget store regionale forskjeller, både fra sørvest (Rogland-Agder) mot nord (indre Nord-Trøndelag-Rana-Salten) og etter en oseanitetskontinentalitetsgradient fra kysten mot innlandet, jf. seksjonsinndelingen i 3.3. Dessuten er det variasjoner innen fjellskogen etter en høydegradient. Den store regionale variasjonen i artssammensetning, topografi, klima m.m. gjør at en ikke uten videre kan overføre kunnskap om fjellskogenes struktur og funksjon fra én region til en annen. Dermed kan vi heller ikke - uten videre - forvalte all fjellskog i Sør-Norge på nøyaktig samme måte. Regionale

tilpasninger er påkrevet, men for å kunne gi råd om disse, er mer eksakt kunnskap påkrevet.

To typer forskningsoppgaver synes nødvendig; målet for begge må være å gi kunnskap som danner grunnlaget for en forvaltning som tar vare på fjellskogenes variasjon av arter og biotoper på kort og lang sikt. Gruppe 1, inventering og kartlegging, vil dels ha karakter av utredninger basert på foreliggende materiale som suppleres med stikkprøvemessige undersøkelser på kritiske punkter. Disse undersøkelsene bør, iallfall delvis, danne grunnlag for undersøkelsene i gruppe 2, studier av struktur og funksjon, som bør omfatte flerårige studier (3-5 år) som er lagt opp slik at undersøkelsene kan følges opp i fremtiden, dvs. at de skal kunne danne grunnlag for lengere tidsserier.

1 Inventeringer og kartlegging (biogeografiske problemstillinger)

1a Utredning av trusler. Lage en oversikt over (ev. også kartlegge) omfanget av inngrep i de siste tiårene: avvirkning (hvor og på hvilken måte), bygging av skogsbilveier, fragmentering av større naturskogsområder, kultiveringstiltak/tilplanting med fremmede treslag, skader oppstått ved uhen-siktssmessig drift osv.

Utredningen kan trolig baseres på materiale som foreligger hos skogbruksetaten og skogbrukets interesseorganisasjoner.

1b Region- og seksjonsinndeling. Relativt detaljert kartlegging av de mellom- og nordboreale regionenes vertikale utstrekning, avgrensning mot alpin region og seksjonsinndeling, fortrinnsvis basert på vegetasjonsøkologiske kriterier. Undersøkelsen må ta utgangspunkt i foreliggende data og suppleres med feltregistreringer for en bedre avgrensning og beskrivelse av regionene og seksjonene. Målet bør være å kunne peke på hvilke områder som krever særlige hensyn fra skogbrukets side, jf. kap. 13.

1c Inventering av utvalgte fjellskogområder for å få mer detaljert kunnskap om hvilke arter og samfunn som er representative for de ulike geografiske områder, seksjoner og høydeler). Temaer som kan være gjenstand for inventeringer er

- plantesamfunn, flora (høyere og lavere planter)
- invertebrater, i jord så vel som over bakken
- pattedyr, bl.a. småpattedyr
- fugl

- klarlegge nøkkelbiotoper for arter som har eller antas å ha fjellskog som sitt viktigste tilholdssted
- sammenligne høyereliggende barskog med bjørkeskog. Hva skiller skogstypene strukturelt og funksjonelt og mht. artsinventar?

Ut fra eksisterende kunnskap og resultater fra 1c vil en kunne skille ut problemer knyttet til enkeltarter.

2 Studier av enkeltarter (autøkologiske problemstillinger)

Grunnleggende kunnskap om ulike arters biologi er ofte mangelfulle. For forsvarlig forvaltning vil det ofte være behov for å vite mer om bl.a.

- habitatkrav, habitattilknytning
- reproduksjonsbiologi
- utbredelse, forekomst, bestanders historie
- genetisk variasjon

3 Studier av struktur og funksjon (synøkologiske problemstillinger)

3a Strukturstudier. Hva karakteriserer høyereliggende barskog (i nordboreal) mot barskog i lavere-liggende områder (i mellom- og sørboreal) når det gjelder træs vekstform og alder, tetthet, reproduksjon, undervegetasjonens struktur, nedbrytning av organisk materiale, humusdannelse, studier av mykorrhiza og jordfauna. Undersøkelsene utføres på transekter etter høydegradienter i områder der barskog går særlig høyt opp.

3b Skogstrukturens betydning for kryptogamflora og invertebrater. Sammenlignende studier av bestander av gammel naturskog/urskog og av yngre, naturlige bestander som ligger nær hverandre og ellers er sammenlignbare hva angår høydelag, næringsforhold, lokalklima osv. Målet med slike undersøkelser må være å påvise (dokumentere) betydningen av å opprettholde arealer med gammel naturskog/urskog som et ledd i bevaringen av habitat/nisje-mangfold og artsmangfold.

3c Samspill mellom habitattyper. Studier av betydningen av fjellskogregionens mosaikk-karakter. Hva betyr vekslingen av snaukoller, skogsbestander, våtmark og myr for artsmangfold i forhold til store, homogene skogsbestander, særlig store plantefelt.

3d Virkninger av inngrep og tiltak på flora/vegetasjon og fauna (enkelarter og dyresamfunn) og jordsmonn (jordstruktur og -kjemi, jordfauna) for å kunne vise til hvilke habitattyper, arter og samfunn som er særlig sårbare for eller profiterer på inngrep. Undersøkelsene baseres på **sammenlignende studier** av bestander med ulik påvirkningsgrad, henholdsvis påvirket av ulike typer inngrep, f.eks.:

- snauhogst, plukkhogst eller andre former for uttak av virke
- virkningen av ulike flatestørrelser og flateformer (fasong)
- fjerning/ikke-fjerning av virkesavfall
- tynning, selektiv fjerning av treslag
- gjødsling, sprøyting, grøfting/drenering, pløying av jordsmonnet
- naturlig regenerering kontra tilplanting (suksejonsstudier)
- erstatning av løvskog med barskog på Vestlandet og andre typer treslagskifte

3e Endringer i fjellskog over tid. Oppfølging av særlig vegetasjonsdynamikk, tregrensens utvikling og spredning/tilbakegang av enkeltarter eller bestander som følge av f.eks. forurensningsbelastning eller endrede klimaforhold. Eventuell virkning av forurensning på skogssamfunn blir fulgt i flere overvåkingsprosjekter (se kap. 14), men vi har ikke organisert noen oppfølging av skoggrensens utvikling i utvalgte områder der bjørk, furu eller gran i dag når den klimatiske skoggrensen.

I tillegg vil det være behov for **eksperimentelle inngrep** og studier av virkningene av dem.

Hvilke typer inngrep som bør studeres kan avklares gjennom tema 1a.

Sammendrag

Det foreslås studier dels av utredningskarakter, dels langsiktig forskning for å klarlegge fjellskogens struktur og funksjon og biologiske diversitet. Studiene bør i størst mulig grad struktureres slik at de gir sammenlignbare data for bestander ordnet etter

- regionale gradienter (sør-nord), klimagradienter vest-øst (seksjoner) (se 1b, 1c)
- høydegradienter (1c, 2a)

- "strukturgradienter": studier av artsdiversitet i bestander av ulike bonitets-/aldersklasser av én og samme skogstype (dvs. i bestander under ellers like økologiske forhold: høydelag, geologi, topografi, klima)
- "inngrepsgradient" 1: studier av visse typer og/eller grader av påvirkning/inngrep i bestander av **samme** skogstype (eller områder med samme mosaikk-karakter) innenfor samme høydelag
- "inngrepsgradient" 2: studier av visse typer og/eller grader av påvirkning/inngrep i bestander av **ulike** skogstyper (eller områder med ulik mosaikk-karakter) innenfor samme høydelag
- kombinert "inngrepsgradient"-høydegradient: studier av visse typer og/eller grader av påvirkning/inngrep i bestander av tilnærmet **samme** type og struktur i **ulike høydelag**, for å belyse forskjellen i virkninger i henholdsvis lavlandsområder og fjellskogområder

Denne listen viser undersøkelser av økende **kompleksitet** og kravfullhet mht. undersøkelsenes design og organisering. Flest mulig av undersøkelsene - uansett problemstilling - bør ta sikte på **flerfaglighet**, dvs. på å belyse virkningen av gradientene på flere komponenter i skogsøkosystemene.

15 Sammendrag

Dagens teknologi, behovet for trevirke og -masse, samt skogbrukets økonomi har i de senere årene ført til en økende interesse for de høyereliggende barskogene, samt for mulighetene til å utnytte løvskogressurser. Fokuseringen på "fjellskog" har ført til rivninger mellom skogbruket og naturvern- og naturforvaltningskretser. Fra siste hold er det pekt på Norges forvaltningsansvar for de biologiske ressursene (arter, habitater/biotoper) i den nordvestligste utposten av den eurosibiriske taigaen, og spesielt på forpliktelsene til å ta vare på den nordboreale (subalpine) bjørkeskogen, som er et særmerke for Fennoskandia. Det er hevdet at det knytter seg særlig store verneinteresser til de høytliggende skogene (inklusive bjørkeskogene), bl.a. fordi de inneholder de største restene av gammel naturskog og så godt som all urskog som finnes i Norge.

Høsten 1990 ga Direktoratet for naturforvaltning NINA i oppdrag å utrede hva som biologisk sett karakteriserer fjellskog, med vekt på **høytliggende barskog**; hva er unikt/spesielt eller typisk/karakteristisk for denne type fjellskog? Utredningen tar bare opp forholdene i Sør-Norge - i vid mening - dvs. fra Agder til Salten.

"Fjellskog" er et begrep som vesentlig er knyttet til skogbruksmessige forhold, og som omfatter de høyestliggende skogene, uansett om forekomstene av disse er klimatisk, edafisk, topografisk eller kultur-betinget. I denne utredningen defineres fjellskog snevrere og omfatter bare de høytliggende skogene som er klimatisk betinget.

I Sør-Norge består høytliggende barskog av **gran** eller **furu** eller av en blanding av gran og furu. De høyestliggende delene av barskogen har som oftest større eller mindre innslag av **bjørk**, samt mindre mengder av enkelte andre løvtrær. Fjellbarskogen er i enkelte områder, særlig i kontinentale strøk, skoggrensedannende, men ofte går den over i mer og mindre ren bjørkeskog, som danner skoggrensen.

Fjellbarskogen kan være relativt sluttet og danne forholdsvis skarp grense mot fjellet, men vanligvis er den ganske åpen og tynnes gradvis mot høyden. Den fysiognomiske utformingen settes i forbindelse med klimaforhold, særlig varmetilgangen.

Gran har en østlig utbredelse i Sør-Norge (figur 2); den forekommer naturlig fra Vest-Agder til Salten,

men opptrer på Vestlandet bare i enkelte spredte områder i indre fjordstrøk. Imidlertid går gran helt ut til havet i Trøndelag-Sør-Helgeland. De oseanisk påvirkede granskogene i Midt-Norge står i en særstilling innen den boreale regionen. Tilsvarende oseaniske barskoger finnes bare i Nord-Amerika.

På Vestlandet er fjellskogene enten dominert av furu eller vanligvis bjørk. Fjellbjørkeskogen har sin største utbredelse i de oseanisk påvirkede delene av Fennoskandia.

Skoggrensen (se figur 4-5) blir gjerne definert som en linje i terrenget trukket der en finner de høyest forekommende trærne (énstammede individer) av 2-3 m høyde, og der avstanden mellom individene ikke er mer enn 25-30 m. Skoggrensen kan være **klimatisk** (betinget av klimaet) eller **empirisk**, dvs. forårsaket av jordbunnsforhold, topografien eller kulturpåvirkning. **Økonomisk skoggrense** blir definert ut fra mulighetene for naturlig foryngelse etter hugst.

Skogsvegetasjonen i Sør-Norge viser store regionale variasjoner langs klimagrader i sør-nordlig retning og fra kysten innover i landet. Klimagraderentene dirigeres av varmetilgang og fuktighet. Det er i prinsippet liten forskjell på regioninndelingen sør-nord eller fra lavlandet mot fjellet, ettersom begge avhenger av temperaturforholdene. Temperaturgradienten sør-nord gir grunnlag for inndeling av landet i vegetasjonsregioner; temperaturgradienten lavland-fjell i belter. Fuktighetsgradienten fra de oseaniske kyststrøkene til mer kontinentale innlandsområder gir videre grunnlag for en oppdeling i seksjoner.

I Sør-Norge regner en med følgende regioner og belter som er preget av barskog, se figur 6, 7:

- sør-boreal
- mellom-boreal
- nordboreal ("subalpin")

Disse seksjonene kan skilles ut

- hyperoseanisk seksjon, O3
- euoseanisk seksjon, O2
- suboseanisk seksjon, O1
- indifferent seksjon, O-C
- svakt kontinental seksjon, C1

Som fjellskog regnes i denne utredningen barskog eller løvskog som ligger i nordboreal region.

Skillet mellom regionene kan trekkes på grunnlag av klimatiske, edafiske, floristiske eller plantesosiologiske kriterier. Plantearter som hjelper en til å trekke skillene er vist i tabell 2-4. Tabell 5 viser hvordan enkelte plantesamfunn fordeler seg på de ulike seksjonene. Andre plantesamfunn som er karakteristiske for de enkelte regionene er også beskrevet.

Karakteristisk for skogene i nordboreal region er at innslaget av lavlandsplanter avtar mot høyden samtidig som forekomsten av fjellplanter tiltar. Skogsamfunnene i regionen inntar følgelig en mellomstilling mellom lavlandets skogsamfunn og fjellets plantesamfunn. Fjellskogene utgjør med andre ord en overgangssone, en **økoton**, mellom lavland og fjell. Fra et vegetasjonsøkologisk og plantegeografisk synspunkt er det denne blandingskrakteren, mer enn innslaget av enkeltarter eller bestemte plantesamfunn, som er typisk/karakteristisk for fjellskog. Dette understrekes ytterligere ved at det er så godt som ingen plantearter, iallfall høyere planter (karplanter), som har fjellskog som sitt primære eller eneste vokstested. Blant lavere planter (kryptogamer: moser, lav, sopp) er kunnskapen om arters forekomst og utbredelse noe svakere. Innen disse gruppene finnes sannsynligvis en rekke arter som fortrinnsvis er utbredt i fjellskog.

Den vertikale utstrekningen av fjellskog varierer betydelig, jf. figur 8-10. På Vestlandet finnes den f.eks. mellom 200-300 og 400-500 m o.h., med en vertikal utstrekning på 150-200 m. Den vertikale utstrekningen øker østover/innover i landet, til f.eks. 350 m sentrale fjellstrøk. I indre fjordstrøk på Vestlandet kan fjellskog gå opp til 1000 m o.h., de høyeste skoggrensene i landet finnes i Jotunheimen, der skog når opp i vel 1200 m. Bjørkeskogene i nordboreal når størst vertikal utstrekning - opptil 400 m - på Vestlandet.

Nordboreal region kjennetegnes av en mosaikk av vegetasjons- og habitattyper. Karakteristisk er blandingen av ulike skogtyper, våtmark, myr, bekke- og elfefar, skrenter, bergvegger, rasmark, snaublåste koller m.m. Denne variasjonen, foruten overgangsstillingen mellom lavland og fjell, er ikke minst årsak til at regionen gir levegrunnlag for forholdsvis mange arter.

Trekk av fjellskogenes økologi

Sommertemperaturene er avgjørende for trærnes vekst og utvikling, modning av skudd og frø. Kravet

til varmemengde (temperaturforholdene i løpet av vegetasjonsperioden) er forskjellig for gran, furu og bjørk. I fjellskog skjer foryngelse hos bartrærne bare etter spesielt gunstige somre. Bjørk viser også sterkt synkende frøproduksjon og frømodning med økende høyde over havet.

Jordtemperaturen kan bli for lav for rotvekst, vannopptak og mykorrhizadannelse, trolig også for vekst generelt. Lave temperaturer fører også til langsom omsetting av organisk materiale og dannelse av råhumus som gir lav pH og utvasking av næringssemner.

Frost i vegetasjonsperioden kan stoppe veksten og ødelegge vev og organer. Lave temperaturer kombinert med tørke kan forårsake store skader. Bjørk regenererer raskere enn gran og furu.

Vind fører til både avkjøling og uttørring, og kan i tillegg gi mekaniske skader.

Snødekket kan isolere mot frost, men sen utsmelting forkorter vegetasjonsperioden.

Endringer i klima eller inngrep som virker inn på jord- eller lufttemperatur, vindforhold eller snøens fordeling eller mektighet vil kunne få konsekvenser for vekst og foryngelse i skogsbestander som vokser under marginale forhold. Skoggrensene har fluktuert mye etter istiden, dels som følge av klimaforandringer, dels som resultat av kulturpåvirkning. Endringer i tiendedeler av en grad av sommertemperaturen hevdes å kunne få avgjørende innflytelse på trærnes og en rekke andre organismers livsbetingelser. Hugst etterfulgt av langvarig beite kan f.eks. være årsak til at Vestlandet i dag i så stor grad preges av bjørk, dvs. at deler av bjørkeskogene er sekundære. Hugst i marginale skogsområder vil kunne få følger som vi i dag ikke kan forutsi.

Fauna

Hverken floristisk, i vegetasjonssammenheng eller faunistisk er "fjellskog" noe enhetlig begrep. Mange dyrs mobilitet - særlig for pattedyrs og fuglers vedkommende - og tilpasningsdyrkighet gjør at de kan leve i flere naturtyper og habitater. Følgelig finnes de spredt over større områder og i flere høydelag. Spørsmålet reiser seg om fjellskog har noe faunistisk sæpreg.

De enkelte artenes økologi varierer svært, avhengig av mobilitet, næringsvalg, krav til skjul og yngleplass, plass i næringskjeden osv. Fjellskogen omfatter et vidt spekter av arter som varierer fra stenøke, stedbundne insekter til de store rovdyrene som streifer vidt omkring. Mange av dyrene er imidlertid tilpasset områder med moden eller gammel skog som er lite preget av ferdsel og forstyrrelse i form av inngrep. Forekomsten av gammel naturskog og urskog er vesentlig for en rekke arters utbredelse og tetthet.

I faunistisk sammenheng er det hensiktsmessig å definere de øverste 200-300 vertikalmetrene av skogsområdene som fjellskog. Mosaikken av skog og andre naturtyper i dette høydelaget er av svært stor betydning for dyrelivet.

Pattedyr. Mange arter som er knyttet til skog, går ikke så langt opp som til fjellskogen. En del arter er i hovedsak knyttet til fjellet og går slett ikke eller sporadisk ned i skogsområdene. Atter andre arter vandrer mellom skog og fjell og utnytter i noen del av året eller livet begge høydenivåene. Det er i Norge neppe noen pattedyr som lever utelukkende i fjellskogen, og bare noen få har sin viktigste forekomst her. Felles for artene som utnytter fjellskogen er at den som sådan ikke kan ses uavhengig fra andre biotoper eller fra andre høydelag.

Omlag 60 % av norske pattedyrarter kan påtreffes i fjellskogsområdene. Cirka 30 av dem yngler der, mens ca 5 arter bruker områdene temporært, se tabell 8. De enkelte artenes muligheter for å utnytte fjellskogene avhenger bl.a. av lokalklima, vegetasjon, beitets kvalitet, hydrologi, terrengformer, snødekke osv. Dette er miljøforhold som vil kunne bli endret ved inngrep. Artenes krav til areal kan også bli en kritisk faktor for at de fortsatt skal kunne utnytte fjellskogene. For en rekke arter har vi utilstrekkelig kunnskap om levevis og miljøkrav til å kunne forutsi hvordan de vil reagere på ulike typer og grader av inngrep.

Blant **insekteterne** er **spissmus** viktigste gruppe i fjellskog. For én art, liten dvergspissmus, synes fjellskog å være av særlig betydning som habitat. Det samme gjelder én flaggermusart: nordflaggermus.

Hare finnes også i fjellskog, og til alle årstider. Det er behov for studier av habitatvalg i fjellskog og reaksjoner på inngrep.

Ekornets forhold til fjellskog er ikke tilstrekkelig klarlagt.

Bever er under spredning i Norge, og påtreffes også i fjellskog. Det er uklart hvordan økt skogsdrift i fjellskog vil kunne påvirke den.

Smågnagerne har en rekke representanter i fjellskog. Bestandssvingningene hos smågnagere er viktige faktorer i fjellskogens og fjellets økosystemer og påvirker en rekke andre arters livsbetingelser. Skoglemen og lemen har fjellskog som viktige leveområder; det samme gjelder flere musearter: klatremus, gråsidemus, markmus, stor skogmus og bjørkemus, vånd og fjellrotte.

For flere **rovdyr** er fjellskog viktigste leveområde, og fjellskogenes tilstand vil kunne ha avgjørende betydning for enkeltindividenes skjebne og artenes bestandsstørrelse. Det gjelder særlig for **ulv** og **bjørn**. Andre arter som særlig utnytter fjellskogene er **mår**, **jerv** og **gaupe**, mens fjellrev helst går ned i skogsområdene i smågnagerår. Rødrev, røyskatt, snømus, villmink, grevling og oter forekommer i fjellskog, men vi vet lite om hva fjellskog betyr for artene i forhold til andre habitattyper og høydelag.

Blant **klovdyrene** er det særlig elg og villrein som utnytter fjellskog, i noen grad også hjort. **Hjorten** trekker innover mot høyere liggende strøk i sommerseongen, den kan også overvintre i innlandet, fortrinnsvis i snøfattige områder. **Elg** er vanlig i fjellskog sommerstid, men også den trekker nedover om vinteren. **Rein** beiter periodevis i fjellskog av bjørk og furu.

Fugl. Av de ca 260 fuglearter som hekker i Norge, har mange en nokså vid utbredelse og finnes i en rekke habitattyper. Fuglefaunaen i et gitt område - eller i en bestemt region eller et bestemt høydebelte - varierer bl.a. avhengig av vegetasjonens artssammensetning og fysiognomi (tetthet, sjiktning osv.). Noen undersøkelser i fjellskog har vist at kanskje omlag 100 fuglearter kan sies å tilhøre den "permanente" fuglefaunaen i fjellskog. De enkelte artene er på ulik vis tilpasset fjellskogen i forhold til hekke-, trekk-, overvintrings- og næringsstrategier. Ofte er forholdet mellom den enkelte art og miljøet kompleks og lite kjent. Det har derfor ofte ikke tilstrekkelig grunnlag til å kunne forutsi artenes reaksjon på inngrep.

Fuglelivet i fjellbjørkeskog er bedre undersøkt enn i høytliggende barskog. Dette henger delvis sammen

med at ornitologer har erkjent at fjellbjørkeskogen oppviser et stort artstall og har til dels store tettheter av fugl, dessuten at bjørkeskogen er et særegent plantegeografisk fenomen.

Kvalitative og kvantitative aspekter ved **spurvefuglfaunaen** er best studert. Enkelte lange tidsserier finnes, bl.a. en fra Midt-Norge som viser tilbakegang for løvsanger, som er den vanligste arten i fjellbjørkeskog.

Spurvefugl i fjellbjørkeskog varierer betydelig i tetthet (antall individer pr. arealenhet) fra fattige (heibjørkeskoger) til rikeskogtyper (engbjørkeskoger). Tettheten i de rikeste typene kan være 5-6 ganger høyere enn i de fattigste. De viktigste artene er løvsanger, bjørkefink, gråsisik, sivspurv, rødstjert, rødvingetrost, trepiplerke, jernspurv og blåstrupe. De to første utgjør ofte 50-70 % av heiskogenes fuglesamfunn og 30-55 % av engskogenes. I rike skoger er gråtrost en tallrik fugleart. 25-30 andre arter opptrer ofte, men mer sparsomt.

I høytliggende furuskog er rødstjert vanligste art, fulgt av grå fluesnapper, trekryper, lavskrike og varsler.

For flere **hakkespetter** er fjellskogområder viktige. Artene krever store arealer og har derfor normalt liten tetthet. De mest aktuelle artene i barskog er svartspett, tretåspett og gråspett. Hvitryggspett og dvergspett er knyttet til løv- og blandingsskog. Hakkespettene finnes fortrinnsvis i skog med gamle trær. Rugehullene deres har også stor betydning for andre hullrugende arter, bl.a. ugler og en del spurvefugler m.fl.

De fleste **ugler** og **rovfugler** er avhengige av gammel naturskog/urskog. I fjellskog gjelder det særlig haukugle, spurveugle, perleugle, lappugle og slagugle, hønsehauk, kongeørn, fiskeørn og fjellvåk. Tilgangen på store reirtre er viktig, likeledes forekomsten av forlatte rovfugl- eller kråkereir. En rekke andre arter enn de nevnte hekker i fjellskog.

En rekke **vadefugler** er knyttet til fjellskogregionen. De fleste foretrekker områder med mosaikk av skog, kratt, myr og annen våtmark, dvs. en veksling mellom åpne partier og mer sluttet tre- eller buskvegetasjon.

Inngrep i fjellskogen vil føre til at artsdiversiteten synker og fuglesamfunnenes artssammensetning endres. Et lite antall arter vil opptre i større mengder

enn før; tidligere sjeldne (fåtallige) arter vil kan hende forsvinne helt.

Invertebrater. Også for invertebrater utgjør høytliggende barskog og fjellbjørkeskog et område der arter fra lavereliggende egner og fjellet møtes. Klimaet anses som en av de viktigste faktorene som regulerer invertebraters utbredelse, men mange invertebrater er strengt knyttet til helt spesielle habitater, og deres utbredelse vil i stor grad være avhengig av forekomstene av disse. Mange invertebrater finnes i en rekke høydebelter og på tvers av biogeografiske inndelinger. Viktige insektordener knyttet til boreale områder er vist i tabell 9.

Kunnskapene er for en del grupper utilstrekkelige til å si hvilke arter som spesifikt tilhører fjellskogene, dvs. om de har fjellskogene som sine viktigste leveområder. Av et antatt antall på ca 15 000 invertebratarter i Norge er det ukjent hvor mange som finnes i fjellskogene.

Invertebratfaunaens artsmangfold gjenspeiler mange ulike tilpasninger til miljøet. Fjellskogbeltet generelt, men også selve fjellskogen, byr på mengder av habitattyper. I skog har invertebrater f.eks. tilpasset seg ulike treslag og forskjellige deler av de enkelte treslag og busker (ved, bark, blader), treboende sopp, ganger og reir etter andre arter, gras, urter, moser, sopp og lav på skogbunnen, strø, åtsler, maurtuer, underjordiske bol, myr, sump, strender og vannløp osv.

Dagens kunnskap om invertebrater i Norge er i stor grad basert på tilfeldige funn og usystematiske innsamlinger. Svært mange av funnene mangler opplysninger om habitat m.m. En del undersøkelser som er relevante for invertebratfaunaen i fjellskog omtales i 9.5

Anslagsvis 10 % (ca 350) av de norske **billeartene** hører trolig hovedsaklig til i fjellskog og i fjellet; derav er vel 100 arter (se tabell 10) knyttet til ved, bark eller tresopp. Vi har derimot ikke tilstrekkelige kunnskaper om hvilke av de 250 øvrige artene som er spesifikt knyttet til fjellskog. Mange av disse forekommer sannsynligvis også vanlig over skoggrensen. Noen få arter bladbiller og snutebiller knyttet til vier og bjørk er særegne for nordlige og høyereliggende områder. Vi har liten kunnskap om hvordan hogst og andre inngrep, f.eks. sprøyting, planting med fremmede treslag m.m., vil påvirke billefaunaen.

Sommerfuglfaunaen er ikke blitt særskilt (planmessig) undersøkt. En del arter er kjent å være knyttet til nordlige og høytliggende egne. Noen opptrer fortrinnsvis i fjellbjørkeskogen, men kan gå både opp i fjellet og ned i barskogen. En del arter har imidlertid tilhold først og fremst i nordlige/øvre deler av barskogen, se gruppene C1 og C2 i tabell 11.

For andre grupper invertebrater gjelder det at de enten ikke er spesifikke for fjellskog, eller vi har for lite kunnskap til å si både hva som finnes i fjellskog og hvilke arter som er knyttet bare til naturtypen. Noen anses dog som truet, bl.a. noen tegearter som lever under barken på døde trær og i tilknytning til tresopp. Også innen andre grupper insekter, og invertebratfaunaen forøvrig, kan det finnes arter som vil bli sterkt utsatt ved skogsdrift i fjellskogene, bl.a. blant snylteveps og bladveps.

Flora

Floraen i fjellskog er for karplanters vedkommende velkjent i og med at det foreligger en lang rekke publiserte undersøkelser og inventeringer fra ulike deler av Sør-Norge. Materialet er imidlertid ikke bearbeidet med tanke på å belyse karplantefloraen i fjellskog spesifikt. Bare 3-4 arter med sterkt begrenset utbredelse kan trolig sies å ha fjellskog som eneste eller viktigste habitat. For kryptogamer er artenes utbredelse og økologi dårligere kjent, men blant såvel moser, lav og sopp finnes det en rekke arter som fortrinnsvis eller bare vokser i fjellskog (se tabell 12, 13 og 14).

Verneverdier knyttet til fjellskog

Vestgrensen for den eurosibirsk boreale barskogen (taigaen) ligger i Norge. Våre utforminger av den viser trolig større variasjon enn noe annet sted innen denne regionen, det begrensede arealet tatt i betraktning. På relativt korte avstander finnes sterke klimagrader, fra kontinentale til oseanisk påvirkede områder. Dette gir seg utslag i flora og fauna, og i artssammensetninger som ikke er kjent fra f.eks. Sverige og Finland. Ettersom oseaniske utforminger av boreal vegetasjon nesten bare finnes i Norge, har vi et spesielt forvaltningsansvar for disse. Likeledes har vi et klart forvaltningsansvar når det gjelder vern av fjellbjørkeskog, som i Europeisk sammenheng er begrenset til Fennoskandia og Nord-Russland.

I biologisk sammenheng kan ikke fjellskogene ses isolert, da de inngår i et samspill med andre natur- og vegetasjonstyper som myr, vann, hei, kratt m.fl. Tilsammen utgjør disse et økosystem med elementer fra både områdene ovenfor og skogsområdene nedenfor fjellskogen.

En del plante- og dyrearter og plantesamfunn er knyttet til fjellskog. For mange av fjellskogsystemets komponenter har vi sparsomt med kunnskap, ikke minst når det gjelder samspillet mellom komponentene. Vi vet imidlertid at mange av komponentene og deres funksjoner avhenger av skogens tilstand: artssammensetning, sjiktning, tetthet, alder osv. Sentralt i spørsmålet om verneverdier knyttet til fjellskog er forekomsten av gammel naturskog og urskog, samt mulighetene for å bevare de gjenværende restene av dem. Deres betydning ligger i den komplekse strukturen, som gir opphav til en lang rekke økologiske nisjer og dermed livsbetingelser for til dels svært spesialiserte arter. Dette gjelder først og fremst for invertebratfaunaen og lavere planter. Innen andre organismegrupper er det færre arter som er strengt bundet til fjellskog, men for mange utgjør fjellskog en viktig del av leveområdet og en forutsetning for å opprettholde livskraftige bestander.

Økologiske konsekvenser ved skogsdrift i fjellskog

I og med at fjellskogene i økende grad blir utsatt for inngrep, medførende fragmentering, lokalklimatiske forandringer, endringer i artssammensetning osv., er det grunn til å vise stor forsiktighet i utnyttelsen av fjellskogsbeltet.

Snauhogst i fjellskog influerer sterkt på lokalklimaet, bl.a. ved å gi større temperaturvariasjoner, endrede fuktighetsforhold, problemer med frøsetning og spiring og regenerering, mer langvarig snødekke, erosjonsskader m.m. Imidlertid kan forholdene for foryngelse også bli bedret, bl.a. ved økt lys- og varmetilgang og raskere nedbrytning av organisk materiale. Virkningene av hogst vil kunne variere betydelig, avhengig av lokale forhold. Uansett vil endringene påvirke et større eller mindre antall arter; ofte kan vi ikke si hvilke arter det gjelder eller i hvor stor grad disse vil føle endringene i miljøet.

En viktig forskjell fra naturskog er at døde, døende og skadde trær vanligvis fjernes fra et snauhogstfelt.

Det har vital betydning for mange arter, både blant lavere planter, invertebrater og fugl.

Foruten hogst vil en rekke andre inngrep og påvirkninger i fjellskog forandre leveforholdene for de organismene som holder til der, og bidra til å forringe fjellskogmiljøet som helhet. Vi vet lite om virkningene av den samlede mengde inngrep.

Økologisk forsvarlig utnyttelse av fjellskog

Behandlingen av fjellskogen har lenge vært diskutert av skogbruket. Tidligere i dette hundreåret var en innen skogbruket klar over de negative konsekvensene ved for sterk utnyttelse av fjellskogene, og en hadde derfor sterke restriksjoner på hogst i dem.

Det er ikke mulig å lage retningslinjer som bør gjelde uansett de lokale forholdene, men det er pekt på at man må unngå inngrep i de øverste 50 m under barskogsgrensen, helst også i de nedenforliggende 100 vertikalmeter. Det innebærer at en i størst mulig grad bør avstå fra hogst i de øverste 150 m av fjellskogen, og selv under dette nivået bør en utvise forsiktighet og la være å lage større hogstflater. I Sverige opererer man med en "klimatisk harsardgrense", som ikke bør overskrides. I furuskog settes denne til 180-200 vertikalmeter under tregrensen for furu.

Dersom en i Norge unnlater å hugge over det nivå som utgjør den øvre tredjedelen (eller 30 %) av den klimatiske bjørkeskogsgrensen (eksempel: over 630 m der skogsgrensen når 900 m), får vi en rimelig bred sone verneskog mot fjellet (B. Aas pers. medd.). Sonen vil gi områder av fjellbjørkeskog og fjellbarskog (der barskog finnes) som med tiden kan utvikles til gammel naturskog, dersom den ikke allerede er av en slik karakter.

Ulike hogstmåter, arealstørrelser og arealformer vil også kunne påvirke virkningene av skogsdrift; disse bør prøves ut eksperimentelt.

Forskning i fjellskog

Det pågår for tiden en rekke forskningsprosjekter på skog, men de fokuserer i liten grad på den sørnorske fjellskogens biologi. Det anbefales at fremtidig forskning konsentreres om to arbeidsfelter, som begge skal bidra til å øke kunnskapen om fjellskog og danne grunnlaget for en forvaltning av den.

Utredninger og inventeringer konsentrert om hvordan fjellskogene varierer etter ulike økologiske storskala-gradienter; sør-nord, vest-øst, fra lavland mot fjellet:

- fjellskogens utbredelse, artssammensetning
- inndeling i regioner, belter og seksjoner
- artssammensetning (flora og fauna), plantesamfunn

Det bør dessuten utredes hvilke trusler fjellskogen i ulike strøk av landet er særlig utsatt for.

Studier av fjellskogens struktur og funksjon bør bestå i flerårige, langsiktige forskningsprosjekter som

- klarlegger fjellskogsøkosystemets komponenter og spillet mellom dem
- virkninger av ulike typer og grader av inngrep og driftsmåter

16 Summary

Modern forestry, need for more timber and pulp and other economical interests have during the last decades increased human impact on mountain forests. This has caused controversies between forestry and nature conservation. From a conservation point of view, Norway should have an international obligation to conserve and manage biological resources (both species and biotopes) within the westernmost ecotone of the Eurosiberian taiga, and specially the north boreal zone with its birch forests, which has its greatest vertical extension in South Norway. It is pointed on special protection values due to the fact that mountain forests include the last remains of primeval forest stands in Norway.

In autumn 1990, the Directorate for Nature Management (DN) asked NINA to review biological information from mountain forest investigations with special emphasis on mountain conifer forest in southern Norway, its characteristics and distribution.

"Mountain forest" is poorly defined, and is often used in forestry to cover all forests at higher elevations, regardless of its biological composition and relation to climate, edaphic and topographic condition and cultural influence. In our report "mountain forest" is defined as forests which are situated below the climatically determined timber line, in the north boreal region (sense Dahl et al. 1986).

In southern Norway conifer mountain forests include only spruce and pine or a mixture of these. Normally these also include an element of birch and other deciduous trees. Conifers may in certain areas, especially in dry continental areas, make the forest-limit, but generally there is a gradual decrease in conifers toward the forest-limit, often with an extensive subalpine birch forest belt above the conifer forests.

The mountain forests may be relatively dense and form a sharp limit toward the alpine areas, but often there is a decreased density of conifers with increasing altitude. Spruce has an eastern distribution in southern Norway (Figure 2), it occurs naturally from Vest-Agder to Salten, but only sporadically in western Norway, and there mainly in inner fjord districts. However, spruce reach coastal areas in Trøndelag-Helgeland. The oceanic spruce forests in Central Norway are unique within the Boreal region. Similar highly oceanic conifer forests occur only in

north-western America. In western Norway mountain forests are dominated by pine or, most frequent, birch. The north boreal birch forest belt has its greatest vertical extension in the humid, oceanic parts of Fennoscandia.

The forest-limit (Figure 4-5) is often defined as a theoretical line drawn between the highest occurrences of forest stands (trees more than 2-3 m), and where the distance between the individuals is less than 25-30 m. The timber line may be climatically determined or empiric (determined by topography, soil or human influence). The economic timber line is defined according to possibilities for natural regeneration after logging.

Forest vegetation in southern Norway includes regional variations along climatic gradients, both in N-S and W-E-directions. These gradients are due to both variation in temperature and humidity.

Principally, there is no difference between regionalizations in N-S-direction or along the altitudinal gradient, since they both reflect temperature differences.

The separation of vegetational regions reflect temperature gradients in N-S direction, while the vegetation belts reflect the altitudinal gradient.

Vegetation sections are separated along the humidity gradient, from oceanic coastal areas toward more continental inland areas.

In the conifer forests of southern Norway the following regions and belts are separated (Figure 6-7):

- southern boreal
- middle boreal
- northern boreal or "subalpine"

The following sections are described:

- hyperoceanic, O3
- euoceanic, O2
- suboceanic, O1
- indifferent, OC
- weakly continental, C1

"Mountain forest" is here defined as conifer forests in the north boreal region.

The separation of the different belts may be drawn according to floristic or phytosociological criterias. Indicator species are listed in Tables 2-4. Distribu-

tion of vegetation types according to the sections are shown in Table 5.

The mountain forests are characterised by low frequency of lowland species and a high frequency of alpine species. These forest therefore represent a transition or ecotone between lowland and alpine areas. From a vegetational point of view, this transitional character, more than the occurrence of single species characterises the mountain forests. This is also emphasized by the fact that very few species have their main or only occurrence within these forests. For cryptogams the knowledge is still poor, but there might be some species within these groups which have their optimum within mountain forests.

The vertical extension of mountain forests are highly variable (Figures 8-10). In western Norway these are normally situated between 200-300 and 400-500 m a.s.l., while in central parts of South Norway they occur between 900 and 1250 m a.s.l. The north boreal region is characterised by a mosaic of different vegetation and habitat types, e.g. different forest types, wetlands, bogs, screes, ravines, talus slopes, exposed ridges etc. This variation, in addition to the transition character of the region, is the basis for a diverse flora and fauna.

Outline of mountain forest ecology

A minimum amount of summer heat is required for growth and reproduction of trees. The required amount of heat is different for spruce, pine and birch. In mountain forests production and maturation of seeds mainly occur in the most favourable years. Soil temperature may be too low for growth of roots, uptake of water and growth of mycorrhizae. Low temperatures also decrease decomposition of organic matter, which favour production of raw humus. This will in time lower the pH of the soil.

Frost during the growth season may prevent growth and destroy tissues. Low temperatures combined with drought often cause desiccation. Birch regenerates faster than the conifers after injuries.

Winds cause both frost injuries and desiccation, and may also give mechanical damage. A snow-layer gives protection against frost, but long snow-layer duration is critical for tree-growth. Change in climate or impact causing changes in soil or air temperatures, wind or distribution of snow, may

have serious consequences for growth and regeneration of forests in marginal sites. The forest-limit has fluctuated considerably since the deglaciation, partly as a result of human impact. Change within the scale of 1/10 °C of summer temperatures may be serious for marginal trees or forest stands. Forestry in marginal sites may, therefore, have consequences which we can not foresee today.

Fauna

Faunistically the term "mountain forest" is a vague concept. The mobility of animals - especially that of mammals and birds - and their adaptability enable them to live in diverse habitats and at different altitudes. There is a question whether the mountain forests have a faunistic character of their own, which separates them from other areas.

The ecology of a species depends on mobility, feeding habit, need for protection and hatching areas, position in the food web etc. The mountain forests comprise a wide array of species varying from stenoecious insects bound to particular substrates and habitats, to the large carnivores who roam extensive areas. Many of the species are, however, adapted to mature or old forests. The existence of old, natural forests or primeval forests is essential to the distribution and density of many species.

Faunistically it is convenient to define the upper 200-300 vertical metres of forested areas as "mountain forest". The mosaic of forests and other biotopes at this level is of special importance to animal life.

Mammals. Many lowland forest species do not reach to the mountain forests, and some alpine species only rarely descend to forested areas. Some species alternate between forests and alpine areas, or utilise forests or alpine areas in parts of the year, or in parts of their lives. Hardly any mammals in Norway live solely in the mountain forests, and only a few occur mainly there. For most of the species which occur in the mountain forests the biotope must be regarded in connection with other biotopes at the same altitude, or with biotopes at other altitudes.

Approximately 60% of the Norwegian mammals can be observed in the mountain forests. Ca 30 of the species breed there, and 5 species use the mountain forests temporarily, cf. Table 8. The possibilities to

utilise the mountain forests depend on local climate, vegetation, the quality of the fodder, hydrology, landforms, snow cover etc. These are elements which might be altered by encroachments. The range of the species may be severely affected. For a number of species the autecological knowledge is too scarce to enable us to predict how the species may react on different types of encroachments and disturbances.

The shrews are the most important insectivores in the mountain forests. To one species mountain forests seem to be of great importance. This is probably also the case for one bat species.

Mountain hare lives also in mountain forests, and at all seasons. Studies on habitat preference and reactions on encroachments are needed.

The connections between the squirrel and mountain forests are not clear.

Beaver is spreading in Norway; it also occurs in mountain forests. It is not clear how it is affected by forestry or other human activities.

Small rodents are well represented in mountain forests. The cyclic fluctuations of their populations are important factors in the ecosystems of mountain forests and alpine areas, and affect many species at higher levels in the food chain.

Mountain forests are important habitats for several carnivores. The state of the forests is of utmost importance to the fate of individuals and of populations, especially wolf and bear. Marten, wolverine, and lynx use the mountain forests, whereas the arctic fox descend to forested areas in years when small rodents are abundant. Common fox, stoat, weasel, mink, badger, and otter occur in mountain forests, however, the importance of mountain forests to these species compared to other habitats and elevations is not clear.

Moose and reindeer use the mountain forests to a certain degree, as does the deer. The deer moves toward higher elevations during the summer; it might stay inland during the winter, preferably in areas with a thin snow cover. Moose is common in mountain forests during the summer, but migrates to the lowlands during winter. Reindeer periodically grazes in mountain forests of pine and birch.

Birds. Approximately 260 bird species breed in Norway. Many of them are widely distributed and occur in a variety of habitats. The avifauna of a particular area - or a region - depends on the structure (density, layering etc.) and species composition of the plant cover. The avifauna of mountain forests comprises ca 100 species. Each species is adapted to the mountain forests through its breeding, migration, overwintering, and feeding strategies. The relationship between the species and the habitat is often complex and obscure. We have, therefore, insufficient knowledge to assess the impact of different types of encroachments.

The bird life of mountain birch forests is better known than that of conifer forests. This is partly due to the fact that birch forests at high altitudes are known to have large densities of birds, and because mountain birch forests are a particularly characteristic feature to large parts of Fennoscandia.

Qualitative and quantitative aspects of the passerine fauna have been studied in various parts of the country. Some time-series exist. One from Central Norway shows that the number of willow warbler, the most numerous species in mountain birch forests, has declined.

The abundance of passerines varies considerably from poor birch forest types to rich types. The density (number of individuals per area unit) of the richest forest types might be 5-6 times that of the poor forests. The most important species are willow warbler, brambling, redpoll, reed bunting, redstart, redwing, tree pipit, dunnoek, and bluethroat. The willow warbler and the brambling often constitute 50-70% of the bird community of the poor forests, 30-55% of the rich forests. In rich forests fieldfare is an abundant bird species. 25-30 other species occur regularly, but are less abundant.

In mountain pine forests redstart is the most abundant species, followed by spotted flycatcher, tree creeper, Siberian jay, and great grey shrike.

Mountain forests are important habitats to several woodpecker species. The species need large areas of forest, and occur normally in low densities. Black woodpecker, three-toed woodpecker, and grey-headed woodpecker live mainly in coniferous forests, while white-backed woodpecker and lesser spotted woodpecker are found in deciduous forests and mixed forests. The woodpeckers live preferentially in forests with old trees. Their nest cavities are of

great importance to other species dependent on tree cavities, such as owls and some passerines.

Most owls and raptors depend on old, natural forests or primeval forests. In mountain forests this holds true especially for hawk owl, pygmy owl, Tengmalm's owl, great Grey owl, and Ural owl, goshawk, golden eagle, osprey, and rough-legged buzzard. The occurrence of trees fit for nests and nests left from raptors or crows are important. Also other raptor species (than those mentioned here) breed in mountain forests.

Some waders are connected to the mountain forest region. Most of them prefer areas with mosaics of forests, thickets, fens and other wetlands, i.e. a complex of treeless and forested sites.

Encroachments in mountain forests will probably cause a decline in species diversity and changes in bird communities. Some species will profit and become more abundant than before, some previously rare species (occurring in small numbers) might disappear.

Invertebrates. In mountain forests invertebrates from lower altitudes and from alpine areas meet. Climate is considered to be one of the most important factors controlling invertebrate distribution. However, many invertebrates are strictly bound to very specific habitats. Their distribution depends, therefore, on the existence of these habitats. Many invertebrates are found at a variety of altitudes and occur across main biogeographical boundaries. Insect orders which are important in boreal areas are shown in Table 9.

Our knowledge about several groups is insufficient to tell which species depend upon the mountain forests, i.e. to tell if the mountain forests are their main habitat. The number of invertebrates in Norway is supposed to be ca 15 000. The number existing in mountain forests is, however, unknown.

The species diversity of the invertebrate fauna reflects the variety of habitats within the mountain forest region. In the forests species have adapted to different tree species, and to particular parts of the trees and shrubs (wood, bark, leaves), epiphytic fungi, galleries and nests made by other species, grasses, forbs, mosses, mushrooms and lichens on the forest floor, litter, carcasses, anthills, subterranean nests, fens, swamps, beaches, watercourses etc.

Our present knowledge about invertebrates in Norway is mainly based on occasional findings and unsystematical collecting. Many of the findings lack information about habitat, altitude etc. Investigations which are relevant to the invertebrate fauna of Norwegian mountain forests are referred in the report (chapter 9.5).

Approximately 10% of the Norwegian beetles probably live mainly in mountain forests or in alpine areas. Thereof probably 100 species (cf. Table 10) are connected to wood, bark or tree-inhabiting fungi. We have insufficient information to say how many of the other 250 species have mountain forests as their main habitat. Many of them probably occur frequently above the forest-limit. A few species of leaf beetles and weevils living on willows and birch are specific to boreal and high altitude areas. We do not know how logging and other encroachments, for instance pesticides, plantings and alien tree species, might affect these beetles.

Moths and butterflies in mountain forests have not been investigated in particular. A number of species are known to occur in boreal and high altitude areas, some of which might ascend to alpine areas or descend to forests at lower altitudes. Some species do, however, live mainly in the northern or upper parts of the conifer forests, cf. group C1 and C2 in Table 11.

Other groups of invertebrates are either not specific to mountain forest, or we know too little about them to tell if mountain forests are important to them. A few species are, however, regarded as threatened, for instance some bugs which live under the bark of dead trees and in connection to tree-inhabiting fungi. Also in other insect groups, and among invertebrates in general, there might be species which will suffer if the mountain forests are exploited. Among these are probably ichneumon wasps and sawflies.

Flora

As a large number of investigations and inventory reports have been made from mountain forest areas the vascular flora of mountain forests is rather well known. The data are, however, not very systematic and have not been processed to elucidate the flora of mountain forests specifically. Only 3-4 vascular species with a very restricted distribution in Norway may be considered as true mountain forest species.

The distribution and ecology of many cryptogams are less known, but among mosses as well as lichens and fungi a number of species grow only or mainly in mountain forests, cf. Tables 12-14.

Biological values of mountain forests

The western limit for the Eurosiberian boreal conifer region (taiga) lies in Norway. Within these marginal areas there are probably greater biological variation than anywhere else in this region. The distinct climatical gradients over short distances, from the western oceanic areas to continental areas cause changes in composition of flora, vegetation types and animal communities which are not known from e.g. Sweden and Finland. Because oceanic boreal vegetation mainly occur in Norway, we have a special obligation to protect and manage it properly - i.e. to leave it more or less undisturbed.

Biologically, the mountain forests should not be separated from neighbouring biotopes in the north boreal region since they are part of a mosaic with other vegetation types such as bogs, lakes, heaths, and shrubs etc. Together these create an ecosystem which includes elements from both alpine areas and areas at lower altitudes. Some plants, vegetation types and animals are restricted to mountain forests. Ecologically, we have sparse knowledge about the mountain forests, but it is known that components and functions of the forest, i.e. species composition, ecological niches, tree density and age are important. Special protection values are related to the occurrence of primeval forest stands and the possibilities to protect the small fraction which is left of them. Their importance is related to their complex structure with a diversity of ecological niches which are important to highly specialized species. This applies probably mainly to invertebrates and cryptogams, but also to other organisms.

Ecological consequences of forestry within mountain forests

Due to increasing impact, the mountain forests are exposed to fragmentation, local climate changes and consequently to biological changes. Clear-cuts highly influence the local climate and microclimate, causing higher temperature amplitudes, changes in soil moisture, more erosion and leaching of nutrients and prolonged snow-layer duration. These changes will hazard natural reproduction, but increased

insolation and higher summer temperatures causing faster decomposition of organic matter will, on the other hand, improve conditions for seed germination.

Consequences of clear-cuts may vary considerably according to local conditions, but at present we have insufficient information to predict ecological changes after such impacts.

A serious impact of forestry is the removal of dead or dying trees, which may be critical for both cryptogams, invertebrates and birds.

Apart from logging, several other impacts associated with such activity may change the environment for organisms, the consequences of which are poorly known.

Sustainable development/use of mountain forests

Maintenance of mountain forests have for a long time been discussed in public. Early in this century, forestry administration was aware of the negative consequences of heavy exploitation of mountain forests, and strong restrictions for logging were introduced. It is, however, not possible to give recommendations which prevent all possible negative consequences of forestry, but it should be pointed out that forestry within the uppermost 50-100 m below the conifer timber line should be avoided. And even below this level, logging should be carried out with care, and one should avoid large clear-cut areas. In Sweden a climatic hazard limit is introduced. In pine forests this include 180-200 m in vertical direction below the pine tree limit. Different practices, and may sizes and configurations of clear-cut areas may influence species, communities and habitats in different ways. The effects of various practices should be tested experimentally.

Research in mountain forest

At present several research projects are dealing with forest ecology, but they focus to a small extent on the biology of south Norwegian mountain forests. It is recommended that future research is being concentrated to two issues; both will contribute to an increased understanding of ecological processes and management of mountain forestss. Reviews and inventories of mountain forests should be carried

out along ecological broad-scale gradients, S-N, W-E and from lowland to mountain to elucidate

- distribution of mountain forests
- regionalization (regions/belts/sections)
- biological composition of mountain forests

In addition possible threats and their consequences should be described and evaluated.

Studies of mountain forests, their structure and function should include multidisciplinary long-term research projects on

- environmental factors influencing the ecology of mountain forests, the components of mountain forests, and their mutual relationships
- the influence of different types of encroachments related to forestry.

17 Litteratur

Vegetasjon, flora, skogforskning

- Ahti, T., Hämet-Ahti, L. & Jalas, J. 1968. Vegetation zones and their sections in north western Europe. - *Ann. bot. fenn.* 1968,5: 169-204.
- Aune, E.I. 1973. Forest vegetation in Hemne, Sør-Trøndelag, Western central Norway. - *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Miscellanea* 12: 1-87.
- Aune, E.I. & Kjærem, O. 1977. Botaniske undersøkingar ved Vefsnassdraget, med vegetasjonskart. - *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser.* 1977,1: 1-138, kart.
- Bendiksen, E. & Halvorsen, R. 1981. Botaniske inventeringer i Lifjellområdet. - *Univ. Oslo. Kontaktutv. Vassdragsregul. Rapp.* 28: 1-94.
- Bergström, E. 1911. En anteckning om fjällväxter i Torne Lappmarks barrskogsregion. - *Svensk bot. Tidskr.* 1910,4(3): 218-224.
- Birks, H.J.B. 1988. Long-term ecological change in the British uplands. - Usher, M.B. & Thompson, D.B.A., red. *Ecological change in the uplands.* Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburgh. s. 37-56
- Bjor, K. 1965. Temperaturgradientens betydning for vannhusholdningen på skogsmark. - *Meddr norske SkogforsVes.* 20: 278-397.
- Bjor, K. 1970. Ekstremtemperaturer på skogsmark. - *Tidsskr. Skogbruk* 78: 191-196.
- Bjørndalen, J. E. 1977. En plantesosiologisk undersøkelse av urterike barskoger i Grenland, Telemark. - *Univ. Bergen. Upubl. hovedopp.*
- Bjørndalen, J.E. 1978. *Aconitum septentrionale* og *Lactuca alpina* som barskogsarter i Skien kommune, Telemark. - *Blyttia* 36: 125-134.
- Bjørndalen, J.E. 1980a. Urterike granskoger i Grenland, Telemark. - *Blyttia* 38: 49-66.
- Bjørndalen, J.E. 1980b. Phytosociological studies of basiphilous pine forests in Grenland, Telemark, SE Norway. - *Norw. J. Bot.* 27: 139-161.
- Blüthgen, J. 1960. Der skandinavische Fjällbirkenwald als Landschaftsformation. - *Petermanns geogr. Mitt.* 104: 119-144.
- Bonnevie-Svendsen, C. & Skoklefald, S. 1965. Frøproduksjonen i en granskog. - *Norsk Skogbr.* 11: 619-622.
- Brantseg, A. 1941. Vegetasjonstyper i skogbunnen og deres betydning ved forstlige disposisjoner. - *Tidsskr. Skogbr.* 49: 3-11, 42-50.
- Dahl, E. 1950. Forelesninger over norsk plantegeografi. - Oslo.
- Dahl, E. 1979. Boreal vegetation. - *Council Europe Nat. Environment Ser.* 16: 1-99.
- Dahl, E. 1986. Zonation in Arctic and Alpine Tundra and Fellfield Ecobiomes. I Polunin, N., red., 1986. *Ecosystem Theory and Application.* s. 35-62.
- Dahl, E. & Mork, E. 1959. Om sambandet mellom temperatur, ånding og vekst hos gran (*Picea abies*) (L.) Karst. - *Meddr norske SkogforsVes.* 23: 222-233.
- Dahl, E., Elven, R., Moen, A. & Skogen, A. 1986. Vegetasjonsregionkart over Norge 1:1 500 000. - Statens kartverk. *Nasjonalatlas for Norge.*
- Dengler, A. 1912. Die Horizontalverbreitung der Fichte. - Neudam.
- Dierssen, K. & Dierssen, B. 1982. Kiefernreiche Phytozönosen oligotropher Moore im mittleren und nordwestlichen Europa. Überlegungen zur Problematik ihrer Zuordnung zu höheren systematischen Einheiten. - I Dierschke, H., red. *Struktur und Dynamik von Wäldern.* J. Cramer, Vaduz. s. 299-323.
- Du Rietz, G.E. 1925. Die regionale Gliederung der Skandinavischen Vvegetation. - *Svenska växtsociol. Sällsk. Handl.* 8: 1-60.
- Du Rietz, G.E. 1930. Vegetationsforschung auf soziations-analytischer Grundlage. - I Aberhalden, G. *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden XI,* 5: 293-480.
- Du Rietz, G.E. 1942. De svenska fjällens växtvärld. - *Sv. bot. Tidskr.* 36: 124-146.
- Du Rietz, G.E. 1950. Phytogeographical excursion to the surroundings of Lake Torneträsk in Torne Lappmark (Northern Sweden). - *Seventh Int. Bot. Congr. Stockholm 1950. Excursion Guide CIIIc:* 1-19.
- Du Rietz, G.E. 1952. Vegetations- og odlingsregioner som uttrykk for klimat och jordmån. - *Trädgårdskonst. I. Växtmaterial och anläggningsteknik.* Stockholm.
- Du Rietz, G.E. 1964. Nordsvenska vegetationregioner. - *Festskrift tillägnad Carl Kempe.* Uppsala 1964.
- Ebeling, F. 1979. Anvisningar för skogsskötsel i kyliga klimatlägen. - *Sveriges Skogsvårdsförb. Tidskr.* 7,4: 1-126.
- Eide, E. 1930. Sommervarmens betydning for granfrøets spireevne. - *Medd. norske SkogforsVes.* 3: 473-508.
- Ekman, H. 1987. Vad är fjällnära skog? - *Sv. Naturskyddsför. Årsbok.* 1987: 18-29.
- Ekrheim, O. 1935. Die Waldgrenzen auf der Hauge-sund-Halbinsel im westlichen Norwegen. - *Skr. norske Vidensk. Akad. I. Mat.-naturv. Kl.* 1934, 9: 1-70.

- Ellenberg, H. 1966. Leben und Kampf an der Baumgrenzen der Erde. - *Naturwiss. Rundsch.* 19: 133-139.
- Elven, R. & Vorren, K.-D. 1980. Flora and phytogeography of the Habafjell-Skrubben area of central Troms, Northern Norway. - *Tromsø Mus. Rapp.* 9: 1-64.
- Enquist, F. 1933. Trädgränsundersökningar. - *Svenska Skogsv. För Tidsskr.* 31: 145-214.
- Fischer, F., Schmidt, P. Houghes, B.R. 1959. Anzahl und Verteilung der in der Schnreedecke gesammelten Fichtensamen. - *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsves.* 35: 459-479.
- Frankhauser, F. 1901. Der oberste Baumwuchs. - *Schweiz. Z. Forstwes.* 52: 1-5.
- Fremstad, E. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990. - *NINA Oppdragsmeld.* 42: 1-35.
- Fremstad, E. & Elven, R. 1987. Enheter for vegetasjonskartlegging i Norge. - *Økoforsk Utred.* 1987,1. Flere pag.
- Fries, T.C.E. 1913. Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. - *Almquist & Wiksell.* Uppsala.
- Fries, Th. C. E. 1921. Björkskogsgränsens höjdläge inom Tromsö amt. - *Tidsskr. Skogbruk.* 29: 48-72.
- Frödin, J. 1911. Om fjällväxter nedanför skoggränsen i Skandinavien. - *Arkiv för Botanik* 10,16: 1-63.
- Fægri, K. 1950. Problems of immigration and dispersal of the Scandinavian flora. - I Löve, A. & Löve, D. *North Atlantic biota and their history.* s. 221-231.
- Fægri, K. 1958. On the climatic demands of oceanic plants. - *Bot. Notiser* 11: 325-332.
- Fægri, K. 1960. Maps of distribution of Norwegian vascular plants. I The coast plants. - *Univ. Bergen Skr.* 26: 1-134.
- Fægri, K. 1972. Geo-ökologische Probleme der Gebirge Skandinaviens. - I: s. 98-106 Troll, C. (red.). *Geocology of the high mountain regions of Eurasia.* Franzsteiner Verlag Wiesbaden.
- Faarlund, T. & Aas, B. 1991a. Skoggrenseutviklingen i sentrale sørnorske fjelltrakter gjennom postglasial tid. - *Univ. Trondheim, Vitenskapsmus. Rapp. Bot. Ser.* 1991,2: 7-18.
- Faarlund, T. & Aas, B. 1991b. Behov for å sikre fjellbjørkeskogens natur- og kulturlandskap. - *Univ. Trondheim, Vitenskapsmus. Rapp. Bot. Ser.* 1991,2: 19-26.
- Gløersen, A.T. 1884. Vestlands-granen og dens invandrings-veie. - *Norske Forstfor. Aarb.*
- Glømme, H. 1928. Orienterende jordbunnsundersøkelser innen Østlandets og Trøndelagens skogtrakter. - *Meddr Norske SkogforsVes.* 10,3. typers ammoniakk og nitratproduksjon samt faktorer som har innflytelse på disse prosesser. - *Meddr Norske SkogforsVes.* 14,4.
- Haapasaari, M. 1988. The oligotrophic heath vegetation of northern Fennoscandia and its zonation. - *Acta Bot. Fennica* 135: 1-219.
- Hafsten, U. 1965. Vegetational history and land occupation in Valldalen in the subalpine region of central South Norway traced by pollen analysis and radiocarbon measurements. - *Univ. Bergen Aarb. Mat.-Nat. Ser.* 1965: 1-26.
- Hafsten, U. 1985. The immigration and spread of spruce forest in Norway traced by biostratigraphical studies and radiocarbon datings. A preliminary report. - *Norsk geogr. Tidsskr.* 39: 99-108.
- Hafsten, U. 1987. Vegetasjon, klima og landskapsutvikling i Trøndelag etter siste istid. - *Norsk geogr. Tidsskr.* 41: 101-120.
- Hafsten, U. 1991. Granskogens historie i Norge under opprulling. - *Blyttia* 49: 171-181.
- Hafsten, U., Henningsmoen, K.E. & Høeg, H.I. 1979. Innvandringen av gran til Norge. - I Nydal, E. et al., red. *Fortiden i søkelyset.* Trondheim. s. 171-198.
- Hare, F.K. 1954. The Boreal conifer zone. - *Geogr. Stud.* 1: 4-18.
- Haug, K.M. 1970. Fjellskog ved Furusjøen, Fron, Oppland. En plantesosiologisk undersøkelse med vegetasjonskartlegging. - *Univ. Oslo. Upubl. hovedoppg.*
- Hesselman, H. 1932. Om klimaets humiditet i vårt land och dess inverkan på mark, vegetation och skog. - *Meddel. Statens SkogförsAnst.* 26: 515-559.
- Hofgaard, A. 1985. Vegetationsförändringar i en fjällnära granskog under de senaste fyrtiofem åren. - *Svensk bot. Tidsskr.* 79: 349-356.
- Holmboe, J. 1925. Einige Grundzüge von der Pflanzengeographie Norwegens. - *Bergens Mus. Årb.* 1924-25, *Naturv. Rekke* 3: 1-54.
- Holten, J.I. 1982. Flora og vegetasjon i Lurudalen, Snåsa kommune, Nord-Trøndelag. - *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser.* 1982,7: 1-76.
- Holten, J.I. 1983a. Flora- og vegetasjonsundersøkelser i nedbørsfeltene for Sanddøla og Luru i Nord-Trøndelag. - *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser.* 1983,2: 1-148.
- Holten, J.I. 1983b. Kriterier for avgrensning av vegetasjonssonen i Norge. I Baadsvik, K. &

- Rønning, O.I., red. Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 7-8.3.1983. - K. norske Vidensk. Selsk. Rapp. Bot. Ser. 7: 76-95.
- Holten, J.I., red. 1990. Biologiske og økologiske konsekvenser av klimaforandringer i Norge. - NINA Utredning 11: 1-159.
- Huseby, K. & Odland, A. 1981. Botaniske undersøkelser i Vikedals-vassdraget, Vindafjord, Rogaland. - Univ. i Bergen. Bot. inst. Rapp. 10: 1-45.
- Hustich, I. 1937. Pflanzengeographische Studien im westlichen Lappland. - Acta Bot. Fenn. 19: 1-156.
- Hustich, I. 1944. Några synpunkter på skoggränserna i nordligste Skandinavien. - Svenska Skogsv.-För. Tidskr. 42: 132-141.
- Hustich, I. 1948. The scotch pine in northernmost Finland and its dependence on the climate in the last decades. - Acta Bot. Fennica 42: 1-75.
- Hustich, I. 1953. The boreal limits of conifers. - Arctic 6: 149-162.
- Hustich, I. 1960. Plant geographical regions. - I: s. 54-62 Sømme, A., red. A geography of Norden. Oslo 1960.
- Hustich, I. 1961. Forest tree lines in northernmost Fennoscandia. - Arch. Soc. zool. Bot. Fenn. "Vanamo" (Arch. Soc. "Vanamo") 16 (suppl.): 111-113.
- Hustich, I. 1966. On the forest-tundra and the northern tree-lines. - Rep. Kevo Subarctic Sta. 3: 7-47.
- Hustich, I. 1979. Ecological concepts and biogeographical zonation in the North: the need for a generally accepted terminology. - Holarct. Ecol. 2: 208-217.
- Hytteborn, H. & Packham, J.R. 1985. Left to nature: forest structure and regeneration, in Fiby urskog, Central Sweden. - Arboricultural J. 9: 1-11.
- Hytteborn, H. & Packham, J.R. 1987. Decay rate of *Picea abies* logs and the storm gap theory: a re-examination of Sernander plot III, Fiby urskog, Central Sweden. - Arboricultural J. 11: 299-311.
- Hytteborn, H., Packham, J.R. & Verwijst, T. 1987. Tree population dynamics, stand structure and species composition in the montane virgin forest of Vallibäcken, northern Sweden. - Vegetatio 72: 3-19.
- Häggström, B. 1982. Om de biologiska förutsättningarna för skogens förnyring i Norrlands höjdlägen. - Sveriges Skogsvårdsförb. Tidskr. 80: 25-33.
- Hämet-Ahti, L. 1963. Zonation of the mountain birch forest in northernmost Fennoscandia. - Ann. bot. Soc. Vanamo 34, 4: 1-127.
- Hämet-Ahti, L. 1977. Conservation problems of boreal plant communities. - I Miyawaki, A. & Tüxen, R., red. Vegetation science and environmental protection. Maruzen, Tokyo. s. 113-116.
- Hämet-Ahti, L. 1983. Human impact on closed boreal forest (taiga). I Holzner, W., Werger, M.J.A. & Ikusima, I., red. Man's impact on vegetation. Dr. W. Junk publishers. The Hague-Boston-London. s. 201-211.
- Hämet-Ahti, L. & Ahti, T. 1969. The homologies of the Fennoscandian mountain and coastal birch forests in Eurasia and North America. - Vegetatio 19: 208-219.
- Høiland, K. 1990. Bruk av truetetskategorier - til glede eller fortvilelse? - Blyttia 48: 103-109.
- Höjer, E.W. 1954. Skogsodlingsgränsen på kronoparkerna i Norrland. - Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr. 1954: 233-253.
- Ingelög, T. 1981. Floravård i skogbruket 1. Allmän del. - Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Ingelög, T., Thor, G. & Gustafsson, L. 1984a. Floravård i skogsbruket 2. Artdel. - Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Ingelög, T., Gustafsson, L. & Thor, G. 1984b. Skyddsvärda skogsväxter i Sverige. Floravård i skogsbruket 3. Fotoflora i färg. - Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Kalela, A. 1958. Über die Waldvegetationszonen Finlands. - Bot. Notiser III: 353-368.
- Kalela, A. 1961. Waldvegetationszonen Finnlands und ihre klimatischen Paralleltypen. - Archvm. Soc. zool. bot. fenn. Vanamo Suppl. 16: 65-83.
- Kallio, P. & Lehtonen, J. 1973. Birch forest damage caused by *Oporinia autumnata* (Bkh.) in 1965-66 in Utsjoki, N. Finland. - Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 10: 55-69.
- Kalliola, R. 1939. Pflanzensoziologische Untersuchungen in der Alpen Stufe Finnisch-Lapplands. - Ann. Bot. Soc. "Vanamo" 13(2): 1-321.
- Kielland-Lund, J. 1967. Zur Systematik der Kiefernwälder Fennoscandiens. - Mitt. Flor.-soz. Arb.Gemein. N.F. 11/12: 127-141.
- Kielland-Lund, J. 1970. Vegetasjonssuksesjonen i skog. - Tidsskr. Skogbruk 78: 209-219.
- Kielland-Lund, J. 1981a. Hva er fjellskog? - Tidsskr. Skogbruk 1981,1: 46-60.
- Kielland-Lund, J. 1981b. Die Waldgesellschaften SO-Norwegens. - Phytocoenologia 9: 53-250.
- Kilander, S. 1955. Kärnväxternas övre gränser på fjäll i sydvästra Jämtland. Acta phytogeogr. Suec. 35: 1-198.
- Knaben, G. 1950. Botanical investigations in the middle districts of Western Norway. - Bergen Mus. Arb. Naturv. Rekke 1950,8: 1-113.

- Korsmo, H. 1987. Status for vern av barskog i Norge. - Økoforsk Utred. 1987,5: 1-41.
- Korsmo, H., Angell-Petersen, I., Bergmann, H.H. & Moe, B. 1989. Verneplan for barskog. Regionrapport for Midt-Norge. - NINA Utred. 6: 1-99.
- Korsmo, H., Moe, B. & Svalastog, D. 1991. Verneplan for barskog. Regionrapport for Øst-Norge. - NINA Utredning 25: 1-190.
- Krogsrud, H. 1983. Skog og skogstyper. - I Elgmork, K., red. Natur og menneske i vassfaret. s. 49-60. Universitetsforlaget, Oslo.
- Kujala, V. 1926. Waldvegetation in Süd- und Mittelfinland. - Comm. ex Inst. Quaest. Forest. Finlandiae 10.
- Kullman, L. 1976. Recent trädgränsdynamik i V Härjedalen. - Svensk bot. Tidskr. 70: 107-137.
- Kullman, L. 1979. Change and stability in the altitude of the birch tree-limit in the southern Swedish Scandes 1915-1975. - Acta phytogeogr. suec. 65: 1-121.
- Kullman, L. 1981a. Recent tree-limit dynamics of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the southern Swedish Scandes. - Wahlenbergia 8: 1-67.
- Kullman, L. 1981b. Some aspects of the ecology of the Scandinavian subalpine birch forest belt. - Wahlenbergia 7: 99-112.
- Kullman, L. 1983. Past and present tree-lines of different species in the Handölan valley, Central Sweden. - I Morisset, P. & Pagette, S. red. 1983. Tree-line ecology. Proceedings of the Northern Quebec Tree-line Conference. Centre d'études nordiques Université Laval Québec. Nordicana 47: s. 25-45.
- Kullman, L. 1984a. Germinability of mountain birch (*Betula pubescens* ssp. *tortuosa*) along two altitudinal transects downslope from the tree-limit, in Sweden. - Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 19: 11-18.
- Kullman, L. 1984b. Transplantation experiments with saplings of *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* near the tree-limit in Central Sweden. - Holarct. Ecol. 7: 289-293.
- Kullman, L. 1985. Nya aspekter på tallföryngring i höglägen. - Sveriges Skogvårdsförb. Tidskr. 81,6: 11-14.
- Kullman, L. 1986. Temporal and spatial aspects of subalpine populations of *Sobrus aucuparia* in Sweden. - Ann. Bot. Fenn. 23: 567-575.
- Kullman, L. 1987. Little Ice Age decline of a cold marginal *Pinus sylvestris* forest in the Swedish Scandes. - New Phytologist 106: 576-584.
- Kullman, L. 1988. Subalpine *Picea abies* decline in the Swedish Scandes. - Mountain Research and Development 8,1: 33-42.
- Kullman, L. 1989a. Recent retrogression of the forest-alpine tundra ecotone (*Betula pubescens* Ehrh. ssp. *tortuosa* (Ledeb.) Nyman) in the Scandes Mountains, Sweden. - J. Biogeography 16: 83-90.
- Kullman, L. 1989b. Cold-induced dieback of montane spruce forests in the Swedish Scandes - a modern analogue of paleoenvironmental processes. - New Phytol. 113: 377-389.
- Kullman, L. 1989c. Geocological aspects of episodic permafrost expansion in North Sweden. - Geogr. Ann. 71A,3/4: 255-262.
- Kullman, L. 1990. Dynamics of altitudinal tree-limits in Sweden: a review. - Norsk geogr. Tidsskr. 44: 103-116.
- Kullman, L. & Hofgaard, A. 1987. Klimatisk harsardgräns i fjällnära skogar. - Sveriges Lantbruksuniv. Umeå
- Kullman, L. & Högberg, N. 1989. Rapid natural decline of upper montane forests in the Swedish Scandes. - Arctic 42,3: 217-226.
- Kummen, T. 1977. Bjørkeskog i Ytre Sunnfjord. - Univ. Bergen. Upubl. hovedoppg.
- Kvamme, M. 1989. Vegetasjonshistoriske undersøkelser i Sprongdalen. - I Odland, A., Aarrestad, P.A. & Kvamme, M. Botaniske undersøkelser i forbindelse med vassdragsregulering i Jostedal, Sogn og Fjordane. - Univ. Bergen. Bot. Inst. Rapp. 47: 166-203.
- Lie, H. 1924. Fjeldskogen. - Tidsskr. Skogbruk 32: 285-312.
- Lindemann, R. 1972. Studien zur Geographie der Waldgrenzen im westlichen Norwegen, exemplarisch behandelt an der Fosen-Halbinsel in Tröndelag. - Westfälischen Wilhelms-Univ. Münster. 335 s.
- Lindquist, J. 1965. South-facing hills and mountains. - Acta phytogeogr. Suec. 50: 216-218.
- Malme, L. 1971. Oseaniske skog- og heiplantesamfunn på fjellet Talstadhesten i Fræna, Nordvest-Norge, og deres forhold til omgivelsene. - Kgl. norske Vidensk. Selsk. Mus. Miscellanea 2: 1-39.
- Malmström, C. 1949. Studier över skogstyper och trädslagfördelning inom Vesterbottens län. - Medd. Statens SkogforskInst. 37: 1-231.
- Matthews, J.A. 1976. Little Ice Age paleotemperatures from high altitude tree growth in S. Norway. - Nature 264: 243-245.
- Matthews, J.A. 1977. Glacier and climatic fluctuations inferred from tree-growth variations over the last 250 years, central southern Norway. - Boreas 6: 1-24.
- Matthews, J.A. & Caseldine, C.J. 1987. Arctic-alpine brown soils as a source of palaeoenviron-

- ment information: further ^{14}C dating and palynological evidence from Vestre Memurubreen, Jotunheimen, Norway. - *J. Quat. Sci.* 2: 59-71.
- Meyer, O.B. & Skogen, A. 1984. Klimabetinget fordeling av vegetasjonssoner og -regioner i Vest-Norge. - Univ. Bergen. Bot. Inst. Upubl. rapp.
- Michaelis, P. 1934a. Ökologische Studien an der alpinen Baumgrenze IV. Zur Kenntnis des winterlichen Wasserhaushaltes. - *Jahrb. Wiss. Bot.* 80: 169-247.
- Michaelis, P. 1934b. Ökologische Studien an der alpinen Baumgrenze V. Osmotischer Wert und Wassergehalt während des Winters in den verschiedenen Höhenlagen. - *Jahrb. Wiss. Bot.* 80: 337-362.
- Mikola, P. 1979. Silvicultural practices near the tree-line. - *Holarctic Ecol.* 2: 269-271.
- Moe, D. 1970. The post-glacial immigration of *Picea abies* into Fennoscandia. - *Bot. Not.* 123: 61-66.
- Moe, D. 1979. Tregrense-fluktasjoner på Hardangervidda etter siste istid. - S. 199-208 I Nydal, R., Westin, S., Hafsten, U. & Gulliksen, S., red. Fortiden i søkelyset. Datering med ^{14}C -metoden gjennom 25 år. - Trondheim.
- Moen, A. 1987. The regional vegetation of Norway; that of Central Norway in particular. - *Norsk geogr. Tidsskr.* 41: 179-226.
- Moen, A., Kjølvik, L., Bretten, S., Sivertsen, S. & Sæther, B. 1976. Vegetasjon og flora i Øvre Forradalsområdet i Nord-Trøndelag, med vegetasjonskart. - *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser.* 9: 1-135.
- Moen, B.F. 1978. Vegetasjonsøkologiske studier av subalpin skog på Nerskogen, Sør-Trøndelag. - Univ. Trondheim. Upubl. hovedoppg.
- Mork, E. 1933. Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nordtrønderske granskoger. - *Meddr norske SkogforsVes.* 16: 1-156.
- Mork, E. 1938. Omsetningen i humusdekket ved forskjellig temperatur og fuktighet. - *Medd. norske SkogforsVes.* 21: 181-224.
- Mork, E. 1944. Om bjørkefruktens bygning, modning og spiring. - *Meddr norske SkogforsVes.* 8: 423-471.
- Mork, E. 1950. Faktorer som virker på spireevnen hos furu-, gran- og bjørkefrø. - *Meddr norske SkogforsVes.* 11: 159-173.
- Mork, E. 1957. Om frøkvalitet og frøproduksjon hos furu i Hirkjølen. - *Meddr norske SkogforsVes.* 48: 353-379.
- Mork, E. 1968. Økologiske undersøkelser i fjellskogen i Hirkjølen forsøksområde. - *Meddr norske SkogforsVes.* 25: 467-596.
- Mork, E. 1970. Klimaet i fjellskog og skoggrenser og dets betydning for skogens vekst og utbredelse mot snaufjellet. - *Tidsskr. Skogbruk* 78: 197-208.
- Mork, E. & Heiberg, H.H.H. 1937. Om vegetasjonen i Hirkjølen forsøksområde. - *Meddr norske SkogforsVes.* 5: 617-684.
- Moser, M. 1967. Die ektotrophe Ährnährungsweise an der Waldgrenze. - I *Ökologie der alpinen Waldgrenze. Mitt. forst. BundesVersuchs. Anst. Wien.* s. 357-380.
- Nilsen, P. 1988. Fjellskoghogst i granskog - gjenvekst og produksjon etter tidligere hogster. - *Rapp. Norsk Inst. Skogforsk.* 2: 1-26.
- Nordhagen, R. 1928. Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. - *Skr. Norske Vidensk.-Akad. I. Mat.-naturvid. Kl.* 1927,1: 1-612.
- Nordhagen, R. 1933. De senkvartære klimavekslinger i Nordeuropa og deres betydning for kulturforskningen. - *Inst. for Sammenliknende Kulturforskning A12:* 1-146.
- Nordhagen, R. 1943. Sikilsdalen og Norges fjellbeiter. - *Bergens Mus. Skr.* 22: 1-607.
- NOU 1989. Flersidig skogbruk. Skogbrukets forhold til naturmiljø og friluftsliv. - *Norges Off. Utredn.* 1989,10: 1-139.
- Odin, H. 1974. Effects of clear cutting on climate factors. - I Bylund, E., Linderholm, H. & Rune, O. *Ecological problems of the circumpolar area.* s. 91-101. Nordbottens Museum, Luleå.
- Odland, A. 1981. Pre- and subalpine tall herb and fern vegetation in Røldal, Western Norway. - *Nord. J. Bot.* 1: 671-690.
- Odland, A. 1987. On the ecology of *Thelypteris limbosperma* (All.) Fuchs. in W Norway. I. The distribution of *Thelypteris limbosperma* in relation to climatic factors.- *Nord. J. Bot.* 7: 325-357.
- Odland, A., Aarrestad, P.A. & Kvamme, M. 1989. Botaniske undersøkelser i forbindelse med vassdragsregulering i Jostedal, Sogn og Fjordane. - *Univ. Bergen Bot. Inst. Rapp.* 47: 1-210.
- Olsson, R. 1985. Levande skog - skogsbruket i naturvårdsperspektiv. - *Svenskanaturskyddsföreningen. Smp Tryck, Wäxjö.*
- Opsahl, W. 1952. Om sambandet mellom sommer-temperatur og frømodning hos gran. - *Meddr norske SkogforsVes.* 11: 569-662.
- Ording, A. 1944. Emner fra skogforskningen. I. Skogbotanikken. - Oslo.

- Ouren, T. 1961. Floraen i Singsås herred, Sør-Trøndelag. - K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Årb. 1961: 5-73.
- Paus, Aa. 1988. Late Weichselian vegetation, climate, and floral migration at Sandvikvatn, North Rogaland, southwestern Norway. - *Boreas* 17: 113-139.
- Pears, N.Y. 1988. The natural altitudinal limit of forest in the Scottish Grampians. - *Oikos* 19: 71-80.
- Perttu, K. 1972. Skogsgränsens beroende av olika klimatologiska och topografiska faktorer. - Skogshögskolan, Institution för Skogsförnyring. Rapporter och Uppsatser 1972,34: 1-91.
- Regel, C. 1952. Botanische Betrachtungen auf einer Reise in Schweden. - Ber. geobot. ForschInst. Rübel Zürich 1951: 35-55.
- Resvoll-Holmsen, H. 1918. Fra fjeldskogene i det østenfjeldske Norge. - *Tidsskr. Skogbr.* 26: 107-223.
- Resvoll-Holmsen, H. 1920. Om fjeldvegetationen i det østenfjeldske Norge. - *Arch. Math. Naturv.* 27,1: 1-266.
- Resvoll-Holmsen, H. 1923. Om granens vestgrense i Norge. - *Arch. Math. Naturv.* 38,5. 20 s.
- Resvoll-Holmsen, H. 1924. Granens vestgrense i Norge. - *Tidsskr. Skogbr.* 32: 583-589.
- Resvoll-Holmsen, H. 1928. Innlegg ved Det Norske Skogselskabs aarsmøte. - *Tidsskr. Skogbruk.*
- Resvoll-Holmsen, H. 1926. Om endel biotiske faktorer innvirkning på vårt plantedække. - *Arch. Matem. Naturv.* 40(4): 23 s.
- Robak, H. 1960. Spontaneous and planted forest in West Norway. - *Skr. Norges Handelshøyskole* 7: 1-34.
- Rodvelt, O. 1983. Klimatiske og edafiske gradienter i subalpine skogstyper mellom Voss og Hallingskeid. - Univ. Bergen. Upubl. hovedoppg.
- Ruden, T. 1943. Litt om vernskogen mot fjellet og des behandling. - *Tidsskr. Skogbr.* 51: 113-130.
- Røsberg, I. 1981. Flora og vegetasjon i Yndesdalsvassdraget. - Univ. Bergen. Bot. Inst. Rapp. 13: 1-84.
- Røsberg, I. 1982. Karplanteflora og vegetasjon på Kårstø og Ognøy, Tysvær og Bokn kommuner i Rogaland. - Univ. Bergen, Rapp. 22: 1-155.
- Sandberg, G. 1963. Växtvärlden i Abisko nationalpark. - *Natur i Lappland* s. 885-909.
- Schiehtl, H.M. 1966. Physiognomie der Waldgrenze im Gebirge. - *Allg. Forstz. (Wien)* 77: 105-111.
- Schröter, C. 1926. Das Pflanzenleben der Alpen. 2. Ausg. - Albert Raustein, Zürich.
- Schönenberger, W. 1985. Performance of a high altitude afforestation under various site conditions. S. 233-240 i Turner, H. & Tranguillini, W. Establishment and Tending of Subalpine Forest: Research and Management. Proc. 3rd. IUFRO Workshop. Eidg. Ansl. forstl. Versuchswes. Ber. 270.
- Selsing, L. & Wishman, E. 1984. Mean summer temperatures and circulation in a South-West Norwegian mountain area during the Atlantic period, based upon changes of the alpine pine-forest limit. - *Annals Glaciol.* 5: 127-132.
- Sekse, L. 1981. Skogsvegetasjon på austsida av Sørfjorden, Indre Hardanger. - Univ. Bergen. Upubl. hovedoppg.
- Simak, M. 1974. Frömängd och dess beskaffenhet vid skogsförnyelse. - Svenska Skogsvårdsförb. *Tidsskr.* 72: 137-142.
- Simonsen, A. 1980. Vertikale variasjoner i Holocen pollensedimentasjon i Ulvik, Hardanger. - *Arkeol. Mus. Stavanger Varia* 8: 1-68.
- Sirén, G. 1961. Skogsgränsstellen som indikator för klimafluktuasjonerna i norra Fennoskandien under historisk tid. - *Commun. Inst. Forestalis Fenniae* 54(2): 1-66.
- Sjörs, H. 1950. Regional studies in North Swedish mire vegetation. - *Bot. Notiser* 1950,2: 173-222.
- Sjörs, H. 1956. Nordisk växtgeografi. - Stockholm.
- Sjörs, H. 1963. Amphi-Atlantic zonation, Nemoral to Arctic. - I Löve, A. & Löve, D., red. North Atlantic biota and their history. s. 109-125 Oxford.
- Sjörs, H. 1965. Forest regions. - *Acta phytogeogr. Suec.* 50: 48-63.
- Sjörs, H. 1967. Nordisk växtgeografi. 2. uppl. - Stockholm.
- Sjörs, H. 1971. Ekologisk botanik. - Uppsala.
- Skogen, A. 1972. Karplanteflora og vegetasjon i Follaldalen, Trollheimen, Møre og Romsdal. - *Kgl. norske Vidensk. Selsk. Mus. Årb.* 1967: 7-63.
- Skarpe, C., Hytteborn, H. & Cramer, W. 1989. Femtio års skogsutveckling på Granskär, norra Uppland. - *Svensk bot. Tidsskr.* 83: 177-185.
- Skre, O. 1972. High temperature demands for growth and development in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Scandinavia. - *Meld. Norges Landbrukshøgskole* 51,7: 1-29.
- Smith, H. 1920. Vegetationen och dess utvecklingshistoria i det centralsvenska högfjällsområdet. - *Norrländskt Handbibliotek* 9: 1-238.
- Solbraa, K. 1989. Flersidig skogbruk. - *NISK Rapp.* 7/89: 1-35.
- Solbraa, K. 1991. Skogøkologi og flersidig skogbruk 1. - *Skogforsk Rapp.* 10/91: 1-28.

- Solbraa, K. 1990. Hirkjølen forsøksområde. - Norsk Inst. Skogforsk. Rapp. 7: 1-27.
- Sonesson, M. 1980. Klimatet och skogsgränsen i Abisko. - Fauna och flora, 1980, 1: 8-11.
- Sonesson, M. & Lundberg, B. 1974. Late Quaternary forest development of the Torneträsk area, North Sweden. I. Structure of modern forest ecosystem. - *Oikos* 25: 121-133.
- Sonesson, M. & Hoogesteger, J. 1983. Recent tree-line dynamics (*Betula pubescens* Ehrh. ssp. *tortuosa* (Ledeb.) Nyman) in Northern Sweden. - I Morriset, P. & Payette, S., red. Tree line ecology. Proceedings of the Northern Quebec Tree-line conference. Centre d'études nordiques Université Kavak, Qyebéc. *Nordicana* 47: 47-54.
- Stern, R. 1983. Human impact on tree borderlines. - I Holzner, M.J.A., Werger & Ikusima, I., red. Man's impact on vegetation. Dr. W. Junk Publishers, The Hague-Boston-London. s. 227-236.
- Strand, L. 1961. Norge - geografisk oversikt. - Skogbruksboka 1: 29-46. Oslo.
- Strand, L. 1962. Temperaturendringer i de siste decenniene. - *Medd. norske Skogforsøksves.* 18: 1-16.
- Strand, L. & Vigerust, Aa. 1957. Skogarealet i forskjellige høydesoner. - *Meddr norske Skogforsves.* 14: 637-649.
- Størmer, P. 1969. Mosses with a western and southern distribution in Norway. - Universitetsforlaget. Oslo.
- Sukopp, H. 1969. Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation. - *Vegetatio* 17: 360-371.
- Tallantire, P.A. 1972. The regional spread of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) within Fennoscandia: a reassessment. - *Norw. J. Bot.* 19: 1-16.
- Tallantire, P.A. 1977. A further contribution to the problem of the spread of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Fennoscandia. - *J. Biogeogr.* 4: 219-227.
- Tengwall, T.Å. 1920. Die Vegetation des Sarekgebietes. - *Naturw. Untersuch. des Sarekgebirges* B. 3,4: 269-436.
- Tenow, O. 1974. Det nordiska skogslandskapets och skogsbrukets utveckling fram till 1900-talet - en kort översikt. - *Barrskogslandskapets ekologi. Internal report 2. Jordbrukets Högskolor, Uppsala.* 34 pp.
- Tenow, O. 1983. Topoclimatic limitations to the outbreaks of *Epirrita* (= *Oporina*) *autumnata* (Bkh.) (Lepidoptera: Geometridae) near the forest limit of the mountain birch in Fennoscandia. I Morriset, P. & Payette, S., red. Tree line ecology. Proceedings of the Northern Quebec Tree-line Conference. - Centre d'études nordiques Université Laval. Quebec. *Nordicana* 47: 159-164.
- Tollan, I. 1937. Skoggrensene på Nordmøre. - *Meddr Vestl. Forsøksst.* 20: 1-143.
- Tolvanen, A. & Kubin, E. 1990. The effect of clear felling and site preparation on microclimate, soil frost and forest regeneration at elevated sites in Kuusankoski. - *Agnilo Ser. Bot.* 29: 77-86.
- Tranquillini, W. 1976. Water relations and alpine timberline. - I Lange, O.L., Kappen, L. & Schulze, E.D. red. Water and plant life. *Ecol. Studies* 19: 473-491.
- Tranquillini, W. 1979. Physiological ecology of the alpine timberline. - *Ecological Studies* 31: 1-137.
- Tuhkanen, S. 1980. Climatic parameters and indices in plant geography. - *Acta phytogeogr. Suec.* 67: 1-105.
- Ve, S. 1930. Skogstrærnes forekomst og høidegrenser i Årdal. - *Meddr Vestland. forstl. Forsøksst.* 13: 1-94.
- Ve, S. 1940. Skog og treslag i Indre Sogn frå Lærdal til Fillefjell. - *Meddr Vestland. forstl. Forsøksst.* 23: 1-224.
- Ve, S. 1968. Utbredelse og høidegrenser til skog-, tre- og buskeslag i Sogndal og Hafslo. - Universitetsforlaget Oslo. 108 s.
- Vorren, K.D. 1979. Anthropogenic influence on the natural vegetation in coastal North Norway during the Holocene. Development of farming and pastures. - *Norwegian Archaeol. Rev.* 12: 1-21.
- Wahlenberg, G. 1812. *Flora Lapponica.* - Berolini.
- Wallén, C.C. 1986. Impact of present century climate fluctuations in the northern hemisphere. - *Geogr. Ann. Ser. A* 68: 245-278.
- Wistrand, G. 1962. Studier i Pite Lappmarks kärleväxtflora. - *Acta phytogeogr. Suec.* 45: 1-211.
- Wistrand, G. 1981. Bidrag til Pite lappmarks växtgeografi. - *Växtekol. Stud.* 14: 1-99.
- Zackrisson, O. & Nilsson, M.-C. 1989. Allelopati och dess betydelse på svårföryngrade skogsmarker. - *Skogsfakta. Biologi och skogsskötsel* 59: 1-6.
- Zoller, H. 1956. Die natürliche Grossgliederung der fennoskandischen Vegetation und Flora. - *Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel Zürich* 1955: 74-98.
- Økland, R.H. & Bendiksen, E. 1985. The vegetation of the forest-alpine transition in the Grunningsdalen area, Telemark, S/Norway. - *Sommerfeltia* 2: 1-224.
- Økland, T. 1989. Program "Overvåkning av skogens sunnhetstilstand" i vegetasjonsøkologisk overvåkning av boreal barskog i Norge. I. Rausjø-

- marka i Akershus. - Norsk Inst. Jord- og Skogkartlegging Rapp. 52 pp.
- Aas, B. 1964. Bjørke- og barskogsgrenser i Norge. - Univ. i Oslo. Upubl. hovedoppg.
- Aas, B. 1969. Climatically raised birch lines in Southeastern Norway 1918-1968. - Norsk geogr. Tidsskr. 23: 119-130.
- Aas, B. 1972. Sikring av ulike skogstyper. - Norsk geogr. Tidsskr. 26: 37-56.
- Aas, B. 1989. Det nord-europeiske bjørkebeltet. - Univ. Oslo, Geografisk inst. Upubl. rapp. 155 s.
- Aas, B. & Faarlund, T. 1988. Postglasiale skoggrenser i sentrale sørnorske fjelltrakter. ¹⁴C-datering av subfossile furu- og bjørkerester. - Norsk geogr. Tidsskr. 42: 25-61.

Pattedyr

- Ahlén, I. 1977. Faunavård. Om bevarande av hotade djurarter i Sverige. - Skogshögskolan & Naturvårdsverket, Stockholm.
- Andersen, R. 1991. Habitat at deterioration and the migratory behaviour of moose (*Alcea alces* L.) in Norway. - J. appl. Ecol. 27.
- Aune, O. A. 1970. Liten dvergspissmus, *Sorex minutissimus*, funnet i Sør-Trøndelag. - Fauna, Oslo 23: 298.
- Bevanger, K. 1985. Utvikling av grevlingbestanden og utbredelse i Norge. - Fauna, Oslo 38,4: 120--131.
- Bevanger, K. 1990. Grevlingen. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 1. Cappelen, Oslo. s. 178-191.
- Bobek, B., Boyce, M. S. & Kosobucka, M. 1984. Factors affecting red deer *Cervus elaphus* population density in Southeastern Poland. - Journal appl. Ecol. 21,3: 881-890.
- Bretten, S. 1990. Moskusfeet. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 2. Cappelen, Oslo. s. 173-190.
- Brink, F. H. van den 1968. Europas pattedyr. - Tiden Norsk Forlag, Oslo.
- Elgmork, K. 1979. Bjørn i naturen. - Gyldendal Norsk Forlag, Oslo.
- Engelstad, F. 1987. Forenklet vegetasjonsskart anvendt ved test på ekorns preferanse for vegetasjonstyper om vinteren. - Viltrapport 43: 123--126.
- Gustafson, L. 1989. Beverfangere i Innerdalen. - Spor 4,1: 22-25.
- Hansson, L. & Henttonen, H. 1989. Rodents, predation and wildlife cycles. - Finnish Game Res. 46: 26-33.
- Heggberget, T. M. 1990. Oteren. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 1. Cappelen, Oslo. s. 165-177.
- Heikkilä, D. R. 1987. Forsøk på å relatere harens habitatvalg til vegetasjonstyper om vinteren. - Viltrapport 43: 127-133.
- Histøl, T. 1989. Sommerdiett hos bever *Castor fiber* L. i et utvalg av skogsvann i Vennesla kommune, Vest-Agder. - Fauna, Oslo 42,3: 96-103.
- Håland, A. 1985. Vestnorske skoger. Skogbruk, fugl og forvaltning. - Vår Fuglefauna 8: 239-254.
- Kvam, T. 1990. Gaupa. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 1. Cappelen, Oslo. s. 194-207.
- Langvatn, R. 1990. Hjorten. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 2. Cappelen, Oslo. s. 81-100.
- Løset, F. & Spikkeland, O. K. 1984. Bjørkemus i Norge. - Fauna, Oslo 37,3: 89-93.
- Mysterud, I. 1968. Utbredelse og bestandsvekslinger hos skoglemen, *Myopus schisticolor*, i Norge. - Fauna, Oslo 21,2: 84-90.
- Mysterud, I. 1980. Smågnagerne. - I Frislid, R. & Semb-Johansson, A., red. Norges Dyr. 1 Pattedyr. Cappelen, Oslo. s. 96-135.
- Olsson, O. & Wiktander, U. 1988. Bytesval hos varg i norra Värmland sommaren 1985. - Fauna, Oslo 41,2: 56-60.
- Pedersen, J. A. 1968. Liten dvergspissmus, *Sorex minutissimus*, ny art for Norge. - Fauna, Oslo 21,2: 123-125.
- Pedersen, J. A. 1980. Spissmusene. - I Frislid, R. & Semb-Johansson, A., red. Norges Dyr. 1 Pattedyr. Cappelen, Oslo. s. 32-41.
- Refseth, D., Bevanger, K. & Fagerhaug, A. 1974. Funn av liten dvergspissmus i Sjodalen, Vågå. - Fauna, Oslo 27,4: 81-84.
- Røskaft, E. 1990. Jerven. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 1. Cappelen, Oslo. s. 152-164.
- Siivonen, L. 1968. Nordeuropas daggdjur. - P.A. Norstedt & söners förlag, Stockholm.
- Skogland, T. 1990. Reinen. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 2. Cappelen, Oslo. s. 148-170.
- Solheim, R. 1987. Barskogsøkologi og zoologiske verneinteresser - tilpasninger og habitatkrav hos insekter, fugler og pattedyr i et dynamisk økosystem. - Økoforsk Utredning 1987,8: 1-118.
- Solheim, R. 1989. Hvor vanlig er vannspissmusa *Neomys fodiens*? Erfaringer med vannspissmus i Sør-Norge. - Fauna, Oslo 42,3: 93-95.

- Sæther, B.-E. 1990. Elgen. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 2. Cappelen, Oslo. s. 104-125.
- Sæther, B.E., Andersem, R. & Gravem, A. 1986. Trekkelg. Økologiske og forvaltningsmessige konsekvenser. - Norsk Skogbruk 32,3: 20-22.
- Sørensen, O. J. 1990. Bjørnen. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 1. Cappelen, Oslo. s. 64-89.
- Tambs-Lyche, H. & Barth, E. K. 1980. Flaggermusene. - I Frislid, R. & Semb-Johansson, A., red. Norges Dyr 1 Pattedyr. Cappelen, Oslo. s. 42-55.
- Wabakken, P. 1990. Ulven. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 1. Cappelen, Oslo. s. 14-27.
- Wiger, R., Brekke, O. & Selboe, R. 1972. Funn av liten dvergspissmus i Sør-Norge. - Fauna, Oslo 25,4: 229-233.
- Wilson, E. O. red. 1988. Biodiversity. - National Acad. Sci. Washington D.C.
- Østbye, E. & Bjørnsen, B. 1990. Rådyret. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 2. Cappelen, Oslo. s. 128-147.
- Østbye, E., Mysterud, I., Dunker, H. & Halvorsen, G. 1974. Liten dvergspissmus, *Sorex minutissimus* Zimm., påvist i Trysil, Hedmark. - Fauna, Oslo 27,4: 225-228.
- Østbye, E. & Pedersen, Ø. 1990. Fjellreven. - I Semb-Johansson, A. & Frislid, R., red. Norges Dyr. Pattedyrene 1. Cappelen, Oslo. s. 48-59.
- Østgård, J. 1987. Beverens ekspansjon og utbredelse i Norge i 1986. - Fylkesmannen i Vest-Agder Miljøvernnavdelingen Rapp. 1987,1: 1-6.
- Bevanger, K. 1981. Fuglefaunaen i Gaulas nedbørfelt, Sør-Trøndelag og Hedmark. - K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser. 1981,1: 1-156, vedlegg.
- Bevanger, K. 1987a. Vegetasjonskart som grunnlag for avifaunistisk temakart. - I Østby, E., red. Vegetasjonskart som hjelpemiddel i viltområdekartlegging. Viltrapport 43: 57-67.
- Bevanger 1987b. Number of bird species used for selection of protected areas. - Cinclus 10: 45-52.
- Bevanger, K. & Thingstad, P.G. 1986. Vassdragsreguleringer og ornitologi. - Økoforsk Utredning 1986,4: 1-82.
- Bonan, G.B. & Shugart, H.H. 1989. Environmental factors and ecological processes in boreal forests. - Annu. Rev. Ecol. Syst. 20: 1-28.
- Enemar, A., Nilsson, L. & Sjöstrand, B. 1984. The composition and dynamics of the passerine bird community in a subalpine birch forest, Swedish Lapland. A 20-year study. - Ann. Zool. Fennici 21: 321-337.
- Haftorn, S. 1980. Våre fugler. - NKS-Forlaget.
- Hogstad, O. 1969. Breeding bird populations in two subalpine habitats in the middle of Norway during the years 1966-68. - Nytt Mag. Zool. 17: 81-91.
- Hogstad, O. 1975. Structure of small passerine communities in subalpine birch forests in Fennoscandia. - I Wielgolaski, F.E., red. Ecological Studies, Analysis and Synthesis 17. Fennoscandian Tundra Ecosystems 2. Springer. Berlin, Heidelberg, New York. s. 94-104.
- Håland, A. 1985. Vestnorske skoger. Skogbruk, fugl og forvaltning. - Vår Fuglefauna 8: 239-254.
- Lovejoy, T.E. 1988. Diverse considerations. - I Wilson, E.O., red. Biodiversity. National Academy Press, Washington. s. 421-427.
- MacArthur, R.H. 1964. Environmental factors affecting bird species diversity. - Am. Naturalist 98: 387-397.
- Moksnes, A. 1973. Quantitative surveys of the breeding bird populations in some subalpine and alpine habitats in the Nedal area in Central Norway (1967-71). - Norw. J. Zool. 21: 113-138.
- Nakamura, T. 1983. Ecological gradient of avian community on lower limit in subalpine coniferous forests. - J. Yamashina Inst. Ornith. 15: 1-18.
- NOU (Norges offentlige utredninger) 1983. Naturfaglige verdier og vassdragsvern. - NOU 1983, 42.
- Røy, N. 1975. Breeding bird community structure and species diversity along an ecological gradient

- in deciduous forest in western Norway. - *Ornis Scand.* 6: 1-14.
- Sjörs, H. 1967. Nordisk växtgeografi. 2. uppl. - Stockholm.
- Solheim, R. 1987. Barskogøkologi og zoologiske verneinteresser - tilpasninger og habitatkrav hos insekter, fugler og pattedyr i et dynamisk økosystem. - *Økoforsk Utredn.* 1987,8: 1-118.
- Svensson, S., Carlsson, U.T. & Liljedahl, G. 1984. Structure and dynamics of an alpine bird community, a 20-year study. - *Ann. Zool. Fennici* 21: 339-350.
- Thingstad, P.G. 1984. Produksjonspotensialet. En indeks for produksjonssammenligninger av ulike fuglesamfunn. - *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser.* 1984,7: 1-27 + vedlegg.
- Ytreberg, N.-J. 1972. The stationary passerine bird populations in the breeding seasons, 1968-1970, in two mountain forest habitats on the west coast of Southern Norway. - *Norw. J. Zool.* 20: 61-89.
- Wiens, J.A. 1989. The ecology of bird communities. 2. Processes and variations. - Cambridge University Press. 316 s.
- Aas, B. 1989. Det nord-europeiske bjørkebeltet. - Univ. Oslo, Geografisk inst. Upubl. rapp. 155 s.

Invertebrater

- Baranowski, R. 1980. Entomologisk inventering av Birtjärnsberget i Vansbro kommun sommaren 1978. - Länsstyrelsen i Kopparbergs län, Naturvårdsenheten. 1980,5: 1-44.
- Chavala, M. 1974. Tachydromiinae (Diptera, Empididae). - *Fauna of the Hardangervidda* 4. Bergen.
- Conradi-Larsen, E.-M. & Sømme, L. 1973. Anaerobiosis in the overwintering beetle *Pelophila borealis*. - *Nature* 245: 388-390.
- Ehnström, B. & Waldén, H.W. 1986. Faunavård i skogsbruket. 2 Den lägre faunan. - Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Fjellberg, A. 1972. Coleoptera from Hardangervidda. - *Fauna of the Hardangervidda* 1. Bergen.
- Gehrken, U. 1984. Winter survival of an adult bark beetle *Ips acuminatus* Gyll. - *J. Insect Physiol.* 30,5: 421-429.
- Gehrken, U. 1985. Physiology of diapause in the adult bark beetle, *Ips acuminatus* Gyll., studied in relation to cold hardiness. - *J. Insect Physiol.* 31,12: 909-916.
- Hanssen, O. 1985. Sommerens billefangst på Nordmøre og i Trøndelag 2. - *Insekt-Nytt* 10,4: 13-17.
- Hauge, E. & Wiger, R. 1980. The spider fauna (Araneae) from 12 habitats in the Vassfaret region, south-eastern Norway. - *Fauna norv. Ser. B* 27: 60-67.
- Heliövaara, K. & Väisänen, R. 1984. Effects of modern forestry on northwestern European forest invertebrates, a synthesis. - *Acta For. Fenn.* 189: 1-32.
- Hågvar, S. 1976. Altitudinal zonation of the invertebrate fauna on branches of birch (*Betula pubescens* Ehrh.). - *Norw. J. Ent.* 23: 61-74.
- Imby, L. & Palmqvist, G. 1978. De svenska *Anomomyza*-arternas utseende, biologi och utbredning (Lep., Noctuidae). - *Ent. Tidskr.* 99: 97-107.
- Jansson, A. & Palm, T. 1936. Resultat av en coleopterologisk studieresa til norvästra Jämtlands fjälltrakter. - *Ent. Tidskr.* 57: 180-226.
- Jussila, R. 1973. Ischneumonidae from Hardangervidda. - *Fauna of the Hardangervidda* 2. Bergen.
- Kvamme, T. & Hågvar, S. 1985. Truete og sårbare insekter i norske skogsmiljøer. - Miljøverndep. Rapp. T-592. Oslo.
- Lekander, B. et al. 1977. The Distribution of Bark Beetles in the Nordic Countries. - *Acta Ent. Fenn.* 32.
- Lindroth, C.H. 1960 red. *Catalogus Coleopterorum Fennoscandiae et Daniae*. - Lund.
- Lundberg, S. 1986. *Catalogus Coleopterorum Sueciae*. - Ent. För. och Naturhist. Riksmus, Stockholm.
- Löfgren, R. 1984. Urskogar. Inventering av urskogsartade områden i Sverige. 5 Fjällregionen. - SNV PM 1511. Naturvårdsverket.
- Meinander, M. 1974. Psocoptera. - *Fauna of the Hardangervidda* 3. Bergen.
- Nilsson, O. 1985. Skogsbruket och hänsynen till den lägre faunan. - *Natur i Norr* 4,1/2: 41-48.
- Nilsson, A.N. & Pettersson, R.B. 1984. Om de fjällnära barrskogarnas skalbaggsfauna - resultat från en snabbinventering i Kirjesålandet. - *Natur i Norr* 3,1: 1-16.
- Nordström, F., Wahlgren, E. & Tullgren, A. 1935-41. Svenska fjärilar. - Stockholm.
- Ossiannilsson, F. 1974. Hemiptera (Heteroptera, Auchenorrhyncha and Psylloidea). - *Fauna of the Hardangervidda* 5. Bergen.
- Palm, T. 1946. Coleopterfaunan i jämtlandsk lavgranskog. I. Träd- och trädsvampfaunan. - *Ent. Tidskr.* 67: 109-139.
- Palm, T. 1951. Die Holz- und Rinden-Käfer der nordschwedischen Laubbäume. - *Medd. Stat. Skogsforskningsinst.* 40,2. Stockholm.

- Pettersson, R.B. 1981. Entomologisk undersökning av urskogen på Vändåtberget. - BIG, Umeå Univ. Rapportser. 5: 1-39.
- Pettersson, R.B. 1983. *Pytho kolwensis* C. Sahlb. - en av skogsbruket hotad trädskalbagge. - Natur i Norr 2: 23-29.
- Pettersson, R.B. 1984. I Norrland av storskogsbruket missgynnade och hotade trädskalbaggar (Insecta: Coleoptera). - Natur i Norr 3,1: 33-45.
- Pettersson, R.B. 1985. Om de fjällnära barrskogarnas skalbaggsfauna - resultat från en snabbinventering i Byvattnetområdet. - Natur i Norr 4,1/2: 57-69.
- Pettersson, R.B. 1990. Skalbaggsfaunan inom den skogliga försöksparken Kulbäcksliden. - Natur i Norr 9,1: 1-22.
- Rassi, P. & Väisänen, R. 1987. Threatened animals and plants in Finland. - Miljöministeriet, Helsinki. 82 s.
- Saalas, U. 1917. Die Fichtenkäfer Finnlands I. - Ann. Acad. Scient. Fenn. Ser. A. VII. Helsingfors.
- Saalas, U. 1923. Die Fichtenkäfer Finnlands II. - Ann. Acad. Scient. Fenn. Ser. A. XII, 1. Helsingfors.
- Strand, A. 1946. Nord-Norges Coleoptera. - Tromsø Mus. Årshf. Nat. hist. avd. 67,1: 1-629.
- Støp-Bowitz, C. 1974. Lumbricidae (Annelida, Oligochaeta). - Fauna of the Hardangervidda 6. Bergen.
- Sundman, V., Huhta, V. & Niemelä, S. 1978. Biological changes in northern spruce forest soil after clear-cutting. - Soil. Biol. Biochem. 10: 393-397.
- Sømme, L. 1974. The overwintering of *Pelophila borealis* Payk III. Freezing tolerance. - Norsk ent. Tidsskr. 21: 131-134.
- Tenow, O. 1972. The outbreaks of *Oporinia autumnata* Bkh. and *Operophtera* spp. (Lep., Geometridae) in the Scandinavian mountain chain and northern Finland 1862-1968. - Zool. Bidr. Uppsala, Suppl. 2.
- Zachariassen, K.E. 1980. The role of polyols and nucleating agents in cold-hardy beetles. - J. Comp. Physiol. 140: 227-234.
- Zachariassen, K.E. 1982. Nucleating agents in cold-hardy insects. - Comp. Biochem. Physiol. 73A,4: 557-562.
- Zachariassen, K.E. 1985. Physiology of cold tolerance in insects. - Physiol. Reviews. 65,4: 799-832.
- Zachariassen, K.E. 1990. Sjeldne insektarter i Norge. 2. Biller 1. - NINA Utredning 17: 1-83
- Aagaard, K. & Hågvar, S. 1987. Sjeldne insekter i Norge. 1. Døgnfluer, steinfluer, øyestikkere, vannteger, vårfluer, rettvinger, saksedyr, nettvinger, mudderfluer og skorpionfluer. Med generell innledning om vernarbeidet for insektfaunaen. - Økoforsk Utredning 1987,6: 1-81.

Verneverdier

- Christensen, H. & Eldøy, S. 1988. Truete virveldyr i Norge. - DN Rapp. 1988,2: 1-99.
- Dayton, L. 1990. New life for old forest. - New Scientist 1738: 25-29.
- Elton, C. S. 1966. Dying and dead wood. - The pattern of animal communities. Wiley, New York.
- Franklin, J.F. 1988. Structural and functional diversity in temperate forests. - I Wilson, E.O., red. Biodiversity. National Academy Press, Washington, s. 166-175.
- Grundsten, C. 1981. Faunaområdene i fjällregionen. Kartläggning av de hotade arternas viktigste tilflyktsområdene. - Naturvårdsverket, Meddelande, SNV PM 1295: 1-158.
- NAVF (Norwegian Research Council for Science and the humanities), 1990. Sustainable Development, Science and Policy. Bergen 8-12 May 1990. The Conference report.
- NOU 1986. Ny landsplan for nasjonalparker. - Norges Off. Utredn. 1986,13.
- Thomas, J.W. 1979. Wildlife habitats in managed forests: The Blue Mountain of Oregon and Washington. - USDA Agricultural Handbook 553. Department of Agriculture, Washington DC. 552 s.
- Wilson, E. O. red. 1988. Biodiversity. - National Acad. Sci. Washington D.C.

123

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0224-7

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. (07) 58 05 00