

Høyfjellsøkologi



Innhold

Innhold

Forord	4
Høyfjellet	5
Klima	5
Skoggrenser	6
Høyfjellets regioner	7
Istiden	8
Fjellvegetasjonen	9
Vegetasjonsøkologiske gradienter	9
Vegetasjonens utforming	10
Fastmarkvegetasjon i fjellet	12
Noen viktige beiteplanter i fjellet	17
Sopp i høyfjellet	18
Lav	18
Mykorrhiza	19
Nedbrytere (saprotrofer)	21
Mikroorganismer i fjellet	21
Ferskvannsøkosystemer i høyfjellet	22
Den oligotrofe innsjø	22
Insekter og andre landarthropoder i høyfjellet	24
Insektfaunaen	24
Andre landarthropoder	28
Høyfjellets vertebrat-fauna	29
Sykliske bestandsvariasjoner	30
Fjellbjørkeskogen	31
Høyfjellet	32
Pattedyr	35
Tilpasninger til høyfjellet	39
Plantene	39
Vinteroverlevelse	39
Sommeroverlevelse	39
Insekter og andre landarthropoder	42
Virveldyrene	44
Finseområdet	47
Klima	47
Geologi	48
Energistrømmer	51
Primærsuksesjon på morenemark	52
Blåisen	52
Menneskets utnyttelse av Hardangervidda	53
Jakt	53
Seterdrift	53
Jernutvinning	54

Ferdsel	54
Industrisamfunnet	54
Litteratur	55
Feltmetoder, A - H.....	56
A) Stedsbeskrivelse:	56
B) Klima:	57
C) Overflatevann:	60
D) Jord:	60
E) Planter:	67
F) Dyr:	76
H) Eksempel på leksjonsopplegg i felt:	80

Forord

Kompendiet er ment å gi bakgrunnsmateriale til kurs i høyfjellsøkologi for biologilærere i den videregående skolen. Det er å håpe at kurskompendiet også vil være til hjelp for lærere som ikke har anledning til å delta på kursene våre, men som likefullt ønsker ”stoff” til undervisningen. Det er lagt vekt på å utarbeide et kompendium som kan brukes ved kurs og ekskursjoner i de fleste norske fjellområder.

Kompendiet tar for seg sentrale emner som vegetasjon og fauna med egne kapitler om organismenes tilpasninger til fjellbiotopene. Ettersom Finse forskningssenter er kursstedet vi benytter for Skolelaboratoriets etterutdanningskurs i høyfjellsøkologi, er Finseområdet gitt spesiell omtale. Videre følger en kortfattet oversikt over aktuelle feltmetoder med skjemaer og eksempler til bruk i undervisningen i felt og under etterarbeidet.

Kompendiet er blitt til ved et samarbeid mellom Skolelaboratoriene for naturfag, avdeling for Biologi og Finse forskningssenter, Biologisk institutt, UiO. Deler av stoffet er hentet fra kompendiet 'Bio 101 Feltkurs Haugastøl - Finse' (Sømme, Wielgolaski & Østbye (red.) 1990). Vi vil takke de mange tidligere studenter og lærere ved Biologisk institutt som har bidratt med stoff til kompendiet. En spesiell takk rettes til cand. scient. Ole Andreas Isager, lektor Honoria Hamre, lektor Audun Jahren, lektor Ragnvald Lien, lektor Kari Synnes, professor Lauritz Sømme og førsteamanuensis Frans-Emil Wielgolaski for faglig og redaksjonell hjelp under utarbeidelsen av de ulike kapitlene.

Trond Schumacher

Eivind Østbye

Skolelaboratoriene for Naturfag,
avd. for biologi

Finse forskningssenter

Biologisk institutt, April 1990.

Revidert juni 2008 av Trond Schumacher og Cato Tandberg, Skolelaboratoriet for Biologi ved Universitetet i Oslo (UiO).

Revidert november 2012 av Klaus Høiland (Biologisk institutt) og Maria Sviland, Skolelaboratoriet for biologi ved UiO.

Schumacher, T & Østbye, E (red) 2013. Kompendium i høyfjellsøkologi. 3. opplag
Skolelaboratoriet for biologi, Universitetet i Oslo

Høyfjellet

Klima

Selv om det er store forskjeller i geografisk beliggenhet og geologisk opprinnelse, har alle verdens høyfjell mange felles trekk hva gjelder klima. Enten det dreier seg om store fjellkjeder, slik som Andesfjellene og Himalaya, eller isolerte topper av vulkansk opprinnelse, som Kilimanjaro i Tanzania eller Mount Rainier i USA, gjør klimaet i de store høydene levevilkårene vanskelige for dyr og planter. Mens fjellene på høye breddegrader har lange vintre og korte somre, blir vinteren kortere etterhvert som vi nærmer oss ekvator. I tropiske høyfjell er det liten forskjell på sommer og vinter, men temperaturen svinger mellom ekstrem varme om dagen og frost om natten. Norske høyfjell ligger langt mot den andre enden av denne gradienten, og forholdene er på mange måter mer lik dem vi finner i arktiske strøk.

Forandringer i klimaet med økende høyde over havet henger sammen med at lufttrykket gradvis reduseres. Temperaturen, som er en faktor av stor økologisk betydning, synker i gjennomsnitt med 0,5-0,7 °C per 100 meter høydeøkning. De lave temperaturene fører til at vinteren i høyfjellet blir lengere enn i lavlandet, og dyr og planter får kortere tid til vekst og utvikling. Med redusert lufttrykk blir vanndamptrykket lavere, og luften i høyfjellet blir klarere. Den inneholder også mindre støv enn i lavlandet. Disse forholdene gjør at innstrålingen av solenergi øker med høyden, men når solen er borte, blir også utstrålingen større. Hurtige temperaturvekslinger, og store forskjeller mellom skygge og solbestrålte områder, er typisk for høyfjellet. Dette blir mer ekstremt jo høyere vi kommer og jo mer vi nærmer oss ekvator. Men også i norske høyfjell er denne effekten målbar. På Hardangervidda er den totale innstrålingen (energien) på solrike dager 12-14 % større enn i Bergen, og 25-30 % større på overskyete dager. Under norske forhold har lufttrykket i seg selv neppe direkte effekt på dyr og planter, men i andre fjellområder med store høyder kan ”tynn” luft kreve spesielle tilpasninger.

I tillegg til temperaturen er vinden en særdeles viktig økologisk faktor. Med kortvokst vegetasjon, slik vi finner over tregrensen, øker vindpåvirkningen langs bakkenivå. Vindens kjølede effekt virker på plantenes vekst, og det er mindre skjul å finne for dyrene. Insekter vil lett kunne føres bort fra sine egentlige habitater.

Om vinteren virker vinden inn på fordelingen av snødekket. Snødekkets tykkelse varierer på høye (konveksiteter) og lave (konkaviteter) områder i terrenget. Om våren blir det store forskjeller i tiden det tar før marken smelter frem, og dette virker i stor grad inn på levevilkårene for planter og dyr. Over den lavalpine region er frostsprengning og medfølgende omveltning av jorda også av stor betydning for planter og dyr. I hellende terreng kan tint jord renne nedover på de underliggende, frosne lagene (jordflytning/ **solifluksjon**). Under slike forhold kan det være vanskelig for mange planter å etablere seg, slik som på flate områder over den lavalpine regionen der frost og tining i jorda fører til dannelse av **polygonmark** (strukturmark).



Om våren er det store forskjeller i tiden det tar før marken smelter fram. Store snøfonner ligger ofte til langt ut på sommeren, og vegetasjonen under fonnene kommer mye senere i gang med sesongen. Foto: Unni Vik

Skoggrenser

I de fleste fjellområder, uansett hvor vi befinner oss i verden, danner den øvre grense for sammenhengende skog, den såkalte skoggrensa, et tydelig skille mot høyfjellet (fig. 1). Over skoggrensa går vegetasjonen over i busk- og lyngheier, enger, og snøleier avhengig av næringstilgang og snødekke. Temperatur, vind, fuktighet og innstråling (solenergi) er bestemmende for skoggrensas høyde over havet. Skoggrensa for bartrær faller ofte sammen med 10 °C isoterme for årets fire varmeste måneder (juni-september). Vegetativ vekst kan skje ned til 8,3 - 8,4 °C. I praksis vil det si at skoggrensa for barskog følger en linje hvor den gjennomsnittlige sommertemperaturen er ca. 8,4 °C. Bjørk tåler ca. 1 °C lavere sommertemperatur i de fire vekstmånedene. Derimot setter bjørka noe større krav til fuktighet. Bjørka går oftest høyere enn bartrær i norske fjellområder, så nær som i østlige, tørre strøk, hvor grana kan danne skoggrense i skrinne, tørre dalsider.

På samme måte som gjennomsnittstemperaturen varierer med breddegraden, er det stor variasjon i skoggrensas høyde over havet. Den når sitt høyeste, over 4000 m, i Mexico og Himalaya. Mot nord og sør blir skoggrensa gradvis lavere, inntil den faller sammen med de arktiske og antarktiske skoggrensene ved havets nivå på henholdsvis 60-70 °N og 56 °S.

I Norge dannes som nevnt skoggrensa alt overveiende av bjørk. Der hvor det fins barskog, danner fjellbjørka oftest en sone over denne. Fjellbjørkeskogen representerer i våre områder den nordboreale (høyboreale/subalpine) region.

Den høyeste skoggrensa i Sør-Norge fins øst for Jotunheimen, hvor fjellbjørkeskogen når opp til 1200 m. Derfra avtar høyden i alle retninger. På østsiden av Hardangervidda ligger skoggrensa på ca. 1100 m.o.h., og på vestsiden på ca. 1000 m.o.h. Langs kysten fra Agder til Møre går den ned til 500-600 m.o.h.. I indre deler av Troms ligger skoggrensa på ca. 700 m.o.h., og synker til 100-200 m.o.h. langs kysten. I Finnmark går skoggrensa helt ned til havets nivå, og faller sammen med den arktiske skoggrensa. Den nordøstlige kyststripen av Finnmark kan således betraktes som arktisk område eller tundra.

Klimaendringer, med høyere sommertemperaturer og lengre vekstsesonger i nordboreale områder, gjør at skoggrensene trekker seg oppover. Dette skjer i Norge i dag.

Høyfjellets regioner

Høyfjellet er områdene over skoggrensa. Etter plantedekkets utforming er det vanlig å inndeile høyfjellet i tre regioner (Fig. 1): **lavalpin**, **mellomalpin** og **høyalpin**.

Selv innenfor et begrenset geografisk område vil grensene for de ulike regionene kunne variere en del. Høyeste grenser ligger i solvendte skråninger og i lune søkk.

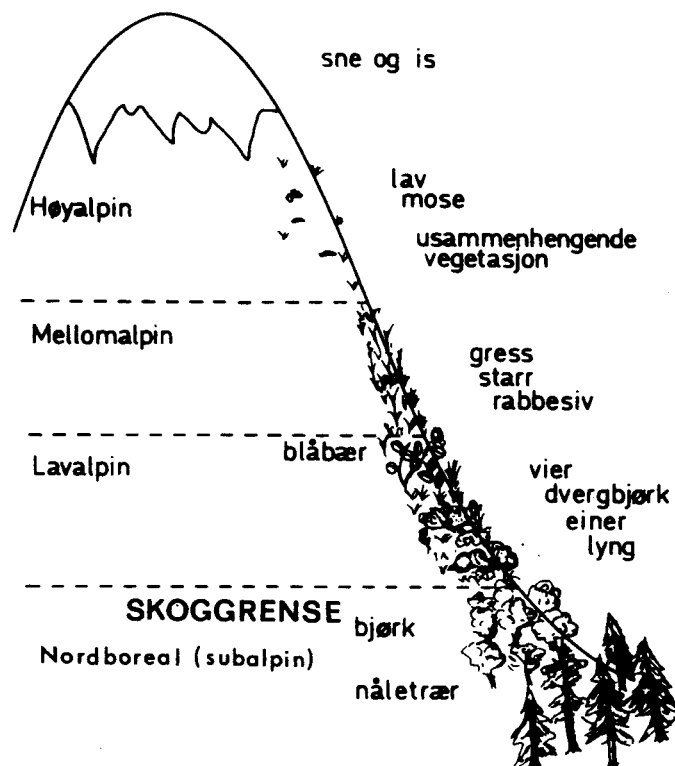


Fig. 1. Høyfjellet og dets regioner i Norge (etter Sømme 1987).

Den lavalpine region strekker seg fra skoggrensa og til de øvre forekomstene av sammenhengende blåbærhei og vierkratt, dvs. ca. 1300-1400 m.o.h. i Sør-Norge. Høydegrensa for myrdannelse ligger i Sør-Norge omtrent på samme nivå. Regionen domineres av einer, vierkratt og lyngheier. I Norge er det den lavalpine region som har det mest varierte og mest artsrike plantedekke av fjelllets regioner. Mange plantearter har sin høydegrense nær øvre grense for den lavalpine region. Den lavalpine vegetasjonen har inntil tre sjikt; et bunnsjikt, et feltsjikt og et busksjikt.

Den mellomalpine region strekker seg fra øvre grense for lavalpin og oppover i høyden så langt det er sammenhengende vegetasjon, dvs. til 1600-1800 m o.h. i Sør-Norge. På rabbene overtar grasarter, starrarter og rabbesiv på bekostning av lyngvekstene, og i lesider ses mest snøleier. Rabber og snøleier dekker mer og mer av marken med økende høyde. Vegetasjonen har opptil to sjikt; et bunnsjikt og et feltsjikt.

Den høyalpine region ligger over den mellomalpine region, og er karakterisert ved grus-, stein- eller blokkmark, eventuelt også snø og is. Plantene vokser enkeltvis og spredt på ustabilt, frostpåvirket jord.

Fra de høyeste toppene i høyfjellet strekker den nivale sone seg nedover i høyalpine og mellomalpine regioner. Den omfatter både områder med permanent is og snø, og områder som ligger under snødekke mesteparten av året, og hvor det i vegetasjonsperioden blir liggende snøleier som ofte varer sommeren ut.

Istiden

Utbredelsen av vår tids dyr og planter har en historisk sammenheng med forholdene under de store istidene i kvartær. Under den siste istiden, lå det meste av Nord-Europa under isdekke. Bare sydlige deler av England og Irland, samt sydvestre deler av Danmark var isfrie. Samtidig lå store deler av Nordsjøen over havets nivå, og syd for isen var det landforbindelse mellom England og fastlandet. Det har også vært isfrie områder langs kysten i Nord-Norge på steder som nå ligger under vann. På Andøya i Vesterålen er det funnet fossile planterester som er ca. 19 000 år gamle. Innenfor isdekket kan enkelte fjelltopper på kysten av Møre og Nordland ha raget opp av isen som nunatakker tidlig under isavsmeltingen. For ca. 15 000 år siden var isranden i full gang med å trekke seg tilbake, og for 9 000 år siden var det meste av Norge fritt for is.

Mange arter av planter og dyr overlevde denne istiden på de isfrie områdene sør for isdekket. Klimaet var kaldt om vinteren, men ga levelige vilkår om sommeren. De sørlige delene av England hadde den gangen et plante- og dyreliv, som på mange måter ligner det vi idag finner i norske høyfjell. Ettersom isen trakk seg tilbake, fulgte planter og dyr etter.

Fjellvegetasjonen

Vegetasjonsøkologiske gradienter

Ett av de viktigste begreper i vegetasjonsøkologien er begrepet **økologisk gradient**. En økologisk gradient beskriver en økologisk faktor (eller flere sameksisterende økologiske faktorer) som varierer fra én ende av en skala til en annen. Vi skiller mellom regionale gradienter (som skyldes klimatiske faktorer) og lokale gradienter (som skyldes lokale økologiske faktorer). Vegetasjonen i Norden, og følgelig også vegetasjonstypene i fjellet, lar seg i hovedtrekk innordne langs fire viktige gradienter, to regionale og to lokale:

Regionale gradienter:

Regiongradienten. Dette er en temperatur-(varme)gradient og derfor på samme tid også en høydegradient og en sør-nord- gradient. Laveste/sørligste region i Norge er den nemorale regionen (bøkeskogsregionen) som går over i den boreonemorale (hemiboreale) region med bl.a. dominerende innslag av eik. Der eika klimatisk sett ikke klarer seg lenger, overtar de boreale regionene (lav-/mellom-/høyboreal), og gradienten avsluttes med de alpine regionene (lav-/mellom-/høyalpin).

Oseanitetsgradienten. Grovt sett kan vi si at dette er en vest- østgradient i Norge. Den ene enden av skalaen har et oseanisk klima (høy nedbør, høy relativ luftfuktighet og små forskjeller mellom varmeste og kaldeste måned); den andre enden har et kontinentalt klima (lite nedbør, lav relativ luftfuktighet og varm sommer/kald vinter). På grunn av plantenes ulike klimakrav er det store forskjeller i vegetasjonen langs denne skalaen. Dette sees ikke minst på bunnsjiktet som i oseaniske strøk oftest domineres av moser (som er fuktighetskrevenne organismer), mens lav (sterkt tørketålende) overtar dominansen i kontinentale strøk. Plantedekket i fjellet får gjerne en mørk, brun-grønn farge i vest, mens i øst fås en lysere, grågul farge p.g.a. lavene.

Lokale gradienter:

Fuktighets-/snødekkegradienten. Dette er i virkeligheten to gradienter, som vi for enkelhet skyld har slått sammen. I skogsvegetasjon er forskjellene i snødekke om vinteren sjelden av avgjørende betydning for vegetasjonsutformingen. I lavlandet er det vanlig at man definerer ulike serier av vegetasjonen fra en fuktighetsgradient alene (som bl.a. er korrelert med økologiske faktorer som topografi, grunnvannstand, og jordas beskaffenhet). I fjellet vil også snødekket og fuktigheten under sesongavsmeltingen være av den største betydning for forekomsten av ulike vegetasjonstyper. Siden de samme fremherskende vindretninger vil dominere over tid, blir snøfordelingen i fjellet omtrent den samme fra år til år. Det er imidlertid svært varierende snøtykkelse innenfor korte avstander på grunn av topografien, noe som igjen gir en mosaikk av ulike vegetasjonstyper. Man skiller mellom **rabbevegetasjon** på steder med et sparsomt eller kortvarig snødekke og **lesidevegetasjon** på steder med et moderat til mektig og langvarig snødekke. **Snøleier** defineres som områder som er snøbare mindre enn 3 måneder i året.

Ovenfor snøleiene vil snødekkgradienten og fuktighetsgradienten i jorda følge hverandre, og vi kan også her dele fjellvegetasjon inn i fuktighetsserier. I tillegg vil vi i snøleiene ha en serie av moderate -, sene - og ekstreme snøleier.

Næringsgradienten. Denne bestemmes av berggrunn og løsmaterialesammensetning og består i virkeligheten av flere mer eller mindre parallelle, kjemiske og geologiske gradienter (bl.a. varierende Ca^{2+} , N, P, pH, basemetningsgrad og humusinnhold).

Det er viktig å merke seg at det ute i naturen som regel er jevne overganger mellom de ulike vegetasjonstypene. Vegetasjonstypene (samfunnstypene) går gradvis over i hverandre og kan best betraktes som nyttige og praktiske enheter for å kunne beskrive og forstå plantenes variasjon langs økologiske gradienter.

Vegetasjonens utforming

Ut i fra plantedekkets utforming kan man grovinndeles vegetasjonen i 3 hovedtyper: *hei*, *eng* og *myr*.

Hei - utgjør vegetasjonstyper der marka domineres av risplanter (lyng og dvergbusker) og saftfattige gras- og halvgras/starr. Lav og/eller mose forekommer i bunnsjiktet.

Eng - er vegetasjonstyper hvor urter og saftige gras dominerer og moser forekommer mer eller mindre vanlig i bunnen.

Myr - utgjør vegetasjonstyper på dårlig drenerte steder hvor høy vannstand og en ufullstendig nedbrytning av planterester fører til opphopning av torv.

Hei- og engtypene utgjør fastmarkvegetasjon; myrtypene utgjør våtmarkvegetasjon.

I fjellet kan det av og til være vanskelig å skille mellom hei og myr. Fjellmyrene kan være grunne (lite torv) og dominert av risplanter og gras som i heiene. I myrvegetasjon ses imidlertid risplantene ofte konsentrert på tuedannelser, og i bunnen ses karakteristiske myrmoser, bl.a. torvmosearter.

Plantedekket lar seg ikke alltid klart innordne i en av disse gruppene. Vegetasjonstyper som vanligvis holdes utenfor denne hovedinndelingen, og som dekker mindre sammenhengende arealer, er vannvegetasjon, elvekantvegetasjon, sumpvegetasjon, kildevegetasjon og vegetasjon i berg og ur.

Fastmarksvegetasjonstypene i fjellet er lokalt i hovedsak bestemt av næringstilgangen og snødekkets mektighet og kan ordnes langs to gradienter - en fra fattig til rik (næringsgradienten) og en fra snøbar rabbe til ekstremt snøleie (rabbe-snøleiegradienten).

Rabbevegetasjon finnes på de mest vindeksponerte lokalitetene hvor snødekket om vinteren er sparsomt og ustabilt (ekstremrabbe). Her vokser arter som tåler lave temperaturer og store temperatursvingninger, foruten sterk uttørking og vindslitasje. En fordel er imidlertid at rask avsmelting gir en lang vegetasjonsperiode. Rabbevegetasjon er tørre heisamfunn med et feltsjikt dominert av lyng-, gras- og starrarter.

Snøleiene har helt andre klimatiske forhold enn rabbene. Snødekket hindrer vinterkulda i å trenge ned, og temperaturen er sjelden under 0 °C. Snødekket gir plantene en stabil, lang vinterhvile, og plantene utsettes i liten grad for vårfrost. Fuktighetstilgangen er god. Det langvarige snødekket gir en kort vekstsesong for plantene. Snøleiene omfatter både hei- og engtyper.

Det samme gjør lesidevegetasjonen som har noe mindre snødekke enn de rene snøleiene. Vegetasjonssamfunn som overrisles av smeltevann gjennom vekstsesongen er spesielt rike på urter og saftige gras og vil klassifiseres som eng. I snøleier hvor jorda tørker raskt opp etter framsmeltingen, fås dominans av gras- og starrarter, hvilket gir et heipreg.



Myr hvor høy vannstand og en ufullstendig nedbrytning av planterester fører til opphopning av torv, her dekket av snøull. Foto: Unni Vik

Fastmarkvegetasjon i fjellet

De forskjellige hovedtypene av fastmarksvegetasjon i fjellet er oppsummert i Tabell 1.

Næringsfattige samfunn:

Vindlavhei finnes på de mest vindeksponerte og temperaturmessig mest ekstreme lokalitetene. En lys matte av lavarter, særlig "vindlaver" som rabbeskjegg og gulskinn dominerer. I øvre lavalpin og i mellomalpin region tiltar forekomstene av sauesvingel og rabbesiv. Typen dekker store arealer i kontinentale strøk, men f. eks. på Finse fins denne vegetasjonstypen bare som små flekker på forhøyninger i terrenget, og glir her gradvis over i kreklingheia.

Kreklinghei er avhengig av en viss snøbeskyttelse vinterstid og fins på noe mindre eksponerte lokaliteter enn foregående type. Feltsjiktet domineres av fjellkrekling, men også lyngarter som rypebær og skinntryte er vanlige. I bunnsjiktet erstattes "vindlavene" av moser, reinlaver og islandslav. Særlig på overgangen mot blåbærheia ses ofte en krattsone med einer (mot Haugastøl også dvergbjørk) og med bl.a. mye kvitkrull i bunnen. Rabbesiv, sauesvingel og geitsvingel tiltar med høyden. I mellomalpine sone overtar rabbesivhei for krekling-/ og blåbær-blålynghei.

Blåbær-blålynghei er utviklet på beskyttede steder med et stabilt og mer langvarig snødekke. Typen dekker størst areal i snørike, oseaniske fjell trakter. Typisk er sammenhengende blåbærvegetasjon med et +/- innslag av blålyng. Dessuten inngår flere urter som også opptrer i lavlandet. Bunnsjiktet er preget av lys skjeggmoser, sigdmoser og islandslav (av og til kvitkrull). Siden mye av Finse-området ligger på overgangen mellom lavalpin og mellomalpin region, og blåbær her har sin klimatiske høydegrense (til 1350-1450 m o.h.), er typen forholdsvis sparsomt utviklet her og forekommer først og fremst i lavereliggende, snøbeskyttede sørskråninger.

Rabbesivhei tar kreklingheias og blåbær-blålyngheias plass langs rabbe-snøleiegradienten der disse typene opphører ved overgangen til den mellomalpine region. Rabbesiv og stivstarr dominerer i feltsjiktet, og bunnsjiktet domineres av lavarter som gulskinn, gulskjerpe, rabbeskjegg og jervskjegg.

Grassnøleier (moderate snøleier) er utviklet på næringsfattige, beskyttede lokaliteter i både lavalpin og mellomalpin region. Vegetasjonstypen fins i skråninger nedenfor blåbærheia, hvor vegetasjonsperioden bl.a. er for kort for at blåbæra skal kunne trives. Viktige arter for grassnøleiene i Finse-området er gulaks, finnskjegg og smyle, som alle kan dominere alene; dessuten er stivstarr vanlig, som forøvrig opptrer langs det meste av rabbe-snøleiegradienten.

Musøresnøleie (sent snøleie) ses på lokaliteter med svært langvarig snødekke og opptrer med økende hyppighet mot høyereliggende, mellomalpine områder. Musøre danner tette matter på ofte ustabil jord og står ofte under vann i utsmeltningsperioden. Bunnsjiktet er dominert av moser.

Mosesnøleie (ekstremsnøleie) er den mest ekstreme snøleietypen, hvor vekstsesonen er så kort at karplantene ikke rekker å gjennomføre sine årssykler her, og følgelig mangler. Vegetasjonen utgjøres av en tett mosematte, eller jorda er bare dekket av et gråsvart, tynt levermoselag.

Tabell 1: Hovedtyper av fastmarkvegetasjon i fjellet. Enkelte karakterer for de ulike vegetasjonstypene er tatt med.

Rabbe	VINDLAVHEI (Fjellkrekling) (Fjelltjæreblom) Gulskinn Rabbeskjegg Grå reinlav Lys reinlav		REINROSHEI Reinrose Bergstarr Dvergjamne Fjellfrøstjerne Flekkmure Fjellrapp Fjellsmelle Fjelltistel Rynkevier Rødsildre Setermjelt Rabbetust Sauesvingel Labbmose Setermose	
	KREKLINGHEI Fjellkrekling (Greplyng) Rypebær Skinntryte Tyttebær Bleikmyrklegg		Rabbesiv Stivstarr (Dvergbjørk) Einer Reinlaver inkl. kvitkrull Islandslav	
	BLÅBÆR-BLÅLYNGHEI Blåbær Fjelljamne Gullris Skogstjerne		Smyle Lys skjeggmose Sigdmoser Islandslav	
Snøleie	GRASSNØLEIE Finnskjegg Gulaks Smyle Seterstarr Stivstarr		ENGSNØLEIE Engsoleie Fjellfiol Fjellfrøstjerne Fjellmarikåpe Fjell-løvetann Fjellrapp	
	Fjellmarikåpe Trefingerurt Vanlig bjørnemose		Fjellsyre Fjelltistel Harerug Snøbakke- stjerne Vanl. marikåpe	
	MUSØRESNØLEIE Musøre Dverggråurt Issoleie (mell.alp.) Moselyng		Rypestarr Snøbjørnemose Snøleiemose Snøsigdmose Safranlav	
	MOSESNØLEIE Snøbjørnemose Snøsigdmose		(POLARVIERSNØLEIE) (Sjelden i området) Som musøre-snøleie; i tillegg: Polarvier Planmose Rødsildre	
	Fattig		Rik	

Næringsrike samfunn:

Reinrosehei er en vidt definert vegetasjonstype som strekker seg fra rabbene og langt ned i lesidene på næringsrik grunn. Karakteristisk er forekomsten av reinrose og dens ledsagerarter, slik som rabbetust, rynkekvier, bergstarr, flekkmure, fjellfrøstjerne, reinmjelt og setermjelt. Typen er artsrik og inneholder i tillegg til næringskrevende arter også rabbenes og lesidenes typiske gras-, starr- og lyngarter, slik de også forekommer på fattig grunn. De mest ekstreme og tørre rabbene domineres av rabbetust og bergstarr.

Engsnøleier (moderate snøleier) er de middels rike til rike områders parallell til grassnøleier. Vegetasjonen er en blomstereng av lave urter og gras som tåler langvarig snødekke og som får tilførsel av næringsrikt sigevann, i alle fall i deler av sesongen. Artssammensetningen varierer betydelig med jordas næringsstatus og varigheten av sigevannstilførselen. Karakteristiske arter er bl.a. engsoleie, setersyre, fjellfiol og fjelltistel.

Til slutt skal nevnes tre vegetasjonstyper som faller utenfor skjemaet fordi det er andre økologiske faktorer som er avgjørende for deres opptreden:

Høgstaude-vierkratt

På solrike (S-vendte) steder i den lavalpine region med godt snødekke og konstant tilførsel av oksygen- og næringsrikt sigevann fås av og til høystaudevegetasjon dominert av vier og høye urter. Vanlige vierarter på slike steder er lappvier, sølvvier, grønnvier og ullvier, og høystauder som fjellforglemmegei, kvann, kvitbladtistel, skogstorkenebb, vendelrot og rød jonsokblom er relativt konstant forekommende. Typen er oftest lokalisert nær skoggrensa og kan ha innslag av spredtstilt, kortvokste bjørketrær i busksjiktet.

Vierfukteng er en karakteristisk vegetasjonstype i sumpområder langs elver og vann og på flate vidder med høy grunnvannstand (bl.a. Finse-fetene). Karakteristisk er et krattsjikt av vierarter som i foregående type, men undervegetasjonen består av både urter (fjellsyre, engsoleie, setersyre), gras (bl.a. sølvbunke) og sumpplanter (starr- og myrullarter).

Bregnesnøleie utvikles på næringsfattig, storsteinet blokkmark hvor det er et solid snødekke om vinteren og et gunstig, sommervarmt mikroklima innimellom steinene i den korte vekstsesongen. Bregner som fjellburkne og hestespreng (oseanisk fjellplante) er oftest enerådende.



Reinrose finnes på næringsrik grunn. Foto: Unni Vik

Myrvegetasjon

Med økende høyde over havet tiltar nedbøren og temperaturen blir lavere, noe som igjen resulterer i minsket fordampning. Nedbrytningen av organisk materiale avtar, og akkumulasjon av organisk, unedbrutt materiale (torv) tiltar. Produksjonen av plantemateriale er i Norge noenlunde konstant fra havets nivå og opp til ca. 700 m; deretter avtar produksjonen raskt med høyden (Fig. 2).

Produksjon minus nedbrytning gir mengde akkumulert torv. Vi ser av figuren at høyest akkumulasjon av torv oppnås i høydenivåer omkring 700 m o. h. Det er her vi finner optimale forhold for myrdannelse i Øst-Norge. Ved grensa lavalpin-mellomalpin, dvs. ved ca. 1400 m o.h., er produksjonen så lav at muligheter for myrdannelse opphører.

På samme måte som for fastmarkvegetasjon kan myrene klassifiseres etter næringstilgangen. En vanlig inndeling er **fattigmyrer**, **mellommyrer** (intermediære myrer) og **rikmyrer**. De ulike myrtypene har sine karakterarter som gjenspeiler næringsforholdene. I tabell 2 er oppsummert noen karakteristiske arter som skiller myrtypene i Finse-området. Ombrotrof myr er omtalt som ris-myr (etter Dahl 1984).

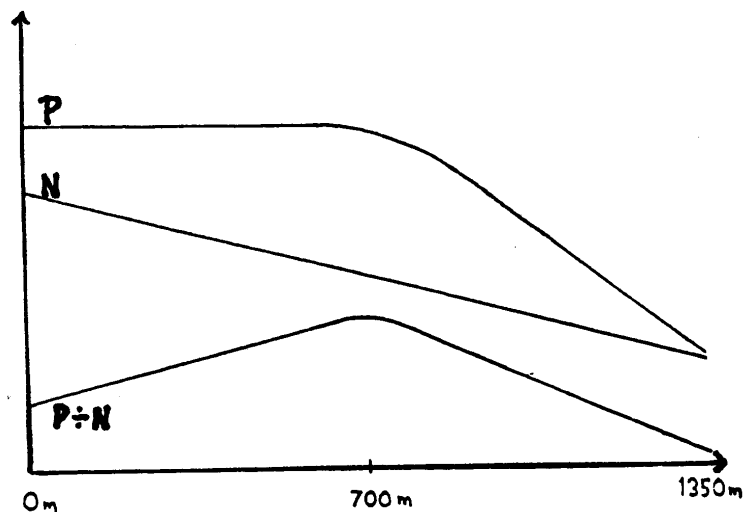


Fig. 2. Produksjon (P), nedbrytning av organisk materiale (N) og torvakkumulasjon (P-N) fra et tenkt område på Østlandet (sterkt forenklet).

Kildevegetasjon

Kilder opptrer ofte i tilknytning til myr og betinges av kaldvannframspring med stabile fysikalsk-kjemiske forhold gjennom hele året (liten temperaturamplitude i vannet). I **fattigkilder** er gjerne svulmende, lysgrønne mosernatter av kaldmoser (*Pohlia wahlenbergii*, *P. drummondii*) og kildemoser (*Philonotis* spp.) iøynefallende. Høyere planter som fjellsyre, mjølkearter, fjellbunke

og stjernesildre opptrer spredt og fåtallig. **Rikkilder** har typiske arter som gulsildre og tuffmose (*Cratoneuron commutatum*). En viktig plante er også kildemarikåpe som kan dominere.



Kildemose. Foto: Unni Vik

Tabell 2: Plantearter som inngår i de vanligste myrtypene på Finse og som kan brukes til å skille typene. x betyr at arten er vanlig, (x) at den opptrer sporadisk.

	Ris- myr	Fattig- myr	Mellom- myr	Rik- myr
Krekling (<i>Empetrum hermaphroditum</i>)	x			
Furutorvmose (<i>Sphagnum nemoreum</i>)	x	(x)		
Filtbjørnmose (<i>Polytrichum alpestre</i>)	x			
Torvull (<i>Eriophorum vaginatum</i>)	x	x		
Dymose (<i>Gymnocolea inflata</i>)	(x)	x	x	
Bjørnetorvmose (<i>Sphagnum lindbergii</i>)		x	(x)	
Stivtorvmose (<i>S. compactum</i>)	(x)	x		
Flaskestarr (<i>Carex rostrata</i>)		x	x	x
Duskmyrull (<i>Eriophorum angustifolium</i>)		(x)	x	
Blankstarr (<i>Carex saxatilis</i>)		(x)	x	
Myrfiol (<i>Viola palustris</i>)			x	x
Sølvvier (<i>Salix glauca</i>) [småplanter]			x	x
Blodmose (<i>Calliergon sarmentosum</i>)			x	x
Rosetorvmose (<i>Sphagnum warnstorffii</i>)			x	x
Piperensermmose (<i>Paludella squarrosa</i>)			(x)	x
Brun-klomose (<i>Drepanocladus intermedius</i>)			(x)	x
Myrtevier (<i>Salix myrsinites</i>)				x
Jåblom (<i>Parnassia palustris</i>)				x
Sotstarr (<i>Carex atrofusca</i>)				x
Svarttopp (<i>Bartsia alpina</i>)				x
Blåsprett (<i>Thalictrum alpinum</i>)				x
Gullmose (<i>Tomenthypnum nitens</i>)				x

Noen viktige beiteplanter i fjellet

Gulaks (*Anthoxanthum odoratum*) Viktig i snøleiene.

Fjelltimotei (*Phleum alpinum*) Konkurransesterk og beitetålende. Viktig, særlig sent i vekstsesonen.

Fjellrapp (*Poa alpina*) Beitetålende, viktig der den fins, men står spredt.

Smyle (*Deschampsia flexuosa*) Viktig i snøleiene, men dårlig gjenvekst.

Sølvbunke (*Deschampsia caespitosa*) Viktig i fjellet. Mindre kiselsyreinnhold enn i lavlandspopulasjoner.

Engkvein (*Agrostis capillaris*) Viktig der den fins. Beitebegunstiget.

Stivstarr (*Carex bigelowii*) Vanlig og blir beitet.

Musøre (*Salix herbacea*) Særlig viktig fra august måned (snøleiene).

Vierarter (*Salix* spp.) Vierkrattene er yndet, særlig like før knoppsskyting og sent i sesongen. De beske artene sølvvier og myrtevier unngås.

Engsoleie (*Ranunculus acris*) Beites i fjellet. Trolig mindre giftig der enn i lavlandet.

Harerug (*Bistorta vivipara*) Står spredt, men viktig der den fins. De stivelsesholdige røttene lagres som vinterforråd av fjellrotte på Finse (Høiland et al. 1994).

Sopp i høyfjellet



Et utvalg av sopp fra Finse. Foto: Unni Vik

Lav

En lav er en sopp som lever mutualistisk med en alge. Algen skaffer soppen organisk næring gjennom sin fotosyntese, mens soppen beskytter algen mot uttørking og trolig skaffer algen mineralnæring fra voksestedet. Lavene vokser svært sakte, de trenger derfor lite næring og kan følgelig etablere seg på steder hvor vi ikke finner annen vegetasjon, f.eks. på stein og berg. Ingen annen vegetasjon går høyere til fjells. Det fins flere lavarter på Galdhøpiggen. Lavene er ofte pigmenterte — gule, røde, brune, svarte. En del av disse pigmentene skyldes lavsyrer. Lavsyrene har muligens flere funksjoner; de løser opp stein, beskytter mot ultrafiolett lys, er giftige og forhindrer beiting osv. Soppen er vanligvis en sekksporesopp (Ascomycota), algen en grønnalge eller blågrønnbakterie.

Lavene i høyfjellet har ofte karakteristisk økologi:

Rabber: På avblåste rabber dominerer mange lav. På den mest avblåste vindlavheia vokser rabbeskjegg (*Alectoria ochroleuca*). På noe mindre avblåst vindlavhei og et godt stykke ned i kreklingheia kommer gulskinn (*Cetraria nivalis*) og gulskjerpe (*Cetraria cucullata*). Fra kreklingheia og nedover i lesidevegetasjonen begynner reinlavene (*Cladina* spp.) med grå reinlav (*Cladina rangiferina*), fjellreinlav (*C. mitis*) og kvitkrull (*C. stellaris*) og islandslav (*Cetraria islandica*) å dominere. På rabber kan vi også påtreffe noen av våre meget få lav hvor stilksporesopp (Basidiomycota) er sopp-partneren: Lavnavlesopp (*Omphalina hudsoniana*) og kantarellnavlesopp (*O. alpina*).

Snøleier: Snøleiene har også sine lavarter, selv om det her er mosene som dominerer i bunnsjiktet. I grassnøleier og mindre ekstreme musøresnøleier finner vi snøsyl (*Cladonia ecmocyna*) og snøskjerpe (*Cetraria delisei*).

Pionérmark: På ustabil mark, ofte i polygonmark og andre steder med jordflyting, opptrer safranlav (*Solorina crocea*) i store mengder (f.eks. nær Blåisen). Denne lever i mutualisme med blågrønnbakterier som kan fikse N₂ fra atmosfæren og er derfor en viktig kilde for nitrogen i pionérmarka. Safranlav kan også gå inn i musøresnøleiene. Saltlavartene (*Stereocaulon* spp.) er vanlige på steder med sterk slitasje, f.eks. vind, tråkk (ved stier ol.) eller overbeiting av rein.

Stein og berg: Her finner vi våre mest hardføre lav, f.eks. mange skorpelav og navlelavene (*Umbilicaria*). Karakteristisk er lavfloraen på "fuglesteiner". På disse steinene sitter fuglene enten og speider etter et bytte eller er på vakt overfor en mulig predator. På toppen vil det derfor samle seg fuglemøkk og eventuelt gulpeboller og andre rester etter et måltid. Lavene vil da gruppere seg etter deres krav til næring (først og fremst fosfor og nitrogen). Øverst er det en gul sone med den oransje grynmesinglav (*Xanthoria candelaria*) og den gulgrønne grynnagg (*Ramalina polymorpha*). Dette er gjødseltolerante arter. Her på toppen er gjødsel en maksimumsfaktor og giftig for de fleste lav-artene. I midten kommer en svart sone med næringskrevende (men ikke gjødseltolerante) navlelaver, mest vardelav (*Umbilicaria arctica*). Nederst ser vi en grønn sone med nøysomme skorpelav som kartlav (*Rhizocarpon* spp.) og fokklav (*Haematomma ochroleucu*).

Mykorrhiza

De aller fleste høyere plantene i fjellet har mykorrhiza. Dette er mutualisme mellom sopp og karplante. Den autotrofe karplanten gir fotosynteseprodukter. Den heterotrofe soppen gir produkter fra substratet (mineralnæring, vann osv.) til karplanten og forbedrer således næringsopptaket betraktelig.

Ektotrof mykorrhiza finnes hos vier (*Salix* spp.) (inkludert musøre), dvergbjørk (*Betula nana*), reinrose (*Dryas octopetala*), rypebær (*Arctostaphylos alpinus*) og harerug (*Bistorta vivipara*). Slik mykorrhiza kan ofte sees som fortykkete smårøtter som er omspunnet av sopphyfer. Viktige sopp er f.eks. stilksporesoppene fjellfluesopp (*Amanita nivalis*), fjellkremle (*Russula nana*), polarslørsopp (*Cortinarius polaris*), fjellslørsopp (*C. alpinus*), reinroseslørsopp (*C. subtorvus*), gul fjellmo-riske (*Lactarius salicis-herbaceae*) og den nesten allestedsnærværende sekksporesoppen *Cenococcum geophilum* som ikke danner fruktlegermer bare underjordiske, vegetative formeringsorgan — små, svarte

kuler 0,2-1 mm store.

På Finse kan vi grovt skille mellom fire ulike typer ektotrof mykorrhiza. Svart mykorrhiza (ofte med stive, hårliknende hyfer) som skyldes *Cenococcum geophilum*; glatt, hvit til lysegul eller rosa mykorrhiza som stort sett skyldes kremler (*Russula*) og risler (*Lactarius*); lodden, hvit mykorrhiza som blant annet skyldes slørsopper (*Cortinarius*), trevlesopper (*Inocybe*) og fluesopper (*Amanita*); og lodden, gul mykorrhiza som skyldes polarslørsopp (*Cortinarius polaris*) eller vierkanelslørsopp (*C. cinnamomeoluteus*). Sekksporesoppen *Pezizella ericae* danner ericoid mykorrhiza med lyngarter som bærlyng (*Vaccinium*), røsslyng (*Calluna vulgaris*), greplyng (*Loiseleuria procumbens*), blålyng (*Phyllodoce caerulea*) og krekling (*Empetrum*). Denne mykorrhizatypen er særlig viktig for nitrogenopptaket.

Soppene (Zygomycota) i orden Glomales danner vesikulær-arbuskulærmykorrhiza (VAM) med mange slags karplanter og regnes som den eldste mykorrhizatypen (oppsto i silur). I fjellet er det særlig grasfamilien som har VAM, mens starrfamilien og sivfamilien mangler mykorrhiza. VAM er særlig viktig for fosforopptaket.



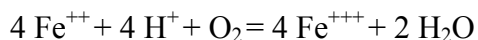
Foto av ectotrof mycorrhiza med mycel som sprer seg fra røttene som er omspunnet av sopphyfer. Foto: Unni Vik

Nedbrytere (saprotrofer)

I ett gram tørr jord kan det finnes fra 700 m til 6,9 km sopphyfer! Soppene spiller derfor stor rolle for nedbrytningen av organisk materiale i fjellet. Ferskt plantemateriale brytes ned av mange ulike sekksporesopp og koplingssopp. Etter hvert som plantematerialet blir humifisert, overtar stilksporesoppene. De fleste saprofytiske stilksporesopper i fjellet har små fruktleger, men sjampinjonger (*Agaricus* spp.) og fjellridderhatt (*Lepista multiforme*) har store — disse er også utmerkete matsopper! Dyrerester brytes mest ned av bakterier, invertebrater og koplingssopp i ordenen Mucorales (kulemuggordenen). Sekksporesoppene hornsopp (*Onygena equina*) og fjærsopp (*O. corvina*) er spesialisert til keratin i gamle dyrerester og fuglefjær henholdsvis, men er svært sjeldne. På møkk av planteetere fins flere særegne begersopp (Pezizales) (sekksporesopp) og blekksopp (*Coprinus*) (stilksporesopp).

Mikroorganismer i fjellet

Fiksering av atmosfærisk nitrogen (N_2) utføres hovedsakelig av blågrønnbakterier (Cyanobacteria). I fuktig jord ved Blåisen lever blågrønnalger som kan fikse opptil 900 mg nitrogen pr. m^2 pr. år. I tillegg kommer nitrogenfiksering fra blågrønnbakterier som fins i lav som safranlav (*Solorina crocea*) og saltlav (*Stereocaulon* sp.). Nitrogenfiksering fra rotnollbakterier i slekta *Rhizobium* spiller liten rolle. Disse opptrer bare hos ertefamilien som er lite representert på Hardangervidda — stort sett setermjelt (*Astragalus alpinus*). Enkelte tider, særlig i snøsmeltingen på forsommeren, er store deler av vannet, den våte jorda og snøen (f.eks. på Finsefetene) dekket av et rustrødt lag. Dette skyldes jernbakterier (f.eks. *Gallionella ferruginea* og *Nevskia* sp.) som er kjemoautotrofe. De får energi av å oksidere toverdige jern til treverdige:



Siden bakteriene er sterkt oksygenavhengige, lever de i vannskorpa. Den oljeaktige hinnen på vannet og det rødbrune bunnfallet skyldes utfelling av treverdige jernoksider (f.eks. $FeO(OH)$). Dette gir i sin tur myrmalm, råstoffet for jernvinningen i jernalderen. Den brennbare gassen som bobler opp fra myrer og bunnslam, er metan (CH_4) som produseres ved nedbrytning av organisk materiale uten lufttilgang (anaerobt). Karbonforbindelser erstatter her oksygen som elektronakseptor. Dette skyldes aktiviteten til noen av de eldste organismene vi kjenner til, metanbakteriene (f.eks. *Methanobacterium*, *Methanococcus* og *Methanogenium*), som tilhører arkene (Archaeobacteria).

Ferskvannsøkosystemer i høyfjellet

Praktisk talt alle innsjøer i nordiske fjellområder er **ultraoligotrofe** eller **oligotrofe**. Det går ingen skarp grense mellom disse to typene. Den ultraoligotrofe sjøen ligger ofte over grensen for buskvegetasjon, og har ekstremt lav produksjon, p.g.a. lav temperatur og liten tilførsel av næringssalter. Typeeksempler er Gjende og Bessvatn.

Den oligotrofe sjøen ligger gjerne noe lavere, og får en vesentlig tilførsel av organisk materiale fra vegetasjon i nedslagsfeltet. Temperaturen er gjerne noe høyere og den isfrie perioden noe lengre, noe som gir muligheter for økt produksjon. De fleste vann og innsjøer på Finse hører til den oligotrofe typen.

Den oligotrofe innsjø

Abiotiske faktorer:

Temperatur. Kort, isfri periode og generelt lav sommertemperatur gir lav overflatetemperatur. Dette sammen med sterk vindeksponering gir ofte liten grad av termisk sjiktning, og termoklinen (sprangsjiktet) kan være lite utviklet eller manglende. Ved sirkulasjonen vår og høst holder vannet ca. + 4 °C, og denne temperaturen finnes i dyplagene hele året.

Oksygen. Under sirkulasjonsperiodene bringes oksygen-mettet vann ned i alle lag av vannet. P.g.a. lav produksjon i de øvre vannlag, og tilsvarende lav nedbrytning og respirasjon i dyplagene, vil det alltid være tilstrekkelig med oksygen i oligotrofe vann. Lav vanntemperatur gir også høy oppløselighet av O₂.

pH. Den naturlige pH i oligotrofe vann er nøytral til svakt sur (pH 6-7), men kan stige til noe over 7 i de øvre vannlag om sommeren, p.g.a. økt primærproduksjon (CO₂-opptak ved fotosyntese). I områder med grunnfjell eller sure bergarter mangler CaCO₃ som kan bufre mot lav pH, og her vil sur nedbør i stor grad kunne avgjøre vannets pH.

Siktedyp. Vanligvis stort, ofte 5-10 m. I de ultraoligotrofe sjøene opp mot 20 m. Vannets farge er vanligvis blått, men kan i brepåvirkede sjøer bli grønnlige p.g.a. lysbrytning i suspenderte leirpartikler. Her vil også siktedypet nedsettes noe.

Næringsalter. Lavt innhold av fosfor, nitrogen og kalsiumforbindelser. Høyere mengder av fosfor kan forekomme, men da mineralbundet og lite tilgjengelig for fytoplanktonet.

Biotiske faktorer:

Primærproduksjon. Som en følge av de fysiske/kjemiske faktorene blir også sjøens årlige primærproduksjon lav. Vanlig mønster er fytoplanktonoppblomstring om våren, etter sirkulasjon, og en noe mindre høstoppblomstring. En viktig del av primærproduksjonen er ofte det alloktone materialet (tilført utenfra), som kan overstige den autoktone produksjonen (innen vannet). I Øvre

Heimdalsvann ble det funnet at energien fra tilført plantemateriale oversteg den samlede produksjon av fytoplankton og makrofytter. Dette forholdet finnes bare i lavalpine sjøer. På grunn av klart vann og gode lysforhold, kan makrofyttvegetasjonen gå dypt.

Alger fins i mange ulike habitater: (1) Snø og is (kryofile), (2) fuktig fjell og stein, (3) jord, (4) rennende vann, (5) innsjøer og dammer (i frie vannmasser — planktoniske, på bunnen eller på andre plantedeler — bentiske), (6) myrer. Blant de planktoniske algene dominerer sentriske kiselalger (Bacillariophyta, Centrales), men også gullalger (Chrysophyta), fureflagellater (Dinoflagellata) og blågrønnbakterier (Cyanobacteria). De bentiske utgjøres stort sett av pennate kiselalger (Bacillariophyta, Pennales) og grønnalger (Chlorophyta). I fattig myrvann og annet surt vann opptrer noen særegne encellede grønnalger i familien Desmidiaceae (f.eks. *Cosmarium* og *Micrasterias*).

Alger på snø og is er et morsomt element i Finse-naturen, og mange har undret seg på hva de saftsupperøde flekkene på snøen er for noe. Kryovegetasjon betegner de planteliknende protistene (og prokaryotene) som lever i eller på is og snø. De er tilpasset biotoper som snø, slaps og is, med temperaturer under 0 °C, og farger substratet rødt. På 1200-1500 m høyde treffer vi regelmessig på rød snø ("blodsnø") i Finseområdet. På Finse og i Skandinavia for øvrig dominerer som regel den encellede grønnalgen (altså ikke rødalge, trass fargen) rødsnøalge (*Chlamydomonas nivalis*). Den røde fargen skyldes karotenoider som beskytter mot ultrafiolette stråler i det kraftige sollyset som oppstår på åpne snøflater. I kalde fjellbekker, f.eks. bekkene ved Blåisen, fins ofte den flercellede, trådaktige gullalgen stankelvellep (*Hydrurus foetidus*) som stinker harsk tran!

Zooplankton. Kan være forbausende artsrikt, særlig i vann med en vesentlig tilførsel av alloktont materiale. Som regel finnes noen få dominante arter av hjuldyr (rotatorier), hoppekreps (copepoder) og vannlopper (f.eks. *Daphnia* spp.). I hvilken grad de forskjellige gruppene er representert, vil for en stor del avhenge av tetthet og forekomst av planktonspisende fisk. De fleste arter har ettårig livssyklus, ofte med hvile-egg eller hvilestadium om vinteren.

Bunndyr. Antall og arter av bunndyr er også klart korrelert til alloktont materiale. Størst artsantall i littoralsonen, der marflo (*Gammarus*), steinfluer, vårfluer, fjærmygg og døgnfluer dominerer, ofte i nevnte rekkefølge. Dette er viktige næringsdyr for fisk. De fleste insekter har også ettårig livssyklus, og imagostadiet med sverming og egglegging finner sted på sensommeren eller høsten. Mens bløtdyr (snegl, muslinger) og øyenstikkere gjerne er rikt representerte i lavereliggende vann, utgjør de bare en liten andel av bunndyrsamfunnene i fjellsjøer.

Fisk. I de ultraoligotrofe høyfjellssjøer fins utelukkende ørret og røye. Disse vil som regel også dominere i lavereliggende fjellsjøer, men her kan også komme et visst innslag av sik og ørekyt. Ørret og røye er blant de første som forsvinner ved eutrofiering. Samspillet mellom fytoplankton-/alloktont materiale, zooplankton/bunndyr og fisk er avgjørende for fiskens kvalitet. Ved redusert bunndyrfauna vil i første rekke ørreten, som bunndyrspesialist, bli lidende. Røya har i større grad evnen til å gå over på zooplanktondiett. Yngel av både ørret og røye tar for en stor del zooplankton.

Naturinngrep/endringer:

Reguleringer. De fleste av de vann som blir demmet opp til kraftverksmagasiner er oligotrofe fjellsjøer. Reguleringseffektene ser ut til å variere lite fra vann til vann. P.g.a. vekselvis utskylning, uttørring og frysing, vil næringssalter fra omgivelsene skylles ut i vannet og gi økt primær- og sekundærproduksjon. Dette er imidlertid en korttidseffekt, og etter få år vil bunndyrfaunaen reduseres som følge av en utarmet littoralsone. Fiskeavkastningen vil synke sterkt. Planktonet blir, relativt sett, mindre påvirket.

Forsuring. Som nevnt vil sur nedbør i dårlig bufrede vann gi redusert pH. Foreløpig har problemet vært størst i lavlandsvann i Sør-Norge, men også i flere høyfjellsvann (Rondane, Hardangervidda) begynner nå pH å nå letalverdier for flere arter av zooplankton, bunndyr og fisk.

Eutrofiering. På grunn av de klimatiske forholdene i fjellet vil man vanskelig kunne få utvikling av eutrofe vann her. Enkelte vann i nærheten av hyttebyer har imidlertid gått i retning av mesotrofi.

Insekter og andre landarthropoder i høyfjellet

Insektfaunaen

Høyfjellets insektfauna er langt fra fullstendig undersøkt her i landet. Omfattende faunistiske undersøkelser på Hardangervidda, bl.a. under "International Biological Programme" (IBP) på 1970-tallet og av Zoologisk museum i Bergen, gir allikevel et inntrykk av hvor mange insektarter som fins i høyfjellet (Tabell 3).

På Hardangervidda er det funnet nærmere 800 arter av insekter over tregrensa. Dette utgjør kanskje en fjerdepart eller mindre av antallet i tilstøtende områder i lavlandet. Totalt regner man med at det fins omkring 17 000 insektarter i Norge og Sverige. Tallene fra Hardangervidda er ikke fullstendige. Særlig innen de store insektordnene som nebbmunner, tovinger og årevinger, kan man vente å finne mange flere arter. Ordner som steinfluer, biller og sommerfugler er forholdsvis godt undersøkt. Det er også påfallende for høyfjellets insektsfauna at enkelte ordener, som f.eks. øyenstikkere og saksedyr mangler. Andre, som f.eks. gresshopper, er dårlig representert.

Steinfluer. Når steinfluene svermer, utgjør de ofte en iøynefallende del av høyfjellets insektfauna. Larvene som utvikles i vann, lever bl.a. av råtnende plantemateriale, særlig visne blad fra omgivende vegetasjon. Steinfluene er mest tallrike i den lavalpine region hvor det er rikelig med vier og kratt. I Øvre Heimdal i Jotunheimen hvor steinfluefaunaen er blitt spesielt grundig undersøkt, fins det f.eks. 20 arter i bjørkebeltet (høyboreale region), 11 arter i den lavalpine region, og 4 arter i den mellomalpine region.

Tabell 3: Antall insekter funnet på Hardangervidda.

<u>Insektorden</u>	<u>Antall arter</u>
Ephemeroptera (døgnfluer)	4
Odonata (øyenstikkere)	–
Plecoptera (steinfluer)	16
Orthoptera (rettvinger)	1
Dermaptera (saksedyr)	–
Dictyoptera (kakerlakker)	–
Psocoptera (støvlus)	7
Mallophaga (pels- og fjærlus)	7
Anoplura (lus)	1
Hemiptera (nebbmunner)	63
Thysanoptera (trips)	7
Neuroptera (nettvinger)	3
Coleoptera (biller)	171
Mecoptera (skorpionfluer)	2
Siphonoptera (lopper)	7
Diptera (tovinger)	156
Lepidoptera (sommerfugler)	48
Trichoptera (vårfluer)	25
Hymenoptera (årevinger)	238
I alt	762

Biller. Billefaunaen i høyfjellet er bedre undersøkt enn for noen annen insektorden. På Hardangervidda fins det representanter for 16 billefamilier. Kortvingene, men også løpebiller og vannkalver, er tallrike. Også i andre høyfjellsområder, f.eks. i Alpene, er kortvinger og løpebiller dominerende familier. Snutebillene, som i enkelte områder også er typiske for høyfjellet, er på Hardangervidda bare representert med 8 arter. Noen løpebiller har en sirkumpolar utbredelse, slik som *Amara alpina*, som er vanlig på Hardangervidda. Mange av løpebillene i høyfjellet går ikke lavere enn bjørkebeltet. Noen, bl.a. *Nebria gyllenhali*, har imidlertid en boreo-alpin utbredelse.

Foruten å forekomme i nordlige områder har den reliktpopulasjoner i mellom-europeiske høyfjell. Det fins også arter fra lavlandet som utvider sitt utbredelsesområde oppover i den lavalpine sone. *Calatus melanocephalus*, som bl.a. fins på Finse, er utbredt over hele Europa. Det er et påfallende trekk ved billefaunaen i høyfjellet at mange arter er rovdyr. I lavlandsområder regner man med at knapt halvparten av billene lever av rov, mens 3/4 av billene på Hardangervidda er rovdyr. Det kan henge sammen med at animalsk kost er mer energirik enn planteføde, og at rovformer derfor har lettere for å klare seg i et kaldt klima. Et eksempel på en planteeter i fjellet er bladbillen *Melasoma collaris*, som er meget tallrik og lever av museøre.

De fleste billearter i fjellet er knyttet til vann eller jordoverflaten. Få arter lever i busksjiktet, hvor de risikerer å bli blåst vekk av vinden.

Tabell 4. Antall arter av biller funnet over tregrensen på Hardangervidda.

<u>Familie</u>	<u>Antall arter</u>
Carabidae (løpebiller)	30
Dytiscidae (vannkalver)	21
Staphylinidae (kortvinger)	71
Byrrhidae (pillebiller)	6
Cantharidae (bløtbiller)	8
Curculionidae (snutebiller)	8
Andre	27

Tovinger. Tovinger er en dominerende gruppe i høyfjellet, både i artsrikdom og individtetthet. Man behøver bare å tenke på de hærskarer av stikkende og blodsugende mygg og knott som angriper en fjellvandrer en stille sommerkveld. Enda mer tallrike er fjærmyggene, som ses svermende langs vannkanten. Dannelsen av svermer er en del av fjærmyggens forplantningsbiologi, og forskjellige arter samles over forskjellige markører i terrenget. Foruten vann kan det være busker, store stein eller til og med mennesker. Det er kjent ca. 60 arter av fjærmygg fra Hardangervidda, men det virkelige antall er sikkert større. De storvokste hårmyggene er også karakteristiske for mange fjellområder. Larver av stankelbein fins i store mengder i myr og våtmarker. De voksne insektene er viktig mat for mange fuglearter. Høyfjellet har også en rik fauna av høyerestående fluer, bl.a. dansefluer, blomsterfluer, spyfluer og arter av husfluefamilien.



Et vanlig, men kanskje ikke alltid like hyggelig påtreff på Finse. Stikkemygg. Foto: Unni Vik

Sommerfugler. Det største utvalg av sommerfugler over skoggrensa lever i den lavalpine region. I engvegetasjon fins ganske mange arter av dagsommerfugler, slik som blåvinger, perlemorsommerfugler og engsmygere. Av andre sommerfugler fins bl.a. arter av nattfly, målere og viklere. En karakteristisk art for høyfjellet er fjellblodråpesvermeren, *Zygaena exulans*, som enkelte år kan opptre i enorme mengder.

Utvalget av arter i bjørkebeltet er mye større enn over skoggrensa. I enkelte år kan frostmålere og bjørkemålere snauspise store deler av bjørkeskogen. Trær langs elver og i dalbunnen kan stå uberørt, fordi larvene drepes av lokale kaldluftansamlinger her.

Veps. På Hardangervidda er kjent over 230 arter snylteveps. Mange plantevepsarter er spesifikt knyttet til vegetasjonstyper i høyfjellet, f.eks. til høystaude-vierkratt. Humlene er meget iøynefallende i høyfjellet. Kun fire arter har en utbredelse som strekker seg over skoggrensa. En vanlig art av stikkveps, *Vespula norvegica*, fins også over skoggrensa.

Maur kan påtreffes i den lav-alpine region, men sjelden høyere til fjells.

Andre landarthropoder

Edderkoppdyr. Foruten insekter fins det et stort antall andre land-arthropoder i høyfjellet. Middene er minst like tallrike i jordbunnen som spretthalene. Særlig fins det mange arter prostigmate midd og hornmidd (oribatider). I marksjikt og vegetasjon lever mange arter av edderkopper; bl.a. er de raske ulveedderkoppene vanlige. Vevkjerringen *Mitopus morio* kan opptre i store mengder.

Spretthaler. Spretthalene hører ikke til de mest iøynefallende land-arthropoder, men er til stede i meget store antall i jordbunnen. Mange er mindre enn 1 mm lange, mens andre oppnår en størrelse på 2-3 mm. Spretthalene forekommer i to hovedtyper, de som har en langstrakt kropp, og de som er mer kuleformet. De langstrakte artene er mest tallrike. I høyfjellshabitater som våteng, tørreng og lavheier fins spretthalene ofte i antall på 30.000 til 80.000 individer pr. m². Selv på de høyeste toppene rommer den minste jordflekk på avblåste fjellrabber tusenvis av spretthaler. Disse dyrene utgjør en også dominerende del av faunaen i arktiske strøk og i Antarktis og viser spesiell evne til å tilpasse seg ekstreme klimatiske forhold.



Hjulspinner, et edderkoppdyr det er vanlig å treffe på i fjellet. Foto: Unni Vik

Høyfjellets vertebrat-fauna

Dyr er direkte eller indirekte avhengige av de plantesamfunn som danner deres leveområder. Ulike plantesamfunn vil huse ulike dyresamfunn. Større dyrs leveområder omfatter flere typer plantesamfunn, mens mindre dyr, som for eksempel insekter, kan være knyttet bare til ett eller noen få plantesamfunn eller plantearter. Ofte er dyrs tilknytning til plantesamfunn mer avhengig av habitatets struktur enn av sammensetningen av plantearter. Strukturelt like plantesamfunn kan huse ganske like dyresamfunn, selv om samfunnene plantesosiologisk sett står langt fra hverandre.

I gradienten fra øvre del av barskogen, gjennom fjellbjørkeskogen og oppover til høyfjellets øverste områder med snø og is, skjer det en stadig reduksjon i antallet plante- og dyrearter. Lavere temperaturer, større temperaturvariasjoner gjennom døgnet, økende vind, tynnere luft og økende grad av ultrafiolett stråling er forhold som også påvirker vertebratfaunaen. Den snøfrie perioden (vekstsesonen) er kort, og vinterperioden tilsvarende lengre. Selv i vekstsesonen er hyppige snøfall vanlige. Over en viss grense, snøgrensen, kommer mesteparten av nedbøren som snø, selv om sommeren.

Planter og dyrs fysiologiske toleransegrenser bestemmer i stor grad de ulike artenes utbredelse langs den gradvise "klimaforverringen" som skjer oppover i høydegradienten. Sterkt medvirkende for dyrenes utbredelse oppover i høyden er også den strukturforandring man finner over skoggrensa: ved overgangen fra fjellbjørkeskogen til lavalpin region forsvinner tresjiktet, fra lav- til mellomalpin region forsvinner busksjiktet, og med økende høyde avtar også høyden på felt- og bunnsjiktene og tykkelsen på rotsjiktet. Fra mellomalpin til høyalpin region øker også innslaget av åpen mark (pionermark). Mest utpreget ses slik pionermark foran isbreene. Disse forandringene, med reduksjon både i antall vegetasjonssjikt og sjiktens indre struktur, fører nødvendigvis til store forandringer i miljøet. Vegetasjonens utforming er utslagsgivende for hvilke vertebrater som tar disse habitatene i bruk. Når tresjiktet forsvinner, minskes ikke bare næringstilbudet, men også mangfoldet av mulige hekkenisjer for fugl og trelevende pattedyr. Trærnes beskyttende virkning mot vind forsvinner, det samme gjør også deres dempende virkning på temperaturforandringer og skjermende virkning overfor nedbør.

Sammenlikner vi åpne miljøer i lavlandet med åpne miljøer i fjellet, som for eksempel åpne våtmarksområder, er antallet hekkende vadefuglarter omtrent like høyt i barskog, fjellbjørkeskog og i den lavalpine regionen (Tabell 5). Først når vi går fra lav- til mellomalpin region, kan det registreres en nedgang i artsantallet. Da forsvinner også busksjiktet. Dette har en direkte virkning på artsmangfoldet av fugl. Den generelle reduksjonen i artsantallet av virveldyr som helhet synes å henge sammen med en tilsvarende minskning i vegetasjonens diversitet og struktur.

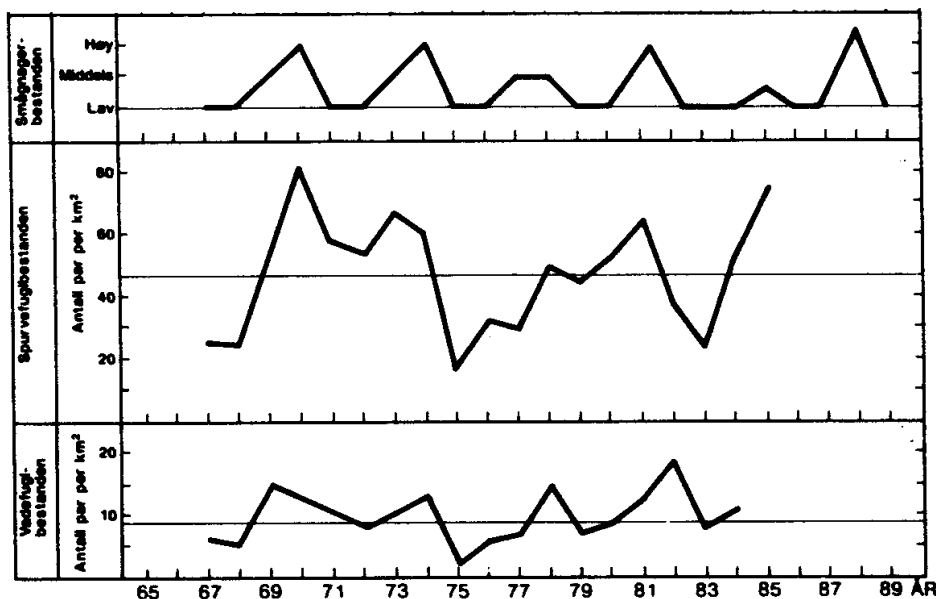
Tabell 5: Antall vadefuglarter i ulike regioner i områdene Atna og Grimsa (ettter Sonnerud 1982 a, b), og Haugastøl – Finse (Østbye, upubl.)

<u>Region</u>	<u>Atna</u>	<u>Grimsa</u>	<u>Haugastøl-Finse</u>
Barskog	10	10	
Fjellbjørkeskog	10	13	9
Lavalpin region	10	14	10
Mellomalpin region	3	7	4
Høyalpin region			2

Sykliske bestandsvariasjoner

Karakteristisk for nordområdene er at mange vertebratbestander varierer i en 3 - 4 årlig produksjonsrytme, i det vi kaller sykliske bestandsvariasjoner. Dette gjelder for barskog som for tundra og høyfjell, men mest utpreget i de to siste. Mest iøynefallende er variasjonene i forekomsten av smågnagere, og særlig da lemen (Figur 3). Denne arten har også fått fenomenet oppkalt etter seg, "lemenår". Variasjonene i rypebestandene følger stort sett samme produksjonsrytme som smågnagerne. Med en stor produksjon av smågnagere følger også en økende produksjon av deres predatorer. Dette gjelder mange arter ugler som rovfugl, samt pattedyrpredatorer som snømus, røyskatt, rødrev og fjellrev. Mange arter produserer faktisk bare unger i slike år, som for eksempel fjelljo, snøugle, jordugle, fjellvåk og fjellrev. Andre vertebratarter følger også samme produksjonsrytme. Det gjelder blant annet flere spurve- og vadefuglarter, som opptrer i større bestandstettheter i år med smågnagertopper (Figur 3). Tettheten av fugl i fjellet ser også ut til å variere i en 3 - 4 årig syklus, i takt med smågnagersvingningene. I år med høye tettheter tas også marginale områder i bruk, områder som kan avvike fra det normale habitatvalget.

Figur 3. Variasjonen i smånager-, spurvefugl- og vadefuglbestandene i Finseområdet i perioden 1967 til 1989. Etter Østbye et al. 1989.



Generelt kan man derfor fremsette påstanden om at hele økosystemet svinger i en 3 - 4 årig syklisk og synkron produksjonsrytme, med smånagernes bestandsvariasjoner som viktigste synkroniserende faktor.

Fjellbjørkeskogen

I Norge representerer fjellbjørkeskogen overgangssonen mellom biomenes barskog og høyfjell. Ofte er dette en smal sone, og kan betegnes som en økoton (overgangssone). Fjellbjørkeskogen har totalt en rikere fauna av fugl og pattedyr enn de høyereliggende alpine regionene (Tabell 6). Dette skyldes florasammensetning og vegetasjonsstruktur, med bedre mattilbud, flere alternative hekkeplasser, og bedre muligheter for skjul og ly i denne sonen. Økotoneffekten vises også ved at fjellbjørkeskogen har en rikere fauna enn den nedenforliggende barskogen.

Av fugl og pattedyr som er påvist ynglende i fjellbjørkeskogen, er det ingen som utelukkende yngler her. De er alle påvist ynglende i en eller flere av de lavere- eller høyereliggende biomen. Mange lavlandsarter har sin øvre utbredelsesgrense i fjellbjørkeskogen, og flere høyfjellsarter har sin nedre utbredelsesgrense her. Både frosk og padde forekommer, den siste går ikke videre opp i fjellet. Av krypdyrene våre fins firfisle, huggorm og buorm, og den siste stopper her.

Fuglefaunaen bidrar med de fleste artene, hele 119. Av disse er det spurvefuglene som utgjør den største gruppen. Den mest karakteristiske arten er bjørkefinken, men også trostene, særlig gråtrost, er dominerende innslag sammen med løvsanger og bokfink. Der det forekommer et godt

innslag av vier, vil ofte også blåstrupen fins. Av hønsefugl er det særlig lirype og orrfugl som påtreffes i denne regionen.

Fjellbjørkeskogen regnes som et meget viktig område for mange vertebratarter gjennom året, en slags buffersone mellom høyfjellet og barskogen. I ugunstige værperioder vinterstid vil mange av fjellets standfugl og pattedyr trekke ned til bjørkeskogen. Fjellbjørkeskogen er viktig tilholdssted for begge rypeartene vinterstid, særlig under perioder med dårlig vær. Sommerstid vil også flere barskogsarter trekke opp hit på næringssøk.

Høyfjellet

Frosk, firfirsle og huggorm henger med opp i den lavalpine regionen, riktignok meget spredt og med et lite antall individer. Men så er det slutt for deres vedkommende.

Som i fjellbjørkeskogen utgjør fuglefaunaen den største artsgruppen i den lavalpine regionen. Videre oppover i høydegradienten utgjør pattedyrene etter hvert en større andel.

Tabell 6. Antall ynglende virveldyrarter i fjellbjørkeskog og høyfjell i Norge (Østbye, upubl.)

Region	Antall arter			
	Padder	Krypdyr	Fugl	Pattedyr
Fjellbjørkeskog	2	3	119	39
Lavalpin region	1	2	75	32
Mellomalpin region	-	-	33	18
Høyalpin region	-	-	11	8

I den høyalpine regionen er det nesten like mange pattedyrarter som fuglearter som yngler. De aller fleste fuglearter som hekker i fjellet er trekkfugl, som forlater området vinterstid. Gjennom den snødekte perioden er det derfor pattedyrene som er den dominerende vertebratgruppe. Selv om et visst sesongtrekk forekommer, vesentlig ned mot bjørkebeltet, er pattedyrene helårsbeboere av fjellet.

Fugl

Fuglefaunaen i fjellet kan i store trekk ordnes etter biotoper med utgangspunkt i vegetasjonstypene i området. Flerårige undersøkelser av fuglesamfunnet i Finse-området har gitt god kjennskap til forekomsten av de ulike fugleartene her. Selv om vi må være oppmerksomme på at "vanlige" fuglearter på Finse, ikke alltid trenger å være de mest vanlige og karakteristiske i alle fjellområder, gir undersøkelsene fra Finse et dekkende bilde av forholdene i de fleste norske fjellstrøk. Generelt vil én og samme fugleart benytte flere vegetasjonstyper som sitt leveområde, og det er naturlig å gjøre en inndeling etter hovedtrekk i vegetasjonen, snarere enn etter

spesifikke, veldefinerte vegetasjonsenheter. De to dominerende fuglearter innen hvert "vegetasjons-kompleks" er brukt som indikatorarter. I tabell 7 er oppsummert de ulike dyremarker i Finse-området og deres tilknytning til ulike vegetasjonsutforminger. I tillegg til de mest typiske fugleartene er tabellen komplettert med informasjon om typisk forekommende pattedyrarter innen de ulike leveområdene. Prinsippet her er at vegetasjonstypene, enkeltvis eller gruppert i samhørende kompleks, gir uttrykk for den potensielle dyreforekomst disse kan ha.

Tabell 7. Dyremarker i Finseområdet (Etter Østbye 1987).

Dyremark	Vegetasjonstyper	Dominerende fuglearter	Dominerende pattedyrarter
Vadermark	Nedbørsmyr, fattig myr, mellommyr, rik myr, ekstremrik myr	Myrsnipe, temmincksnipe, fjæreplytt, rødstilk, svømmesnipe, boltit, heilo, strand-snipe, og sandlo. Forøvrig også fiskemåke, snøspurv, lappspurv, heipiplerke, steinskvett og fjelllerke, også fjellrype og lirype, samt flere ender. I trekkperiodene også brushøns, bekkasiner og mange arter spurvefugl og ender. Viktig furasjeringsområde om sommeren for flere arter predatorer.	Viktig sommerbiotop for flere smånagere, særlig lemen og fjellrotte. Tetthet (Finseområdet) varierende fra "nær 0" til ca. 20 dyr/ha, fra bunn- til toppår. Viktig furasjeringsområde om sommeren for flere arter predatorer og rein.
Heipiplerke- steinskvettmark	Åpen hei: grepplyng-rabbesivhei, blåber-blålynghei	Heipiplerke og steinskvett. Andre typiske arter er heilo, fjelllerke, snøspurv, fjellrype og boltit. Spurvefugltetthet varierende fra 24 til 100 par/km ² (Finseområdet) i gradienten mellom dalbunn og fjelltopp.	Typiske smånagere er lemen, gråsidemus med innslag av fjellrotte og klatremus. Tettheter fra "nær 0" til ca. 190 dyr/ha (Finseområdet).
Lappspurv- lirypemark	Åpen eng: typisk høystaude-eng, vier-høystaudeeng, bettevoll, ødeeng, ødeeng og setervoll	Lappspurv og lirype. Andre typiske arter er blåstrupe, heipiplerke, steinskvett, heilo og flere vadere.	Alle fjellets smånagerarter forekommer, sammen med markmus like over bjørkeskoen. Tetthetsvariasjoner fra "nær 0" til ca. 100 dyr/ha (Stigstuvområdet).
Snøspurv- fjellrypemark	Snøleiesamånn: finnskjeggstivstarrhei, fjellmo-syre-snøleier, mosesnøleier på sur bunn, rynkevier - blomstereng polarvier - og sildre-snøleier	Snøspurv og fjellrype. Typisk er også boltit. Flere andre vadere og spurvefugl, som f.eks. steinskvett og heipiplerke, benytter også disse vegetasjonstypene	Lemen og klatremus er karakterarter, men fjellrotte og gråsidemus forekommer også. Tetthetsvariasjoner fra "nær 0" til ca. 70 dyr/ha (Finseområdet).

Vadermark

Dette omfatter alle forekommende myrtyper. Av fugl som hekker eller samler næring i komplekset av myrtyper er vaderne karakteristiske. Derfor er denne gruppen samlet brukt som indikatorgruppe. Om ønskelig kunne typen vært artsspesifisert enda mer. For eksempel er temmincksnipe en karakterart for forbundet gråstarr - slåttestarmyr. Der det er god fuktighet er det vanlig å finne flere snipearter, som rødstilk og bekkasiner. På tørrere områder kan heilo og boltit komme inn. Der biotopen grenser opp til vann og elver, vil man ofte finne strandsnipe og sandlo. Den siste hekker bare i tilknytning til sandstrender og sandbanker. Det forekommer også et godt innslag av spurvefuglarter. Lappspurv, sivspurv og blåstrupe er vanlig der vierinnslaget er markert, og heipiplerke og steinskvett på de tørrere deler, ofte i tilknytning til kantsonen mot tørrere og høyereliggende mark. Myrområdene er også viktige områder for næringssøk for arter som ikke hekker der.

Begge rype-artene beskatter områdenes rike produksjon av invertebrater i hekketiden, fjellrype i de høyereliggende områder, og lirype lengre nede der det er et rikere innslag av vier.

Heipiplerke - steinskvettmark

Dette omfatter vegetasjonstypene i serien av åpne heityper. Spurvefuglarter dominerer i dette vegetasjonskomplekset, med heipiplerke og steinskvett som de dominerende karakterarter (indikatorarter). Heipiplerke foretrekker mer åpne og vegetasjonskledte områder med moderat innslag av stein og blokker, mens steinskvett foretrekker større steindekning. På tørre rygger og bakker med rikt innslag av gras og starr, opptrer fjellerke. Heilo hekker også i dette vegetasjonskomplekset.

Lappspurv - lirypemark

Vegetasjonstypene i serien av åpne engtyper utgjør denne enheten. Her finner man den rikeste fuglefaunaen i fjellet, såvel med hensyn på antall arter som antall individer. Lappspurv og lirype er karakterarter. Begge forekommer der innslaget av høyvokst vegetasjon som f. eks. vier er markert. Blåstrupe forekommer vanlig i lavereliggende områder ned mot fjellbjørkeskogen. Heipiplerke og steinskvett er også vanlige. Innslag av vannelementer og myrområder vil øke antallet arter, særlig av vadere.

Snøspurv - fjellrypemark

Omfatter snøleiesamfunn og pionermark. Fuglefaunaen er relativt fattig, særlig når en kommer over på pionermarks-områder. Karakterarter er snøspurv og fjellrype og i første rekke der det er et stort innslag av ur og blokker. I år hvor bestandstettheten av begge arter er lav, vil kullene konsentreres om slike delområder. I gode år tas også andre vegetasjonstyper i bruk som hekkehabitater. Boltit er en karakteristisk vaderart i snøleiesamfunn. Forøvrig vil også andre spurvefugl og vadere kunne hekke her. Steinskvett forekommer også. På fuktige og sandrike strender kan sandlo opptre.

Strandsonen langs stille vann (lotiske systemer)

Strandområdene langs større vannelementer og stille vann, kan angis som ”strandsnipe-forbundet”. Strandsnipe er karakterart, men storlom, sandlo og flere andre arter kan være typiske. Mange fuglearter har sitt næringssøk i denne sonen, men er likevel mer naturlige å knytte til andre dyremarktyper.

Strandsonen langs rennende vann (lenticke systemer)

Strandområdene langs rennende bekker og elver, kan angis som "fossekall-forbundet". Fossekallen er karakterart, men flere andre fuglearter er også vanlige. Fiskemåke er ikke spesielt knyttet til rennende vann, mer er ganske vanlig knyttet til vassdrag i de lavereliggende fjellområder.

En del fuglearter er ikke spesielt knyttet til noen av de nevnte dyremarkområder. Dette gjelder først og fremst rovfugl, som lever av mindre vertebratarter, og som jakter over store fjellområder. Fjellvåken er den vanligste og kanskje mest typiske, men også kongeørn, falker og ugler hører hit. Alteteren ravn må også regnes med til denne gruppen.

Flere av disse artene har sin hekkebiotop knyttet til fjellvegger. Skulle man foreslå karakterarter for et fugleforbund i fjellet knyttet til fjellvegger, ville 'fjellvåk - ravn-forbundet' være en passende klassifikasjon.

Gjøken kan påtreffes i de fleste områder i fjellet. Av fjellets småfugl er det særlig heipiplerke som utsettes for reirparasittisme.

Det er bare våre to rypearter, ravn, kongeørn og jaktfalk som overvintrer i høyfjellet. I tilknytning til fast bosetning kan også gråspurv og kjøttmeis overvintre. Snøspurv kan observeres midtvinters, men dette er ikke det normale.

Pattedyr

Insektetere:

Vanlig spissmus er vanlig over store deler av den lavalpine regionen. Dvergspissmus og vannspissmus forekommer fåtallig i samme region, den siste nær knyttet til vann og vassdrag.

Flaggermus:

Nordflaggermus er den eneste av våre flaggermus som opptrer i fjellet, og da fåtallig i lavalpin region.

Gnagere:

Bever går i visse fjellstrøk opp i lavere deler av lavalpin region.

Det finnes flere arter av smågnagere i fjellet. Som tidligere nevnt opptrer bestandsvariasjonene av disse i et syklisk mønster med 3 - 4 års mellomrom mellom bestandstopp og bestandsbunn. Et toppår kan være dominert av lemen, "lemenår", et annet av fjellrotte, det neste året kan begge dominere sammen. Smågnagerne overvintrer under snøen i aktiv tilstand, men kan også vinterstid komme opp på overflaten for kortere perioder, dersom snødybde og snøstruktur gjør det mulig å grave tunneler opp. Flere arter formerer seg også vinterstid under snøen, vanligst er dette antakelig hos lemen.

Lemen er av noen kalt det mest typisk norske pattedyr, fordi den skulle ha overlevd her under siste istid, og har sitt hovedutbredelsesområde i Norge. Det første er neppe riktig. Lemen forekommer i toppår i samtlige vegetasjonskompleks. Noen angir at den sommerstid er knyttet til fuktige områder med mye mose. Utover høsten, når disse områdene fryser til, trekker de opp mot tørrere områder med nok tilgjengelig næring som ikke er innefrosset i is. Observasjoner i Finseområdet gjennom en årrekke tyder på at dyrene fins i samtlige vegetasjonstyper når høsten setter inn. Om våren fins kun overlevende i de tørrere partier, mens vinterbol med døde dyr på lavereliggende og fuktige områder, er hyppige å finne. En sesongvandring vår og høst behøver derfor nødvendigvis ikke finne sted. Etter toppår med meget høye bestander observeres ofte store vandringer av lemen fra fjellområdene og ned mot lavereliggende strøk, ofte meget langt ned i lavlandet, "lemenvandringer". Lemen går helt opp i høyalpin, høyest av våre smånagere. Fjellrotte er vanlig på fuktige områder, på myrer og langs vassdrag, helt opp i mellomalpin region.

Markmus opptrer også i fjellet, i de samme habitater som fjellrotte, men går bare et stykke opp i mellomalpin.

Klatremus, som er en karakterart i barskogsområder, går også høyt opp i fjellet, helt opp i mellomalpin. Den er vanligvis knyttet til områder med stort innslag av stein og blokker.

Gråsidemus opptrer på tørrere gras- og starrheier i den lavalpine regionen.

Vånd forekommer fåtallig i visse områder opp i lavalpin region.



Fjellrotte. Foto: Unni Vik

Haredyr:

Hare er relativt vanlig fra skoggrensen og langt opp i høyalpin region. Den er svært stedbunden og holder seg ofte innenfor et svært lite område. Nattestid er den mest aktive perioden. Vinterstid graver den ofte et snøhi til beskyttelse mot uvær.

Hjortedyr:

Reinen er et flokkdyr, hvor flokkstørrelsen skifter med årstiden. Bukker, simler og ungdyr går i samme flokk fra brunsttiden om høsten til kalvingstiden rundt midten av mai måned. Da skiller bukkene lag med resten av flokken, og danner egne småflokker på normalt 5 - 10 dyr, av og til større. Mens simle- og ungdyrflokkene normalt holder til på Flatvidda, drar gjerne bukkeflokkene opp i høyereliggende fjellterreng, slik som Hardangerjøkulen og Hallingskarvet. Når brunsten nærmer seg, søker bukkeflokkene ned på Flatvidda igjen til simle- og ungdyrflokkene.

Hos reinen har begge kjønn gevir, men de felles til ulike tider. Bukkene feller geviret etter paringen i oktober, mens simlene feller senere. Simler med kalv feller geviret først etter kalvingen. Viktigste sanser er lukt og hørsel. Reinen kan lukte seg frem til lav under ca en meter snø. Klovene har en spesielt bred form, og det er godt med hår mellom dem. Dette gjør at reinen ”flyter” lett oppå snøen selv når den er forholdsvis løs.

Hver vår og høst foretar reinen faste vandringar. Om våren går vandringen ut av overvintringsområdene og inn til kalvingsplassene og sommerbeitene. Kalvingsplassene ligger i områder hvor vegetasjonen er tidlig fremsmeltet og utviklet. Om høsten går trekket den motsatte vei langs samme rute som om våren. Disse faste trekkrutene har blitt utnyttet av fangstfolk helt siden slutten av siste istid. Synlige spor etter dette kan man ennå se i restene av gamle fangstsystemer som finnes over alt i fjellområdene våre. Disse forteller hvor stor betydning reinsjakten har hatt gjennom de siste 8.000 år i Norge. Reinen benytter hele gradienten fra fjellbjørkeskogen og opp i høyalpin region gjennom året.

De andre hjortedyrene opptreer vanlig helt opp i fjellbjørkeskogen. Sommerstid kan både elg og rådyr foreta næringsvandringar langt opp i mellomalpin. Unntaksvis påtreffes hjort i lavere deler av fjellet.

Rovdyr:

Fjellreven forekommer nå meget fåtallig i våre fjell. Den var tidligere vanlig, og ble fanget i stort antall. Den utnytter hele gradienten fra høyalpin og ned til lavalpin. Unntaksvis kan den gå litt ned i fjellbjørkeskogen. Ungeproduksjonen ser ut til å være avhengig av smånagertopper. Etter gode produksjonsår kan mange fjellrever vandre ned i lavlandet på næringssøk, når smånagertoppen bryter sammen. Fjellreven forekommer i to fargevarianter, hvitrev og blårev. I toppår er smånagere hovednæring, men den tar ellers alt som er spiselig. Åtsler er også viktig næringskilde, også avfall og søppel. Den kan også legge opp matlagere sommer og høst. Disse kommer godt med i en matknapp vinter.

Rødreven er vanligst i lavlandet, men har i økende grad tatt høyfjellet i bruk, helt opp i mellomalpin. I mange områder har den erstattet fjellreven som middelstor predator. Mange steder, for eksempel på Hardangervidda, har den fordrevet fjellreven fra mange av dens gamle hiområder. Den tar samme næring som fjellreven, men trekker oftest ned mot fjellbjørkeskogen når næringsgrunnlaget svikter. Det er et konkurranseforhold mellom fjellrev og rødrev, med sistnevnte som den sterkeste. Fjellrevens evne til å tåle de harde klimatiske forhold i høyfjellet er dog bedre enn rødrevens.

Av de små mårdyrene opptrer røyskatten helt opp i mellomalpin, snømusen holder seg stort sett i lavalpin. De er aktive hele døgnet, men mest i skumringen og om natten. Begge har smånagere som hovedføde. Bestandene varierer i takt med smånagersyklene.

Mink har etterhvert tatt store deler av fjellet i bruk, vesentlig langs vann og vassdrag, helt opp i midtre deler av mellomalpin.

Til og med mår vandrer opp fra fjellbjørkeskogen, og kan for lengre perioder holde til i rike vierområder i lavalpin.

Jerven opptrer nå bare fåtallig i våre fjellområder. Dens leveområde strekker seg fra fjellbjørkeskogen og opp i høyalpin. Hovednæringen er rein, selvdrept såvel som åtsel. Den legger ofte opp store matforråd. Ynglehiet graves ofte i store snøskavler. Gaupe går vanlig opp i fjellbjørkeskogen, unntaksvis kan den påtreffes på streif opp i øvre deler av lavalpin.

Tilpasninger til høyfjellet

Plantene

Vinteroverlevelse

Vinterherdighet. Ikke spesielt for fjellplantene, men forskjell på rabbeplanter og snøleieplanter. Snøleieplantene krever snøbeskyttelse mot vinterkulde.

Beskyttelse av toppskudd og vinterknopper. Snøslitasje og uttørking er uten tvil de viktigste årsakene til vinterskader på plantene i fjellet. Studeres lettest hos gran ved skoggrensa.

"Aktiv" beskyttelse med knoppskjell o.l. er ikke spesielt vanlig i fjellet. Derimot er "passiv" beskyttelse med gamle blad, slirer osv. vanlig. På snøleier er ubeskyttede vinterknopper vanlige, noe som begunstiger rask oppstart om våren.

Tette tuer, tiltrykte matter og tette rosetter med vinterknopper godt gjemt synes å være gode tilpasninger til å tåle snøslitasje og uttørking. Mange er rabbeplanter.

Sommeroverlevelse

Frostherdighet. Fjellplantene tåler generelt sommerfrost bedre enn lavlandsplanter. De kan være dekket av is den ene dagen, og i full blomst den andre. Mekanismen for å klare dette er ikke kjent.



Fjellsmelle (til venstre), vokser i tette tuer som kan ha en høy temperatur på solfylte dager. Rypebær (til høyre), vokser i matter, og er en av mange lyngarter på Finse. Behåring på fjellsveve (under) hindrer varmetap. Foto: Unni Vik

Aktiviteter ved lave temperaturer:

A. Voksemåte. Tette tuer, matter osv. "fanger" lufta i små lommer mellom bladene, og "holder" bedre på varmen fra sola enn en åpen voksemåte. Dette kombineres ofte med stive stengler o.l. fra året før som bidrar til å bremse lufta i et tynt sjikt over bakken. Mange planter utnytter dette ved å bære blomstene lavt nede mot tua og først strekke fruktene etter at de er modne (eks. fjellsmelle).

B. Pigmentering (anthocyaner) øker absorpsjonen av stråling, og dermed temperaturen. Det er f.eks. målt + 3,5 °C i ei sildretue og + 10 °C i ei mørk mosetue ved -12 °C i lufta. Dette kan også bidra til at plantene klarer å absorbere nok varme og lys under snøen til å starte fotosyntese før de smelter fram. I blomstene kan dette få betydning for frømodning.

C. Behåring. I en del tilfeller kan dette være en tilpasning til å hindre varmetap ved utstråling. Vierrakler med hår som slipper lys og varme inn, men reflekterer varmestråling ut, får høyere temperatur enn rakler uten slike hår.

D. "Hulspeil"-blomster. Valmuer, reinrose, soleie osv. har blomster formet som hulspeil med fruktene i fokus. Det er vist at temperaturen i sentrum av slike blomster ligger høyere enn i lufta omkring.

E. Fysiologi. Fjellplantenes metabolisme er tilpasset å fungere ved lav temperatur. De når maksimal fotosyntese ved lavere temperatur enn lavlandsartene, og de har høyere aktivitet ved lav temperatur enn disse.

Kort vekstsesong:

A. Rask start om våren. Underjordiske lagringsorganer er vanlige, særlig hos planter som foretrekker snøleier. Mange planter anlegger knopper for flere år framover (harerug, isssoleie). En del planter - særlig på rabbene - er evig- eller vintergrønne (f.eks. en del lyngarter) og har klorofyllholdige, fotosyntetiserende blader klare så snart snøen smelter.

B. Vegetativ tilvekst. Viktig måte å klore seg fast og holde seg på et sted i påvente av en gunstig sesong for frøsetting. Ikke spesielt for fjellet, men er svært utbredt her.

C. Periodisk og aperiodisk vekst. Arter med aperiodisk vekst (som ikke stopper om høsten) og arter med periodisk vekst og overvintring med vinterknoppene i sent stadium er vanligere i fjellet enn i andre regioner. De aperiodiske er ofte snøleieplanter.

Livssyklus

Enkelte arter i fjellet kan, etter å ha blomstret, bruke flere år på å forberede ny blomstring. Dette skjer f.eks. hos isssoleie.

Forplantning

Generelt er tilpasninger som sikrer kryssbefruktning og variasjon i avkommet mindre hyppige i fjellet, mens tilpasninger til vegetativ formering og ensartethet er langt hyppigere enn i andre områder. Dette må ses i sammenheng med innvandringen etter istiden.

Insektpollinering spiller en større rolle enn en skulle tro. Insektspopulasjonene er ofte store selv om artsantallet er lite, og plantene er svært raske til å utnytte et solgløtt eller et stille øyeblikk (eks. snøsøte). Det skal ikke mer til enn en varm dag før årets "avling" er sikret! Foruten regulering av blomstring etter lysforhold o.l., er blomstene oftest store, sterkt fargete og anlegges i store mengder. Dette tjener til å øke mulighetene for insektsbesøk.

Vindpollinering finnes hos gras og halvgras og er svært utbredt.

Selvpollinering forekommer hos noen kryssbestøvere og sikrer en viss frøsetting (eks. rødsildre).

Vegetativ formering

Apomixis (frøsetting uten befruktning) er vanlig. Det sikrer stor frøproduksjon og et stort antall ensartet avkom (klon). Dette er svært effektivt ved kolonisering av jomfruelig jord, og må ha spilt en stor rolle under innvandringen etter istiden (eks. fjellrapp, løvetann, marikåpe).

Vivipari (yngleknopper) er, som apomixis, en tilpasning til kolonisering av ny jord, men er også en velegnet strategi i oseaniske fjellområder hvor det er få soldøgn og høy humiditet. Vanlig hos gras (eks. fjellbunke, geitsvingel og fjellrapp), sildrer (eks. knoppsildre), lusegras og harerug.

Spredning

Spredning i fjellet skjer alt overveiende med vind. Vannspredning spiller en viss rolle, mens dyrespredning antakelig spiller liten rolle. Det som slår en er hvor få arter som "ser ut som de er vindspredd", slik en er vant til fra lavlandet (eks. forekomst av vinger, hår på fruktene eller små lette frø). De fleste artene har relativt store, klumpete **diasporer** (= spredningsenheter). Vinden i fjellet er så kraftig at spesielle sprednings tilpasninger er unødvendige.

A. Tilfeldig spredning (fragmentering) forekommer i stort omfang, - spres med høst- og vinterstormene i fjellet. For en del plantegrupper og sopp (lav) er dette den viktigste måten; små fragmenter brytes av og føres med vinden.

B. Vindballisme er den mest utbredte tilpasningen. Ganske tunge, glatte diasporer, kapsel eller skulpe, stengel som strekker seg og blir stiv og tørr om høsten (eks. lyngarter, sildrer, rublom).

C. Markløpere. Yngleknoppene hos de vivipare plantene spres med vinden, og fungerer som markløpere over snø- og grusflater.

D. Hårete frukter og frø fins hos mange arter (eks. vier, myrull, mogop og reinrose).

E. Vingete frukter og frø er sjeldne (eks. bjørk og fjellsyre).

F. Små, lette frø fins hos noen (eks. fjellvalmue, vintergrønn).

G. Kjøttfulle frukter fins hos noen få; i mange tilfelle spres også disse med vind (eks. molte, krekling, rypebær).

Insekter og andre landarthropoder

Tilpasning til høyfjellet hos insekter og andre land-arthropoder er en kombinasjon av mange egenskaper i overensstemmelse med de enkelte artenes biologi. Dyrene må både kunne tåle lange vintre med lave temperaturer, og kunne gjennomføre vekst og utvikling i de korte og kjølige somrene.

Det er et slående trekk ved faunaen av land-arthropoder i høyfjellet at mange arter fører en beskyttet tilværelse. Mange tilbringer det meste av sitt liv som larver i vann eller jord. Voksne insekter holder seg ofte skjult i vegetasjonen, mellom visne planterester og under stein. Flyvende insekter har relativt korte svermeperioder og søker ly mot vind, regn og kulde. På kalde, vindfylte

dager ser man derfor få insekter i fjellet, men på solrike dager kan det være enorm aktivitet av tovinger, sommerfugler, biller og andre insekter.

Morfologi

Mange av insektene i høyfjellet er små, og vil lettere kunne søke ly under stein og i vegetasjonen. Flyving kan være risikabelt ved at insektene føres vekk fra sine egentlige habitater, og det tolkes som en tilpasning til høyfjellet at mange arter har reduserte vinger.

Mørke farger, eller melanisme, er vanlig hos mange land-arthropoder i høyfjellet og gjør at de lettere absorberer solvarme. På Finse og i andre høyfjellsområder har noen av løpebillene røde og gjennomskinnelige dekkvinger. De absorberer solenergi bedre enn sorte dekkvinger, og virker som solpaneler.

Adferd

Solenergi kan utnyttes bedre gjennom adferdsbetinget termoregulering. Dagsommerfugler stiller seg i bestemt positur, slik at solstrålene treffer den mørke kroppen, eller mørke felt ved basis av vingenes underside. Noen dagsommerfugler må ha en kroppstemperatur på + 30 °C før de flyr. Gresshoppen *Melanoplus frigidus* soler seg på klare dager. Små fluer og andre insekter oppsøker blomstenes parable kronblad, hvor solstrålene sentreres.

Forlenget livssyklus

I de korte og kjølige somrene reduseres hastigheten av vekst og utvikling hos insekter og andre land-arthropoder. Mens de fleste arter i varmere strøk har en eller flere generasjoner i året, bruker mange høyfjellsarter to eller flere år på å gjennomføre sin livssyklus. Eksempler fra Hardangervidda er stankelbenet *Tipula exisa* med toårig livssyklus, og ulveedderkoppen *Pardosa palustris* med tre-årig livssyklus.

Fysiologiske tilpasninger:

A. Metabolsk varme: Insektene regnes som kaldblodige, men enkelte arter med tett behåring, som f.eks. humler, produserer indre, metabolsk varme. Humlene flyr ved 0 °C i lufta, men kroppstemperaturen kan være over 35 °C. Store dyr har mindre varmetap enn små fordi forholdet overflate/volum avtar med størrelsen. Høyfjellshumlene er de største humleartene i Norge.

B. Økt metabolisme: Hos andre insekter kan økt metabolisme være en kompensasjon for lave temperaturer, og gi raskere vekst og utvikling.

C. Kuldetoleranse er en viktig egenskap for land-arthropoder i høyfjellet. Særlig er arter som overvintrer på steder med lite snødekke, f.eks. avblåste rabber, utsatt for lave temperaturer. Noen insekter tåler å fryse, mens andre overlever i underkjølt tilstand ved temperaturer ned til -30 og -40 °C. Mange spretthaler og midd har store årsvariasjoner i evnen til underkjøling og tåler mest kulde midt på vinteren. Variasjonene skyldes to faktorer. Om høsten kvitter dyrene seg med matrester i tarmen, der det har lettere for å oppstå isdannelse enn andre steder i kroppen. Dertil akkumulerer mange arter glyserol eller andre kuldebeskyttende stoffer som øker evnen til å underkjøle. Insektene bruker rett og slett sin egen frostvæske! Bladbillen *Chrysomela collaris* er et godt eksempel. De voksne billene er tilpasset ekstremt vinterklima og tåler frysing ned til -30 °C.

D. Anaerob metabolisme: Både på avblåste rabber og i myrområder innesluttet

mange land-arthropoder av is om vinteren. Slike arter må klare seg med lite eller ikke noe oksygen, og går over til anaerob metabolisme med melkesyre som et av endeproduktene.

Virveldyrene

Vinteren er den vanskeligste årstiden for dyr i fjellet. Virveldyrene har gjennom naturlig seleksjon utviklet tre hovedstrategier for å overleve vinteren: trekk, hibernering og motstand. Tilpasningene kan være av adferdsmessig som morfologisk og fysiologisk art.

Trekk

Vinteren stopper næringstilgangen for mange arter, både herbivore og karnivore. For de fleste av disse vil løsningen være å trekke ut av systemet, slik som trekkfuglene gjør. Trekk, også kalt migrasjon, går gjerne over store avstander og er meget energikrevende. Dyr som ikke har fått lagret tilstrekkelig med energireserver gjennom sommeren og høsten vil ha store problemer med å gjennomføre dette, og en stor andel av de som legger ut på trekket dør underveis. Møter de i tillegg mye dårlig vær under trekket, øker mortaliteten markant. Trekk er derfor ingen lett vei å unnsnippe vinterproblemene på, men for mange arter er det ikke noe annet alternativ.

Flere av dyrene som er tilbake i vinterfjellet kan for kortere eller lengre perioder med ugunstige værforhold trekke ned til fjellbjørkeskogen. Dette gjelder rype, rev og reinsdyr. Elg og rådyr som holder til i fjellbjørkeskogen, vil ofte trekke ned i barskogen.

Hibernering

Hibernering er en strategi hvor dyrene unngår å møte direkte alle vinterens ulike stressproblemer. Men noen garanti for å unngå farlige situasjoner har man heller ikke med denne overvintringsstrategien. Hibernering, som kan deles i vinterdvale og vintersøvn, er kjennetegnet ved at dyrene tilbringer vinteren i en inaktiv hviletilstand. Dvale er en dyp hviletilstand hvor kroppstemperaturen synker i takt med omgivelsestemperaturen. Av de ektoterme virveldyrene som går i dvale, finnes i fjellet bare frosk, hoggorm og firfirsle. Disse oppsøker relativt frostfrie steder som vinteroppholdssted. Dersom overvintringsstedet blir utsatt for meget lave temperaturer, for eksempel som følge av et manglende snødekke, vil det kunne medføre døden for dyr som ligger inaktive uten muligheter til å kunne flytte til beskyttede overvintringssteder.

Av de endoterme virveldyrene som går i dvale vinterstid, er det bare nordflaggermus og bjørkemus som forekommer i fjellnære strøk. Felles for de varmblodige dyr som går i dvale er at de har lite av energi lagret i reserve til å møte ugunstige perioder med. Varmblodige dyr som ligger i dvale, må øke kroppstemperaturen dersom omgivelsestemperaturen faller under en kritisk grense. Dette kan de ikke gjøre mange ganger gjennom vinteren før deres sparsomme energireserver er oppbrukt.

I vintersøvn synker kroppstemperaturen ubetydelig eller bare noen få grader. Den er helt forskjellig fra vinterdvale, og kan best sammenliknes med en dyp søvn dyret kan våkne opp fra fra tid til annen. Dyr med vintersøvn møter vinteren med rike fettreserver som de tærer på gjennom vinteren. Bjørnen er det eneste varmblodige dyr i våre fjellnære strøk som har en virkelig vintersøvn over lengre tid. Ekornet har også en form for vintersøvn, men denne er meget lett og kan vare fra korte tider av døgnet til over et døgn, avbrutt av aktive perioder med næringssøk.

Motstand

Den siste strategien, motstand, benyttes av de dyrene som fører et aktivt liv vinteren igjennom (Fig. 4). Noen tilbringer vinteren i det subnivale luftrom (under snøen). Dette gjelder mindre pattedyr som smånagere og spissmus. Nede i subnivalen finner de gunstige overvintringsforhold, når bare snødekket kommer over en viss tykkelse.

Generelt kan vi si at i fjellet bør snødekket være fra 60 til 100 cm minimum for å skape et stabilt subnivalklima. I subnivalen vil temperaturen stort sett være konstant og ligge rundt 0 °C. Fuktigheten vil også være konstant og ganske høy. Meget lite lys vil trenge så langt ned og det er mørkt nede i gangene og vinterbolene deres. Men de lever i et stabilt og relativt beskyttet miljø. De er også i stand til å formere seg under snøen, i hvert fall enkelte år. Helt beskyttet er de likevel ikke.

Tunnelljegere som røyskatt og snømus har en kroppsform som gjør det mulig å gå ned i smånagernes ganger og jakte på dem der. Disse to artene jakter både oppe på snøen og nede i snøen. Ikke alle dyr kan trenge ned under snøen for å beskyttes.

Store dyr som rein, rev og hare må bruke snøoverflaten som sitt aktivitetsområde. Revne kan riktignok grave seg snøhi og søke ly der for kortere eller lengre perioder, men mesteparten av maten må de skaffe seg ved å jakte på overflaten.

Rypene lar seg enten snø inne, eller graver seg ned i snøen for å søke ly. De "dokker" som vi sier. Snøens isolerende evne minsker kroppens varmetap om nettene og under harde uværsperioder. Haren kan også grave seg ned, enten i skikkelig "dokk" eller bare i "halvdokk". Reinen kan ikke det, den har i stedet skiftet sommerpelsen med en meget godt isolerende vinterpels som gjør den i stand til å tåle det som måtte komme av kulde og vind. I det hele tatt kjennetegnes de aktive vinterdyrene ved at de får en meget tett og godt isolerende vinterpels. Fjellreven kan for eksempel tåle temperaturer ned i mot - 50 °C før den må kople inn fysiologiske mekanismer for å øke varmeproduksjonen.

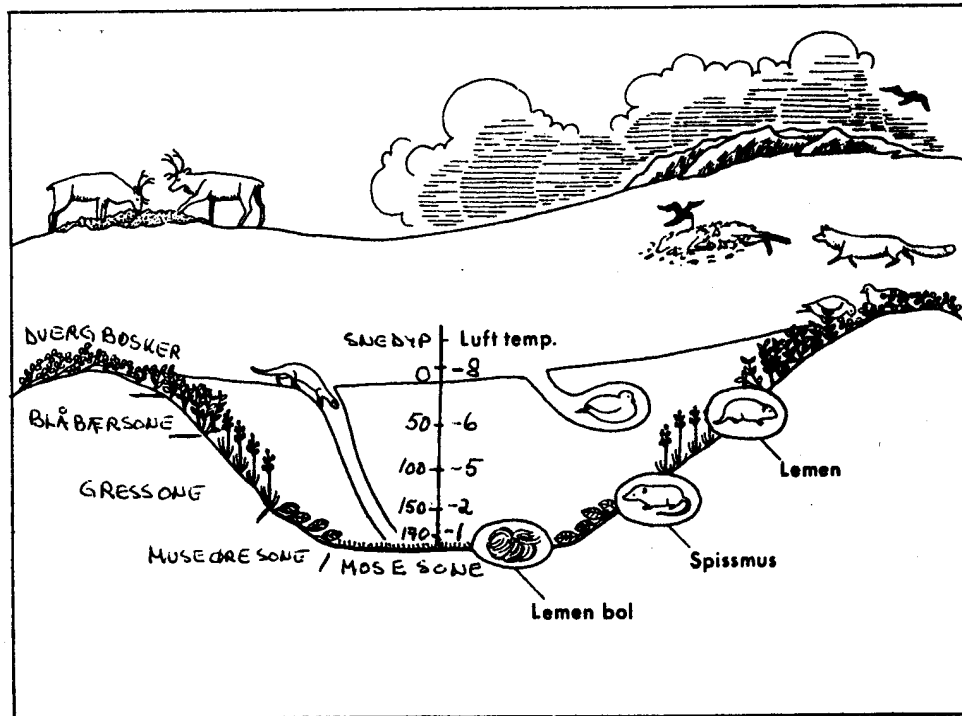
Noen dyr har i tillegg en fargeforandring av pelsen, som regel til en hvit farge om vinteren. For byttedyr som predator er en hvit farge adferdsmessig en fordel i et hvitt vintermiljø. Dette gjelder rypene, hare, fjellrev, snømus og røyskatt.

Dyr som beveger seg oppe på snøflaten kan etter bevegelsesmåten benevnes flytere eller styltegjengere. De første er dyr med forholdsvis brede poter og en forholdsvis lett kropp. Trykket per arealenhet av poteflaten blir derved lavt. Ofte vil også behåringen mellom tærne øke i vinterdrakt, i tillegg kan de også spile ut poten for å øke bæreflatten. Rev og hare er eksempel på flytere. Selv dyr som mesteparten av vinteren oppholder seg nede i subnivalen, kan få økt behåring på føttene; klørne kan også være større enn om sommeren. Dette gjelder for eksempel lemen, som av og til tar seg turer opp til overflaten.

Styltegjengerne er tyngre dyr med lange bein. Den eneste representant for disse i vinterfjellet er reinen. Men den har meget brede og avrundete klover, som sammen med en tett behåring mellom klovene, fungerer noe i retning av truger. Reinen er den minst utpregete styltegjengeren av

hjordedyrene våre; faktisk virker den mer som en flyter på den oftest vindpakkede og harde snøen i fjellet.

Nesten alle fjelldyr som tilbringer vinteren i aktiv tilstand må sommer og høst bygge opp tilstrekkelige fettreserver for å kunne ha noe å tære på i perioder med dårlig næringstilgang. Den næring beitedyrene klarer å finne på vinterbeitene, er ikke tilstrekkelig alene til å dekke energibehovet; det vil hele tiden trekkes veksler på opplagsnæringen. Dette gjør at mulighetene de har til å lagre fettreserver sensommer og høst får stor betydning for vinteroverlevelsen.



Figur 4. Overlevelsesstrategier for vinteraktive fugl og pattedyr i fjellet. Rein, rype og hare finner næring på steder der vinden har blåst rabbene bare, ravn og rev eter av reinsdyrkadaver. Rype kan "dokke" nede i snøen under ugunstige værperioder. I det subnivale luftrommet jakter spissmus etter vinteraktive invertebrater; lemen og andre smånagere beiter på vegetasjonen; og en snømus er på vei ned gjennom tunnelen som en smånager har gravd. Skalaen viser et eksempel på temperaturen i ulike nivåer i snødekket. Vegetasjonssonene i en snøleieprofil er angitt til venstre.

Finseområdet

Klima

I Norge kommer det meste av nedbøren vest for vannskillet, fordi framherskende vindretning er vestlig til sørvestlig. Dette bringer mye fuktig luft inn fra havet. Det setter sitt preg på Finseområdet. I tabell 6. vises noen klimadata fra værstasjonene Haugastøl og Slirå. Haugastøl ligger i fjellbjørkeskogen øst for Finse-området, 988 m.o.h., mens Slirå ligger 1300 m.o.h. 5 km vest for Finse.

Slirå har en gjennomsnittlig årsnedbør på 1006 mm, Finse har 887 mm og Haugastøl 669 mm. Jo lenger øst for Vestlandsfjellene vi kommer, jo større blir virkningen av regnskyggen. I Finseområdet gir Hardangerjøkulen en ekstra kjøleeffekt. Mens gjennomsnittlig middeltemperatur for juli er 10.7 °C på Haugastøl, er den bare 7.3 °C på Slirå. Om vinteren er det små forskjeller i temperatur. Gjennomsnittlig middeltemperatur for årets kaldeste måned- januar- er på Haugastøl -9.6 °C, og på Slirå -10.0 °C. Den mildere gjennomsnittlige årstemperatur er 0,1°C på Haugastøl og - 2.0°C på Slirå. Dette er 0,2 °C lavere enn høydeforskjellen mellom stasjonene skulle tilsi. Den lave sommertemperaturen på Finse fører til mye tåke og mange dager med skydekke og nedbør. Gjennomsnittlig er det 210 dager i året med nedbør. Lave temperaturer og mye skyer fører til liten fordampning, og det er få virkelig tørre biotoper på Finse. Selv det grunneste jordsmonn får sjelden anledning til å tørke helt ut. Hardangerjøkulen setter også sitt preg på området på sørsiden av dalen. Sand og slam fra breen føres med bekker og elver, og avleires som sedimentasjonsflater i dalbunnen, som for eksempel på Finsefetene.

Tabell 8. Noen klimadata fra værstasjonene Haugastøl (A) og Slirå (B)

A

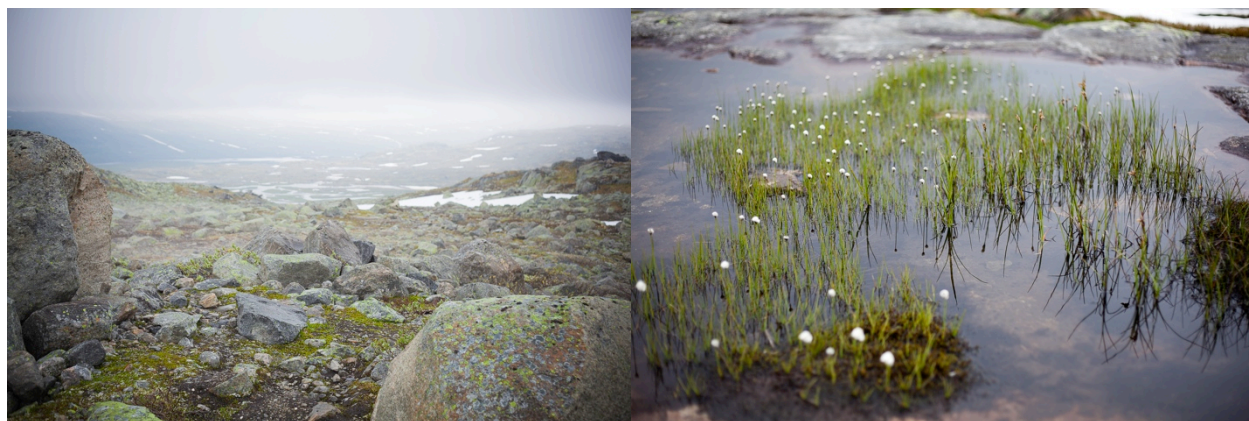
Variables	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year
Screen temperature (°C)													
min	-13.9	-14.2	-11.9	-6.6	-1.2	3.4	7.5	6.6	2.7	-2.0	-6.2	-9.4	-3.8
mean	-9.6	-9.5	-7.0	-2.6	2.9	7.4	10.7	9.8	5.7	0.7	-3.4	-6.2	-0.1
max	-5.5	-4.9	-1.6	2.0	7.5	12.0	15.0	14.1	9.7	4.0	-0.6	-3.6	4.0
Relative humidity air (%)	83	82	78	78	74	73	75	77	79	82	85	85	79
Wind velocity (m s ⁻¹)	2.5	2.7	2.5	2.5	2.0	2.7	2.7	2.5	2.5	2.7	2.5	2.7	2.5
Precipitation (mm)	60	45	32	36	35	53	76	78	72	66	57	59	669
Fog (d)	2.4	1.7	1.7	1.2	2.6	1.5	1.1	2.1	2.6	2.7	2.3	2.3	24.2
Sunshine duration (h)	47	100	141	151	204	181	182	149	116	91	40	27	1 429

B

Variables	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year
Screen temperature (°C)													
min	-12.4	-12.9	-11.0	-7.6	-2.6	1.5	4.7	4.6	1.2	-3.4	-7.3	-9.9	-4.6
mean	-9.7	-10.0	-8.0	-4.8	0.2	4.1	7.3	7.0	3.3	-1.4	-5.0	-7.3	-2.0
max	-6.8	-6.9	-4.6	-1.2	3.5	7.7	11.1	10.1	6.1	1.0	-2.7	-4.9	1.0
Relative humidity air (%)	85	84	82	84	80	82	83	83	85	87	88	88	84
Wind velocity (m s ⁻¹)	4.5	4.7	4.3	4.3	4.1	3.9	3.8	3.9	4.7	4.7	4.5	4.7	
Precipitation (mm)	79	62	41	51	43	77	110	120	136	116	81	90	1 006
Fog (d)	6.6	6.2	8.1	7.8	7.5	8.3	8.6	6.0	7.7	9.6	9.0	7.6	93.0

Geologi

De lavere deler av Hardangervidda består av fattig berggrunn, vesentlig granitt og gneiss, mer enn 600 mill. år gamle (Fig. 6). Berggrunnen er rester av et gammelt fjellandskap, som etter hvert ble erodert til et peneplan (dvs. et buktende, flatt landskap). På Finse kan vi se rester av peneplanet som en hylle i fjellet i Finsenutene og Jomfrunut (Fig. 5). Peneplanet lå ikke særlig høyt over havet, og da det for 500 mill. år siden inntraff store omveltninger i jordskorpa, sank peneplanet under havets nivå. Gjennom kambrium, ordovicium og silur ble det avsatt store mengder sedimenter over de gamle bergartene. Dette vedvarte til for ca. 300 mill. år siden. Da inntraff voldsomme omveltninger i jordskorpa (den kaledonske fjellkjedefoldning), og store stykker av det gamle grunnfjellet ble løftet opp og delvis skjøvet inn over sedimentene.



Det er dårlig drenering og fattig flora på gneiss og granitt-delen av Finse. Foto: Unni Vik

Sedimentbergartene ble kraftig sammenpresset og foldet og sterkt omdannet slik at man sjelden finner fossiler i dem. De omdannede sedimentene finner vi som to typer av fyllitt; en mørk type nederst, og en lysere, mer kalkholdig øverst. På Hardangerjøkulen og Hallingskarvet ligger et lag av det gamle grunnfjellet på toppen, mens på de andre toppene nærmest Finse er de øvre lagene av fyllitt. Ved Haugastøl er berggrunnen fattig, og består av gammelt grunnfjell. Langs vannsigenene blir næring fra rikere dalsider (fyllitt) lengre oppe fraktet nedover. De samme forhold gjør seg gjeldende i bunnen av Finsedalen (Fig. 5 og 6).

Særlig på nordsiden av dalen ved Finse er tykkelsen av de rike fyllittlagene ganske store. De gir et godt næringsgrunnlag for plantelivet, som er meget rikere på nordsiden enn på sydsiden av dalen.

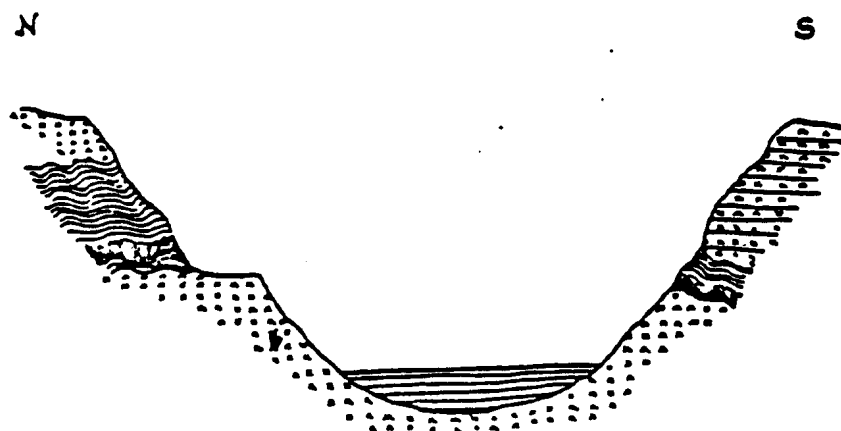
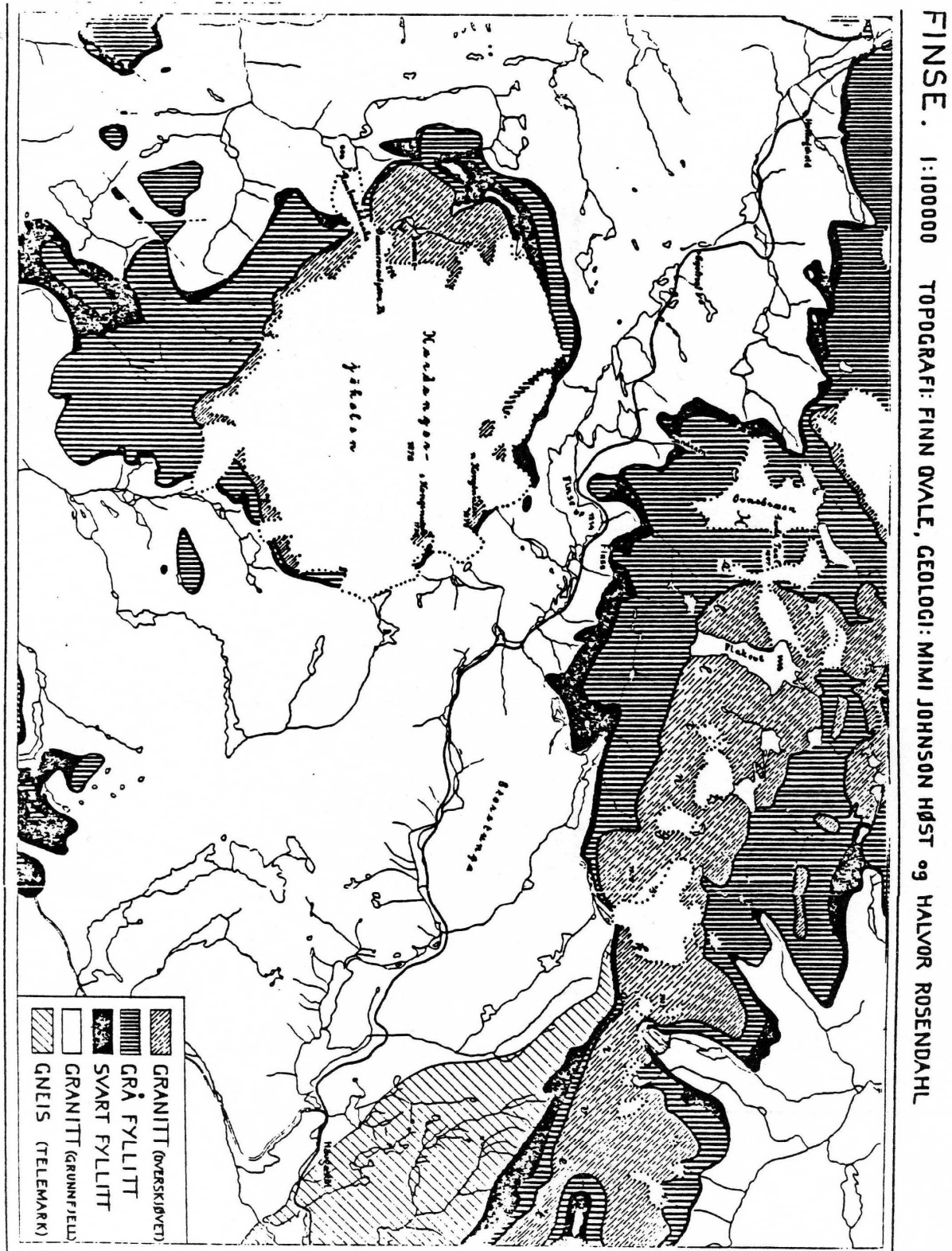


Fig. 5. Geologisk snitt gjennom Finsedalen. Finsevatnet i dalbunnen hviler på de gamle bergartene; granitt og gneiss (prikket på figuren). Høyere oppe ligger lagene av fyllitt (bølgelinjer), delt i et mørkt nedre og noe lysere øvre lag. Lagene av fyllitt er tynnere på sørsiden av dalen, hvor peneplanet er erodert til en hylle. Over fyllittlagene ligger skyvedekket av de gamle bergartene (prikket); på Hardangerjøkulen i sør og på Hallingskarvet i nord.

Fig. 5. Geologisk kart over Finse-området.



Energistrømmer

I Finseområdet faller sørhellinger sammen med områdene på nordsiden av dalen, hvor det også er rik berggrunn. I solfylte sørhellinger er det generelt større tilførsel av energi til plantene, dessuten blir det her lengre vekstsesong p.g.a. tidligere framsmelting på forsommeren. Innslaget av rikere biotoper er derfor større i sørhellinger enn i nordhellinger. I rike ller på Hardangervidda blir opptil 2.5 % av den tilgjengelige strålingen bundet i organisk materiale (planteproduksjon), mens det reduseres til 0,7 % i fattige, tørre lavheier. I gjennomsnitt for hele Hardangervidda kan man regne med en utnyttelse på 1 %. Det samsvarer godt med plantenes effektivitet i verdensmiddel. Totalproduksjonen av planter i rike høystaude-vierkratt kan komme opp i nesten 1 kg tørrvekt pr $\text{m}^2/\text{år}$, mens årsgjennomsnittsverdien for Hardangervidda er rundt $350 \text{ g}/\text{m}^2$ eller ca. $1400 \text{ Kcal}/\text{m}^2$ (for å regne om til joule/m^2 multipliseres kaloriverdien med 4,2). I fig. 7 er fremstilt hvordan denne energien utnyttes av de ulike trofiske nivåer i et smågnager-toppår. Mange piler er sløffet for å forenkle noe, f.eks. mangler pil fra alle grupper til CO_2 og humus

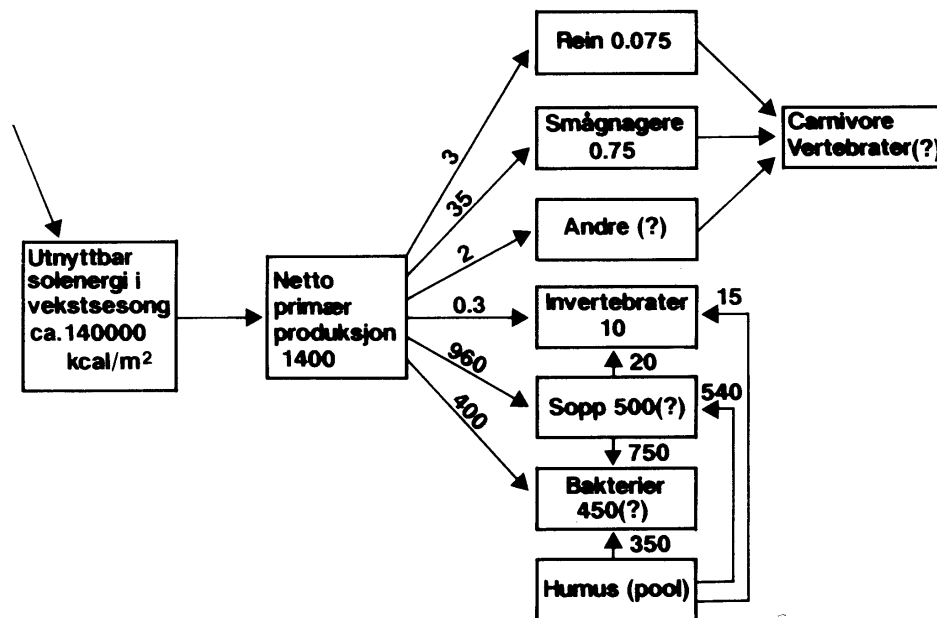


Fig. 7. Energistrøm i kcal/m^2 i et gjennomsnittshøyfjellssamfunn på Hardangervidda i et maksimum smågnagerår. (Tallene på pilene angir hvor mye energi som går fra et trofisk nivå til ulike ledd innen neste nivå. Tallene i "boksene" angir hvor mye energi pr. m^2 som er bundet i biomassen av vedkommende organismegruppe).

Primærsuksesjon på morenemark

Blåisen.

Blåisen er en utløper av Hardangerjøkelen. Dagens breer hadde sin maksimale utstrekning omkring år 1750, senere har de p.g.a. bedret klima vært i tilbakegang. Når en bretunge ligger på samme sted over flere år, vil det dannes en endemorene. Den ytterste av endemorenene ved Blåisen er fra ca. år 1750, og er svært fremtredende i den vestre delen av området. I en sone fra 1750-morenen og innover mot bretungen sees flere endemorener dannet i ulike tidsrom etter 1750. Den innerste endemorenen er fra 1934. Fra 1930-årene og til i dag har det skjedd en markert klimaendring med høyere sommertemperaturer, og breen har trukket seg så raskt tilbake at det ikke er blitt tid til dannelse av nye endemorener. Området mellom 1934-morenen og bretungen er preget av enkelte radiære morener. Morenene i Blåisenområdet er datert dels ved historiske data, dels ved ¹⁴C-datering og dels ved lichenometri.

At breen på denne måten har trukket seg tilbake, har gitt mye frigjort mark for nykolonisering. Vegetasjonsutviklingen på nylig blottlagt mark er i første rekke et resultat av tidsfaktoren. Andre faktorer som spiller inn, er jordsmonn, fuktighet og snødekke. pH i nylig blottlagt morenemateriale er svært høy, ofte > 8. Morenematerialet er usortert, dvs. det inneholder alle mulige kornstørrelser. På grunn av utvasking av finmateriale synker pH etterhvert, men stabiliseres ettersom man nærmer seg den konsoliderte vegetasjonen utenfor moreneryggene. Ulike snødekke- og fuktighetsforhold mellom topp og bunn på en morenerygg skaper store forskjeller i vegetasjonsutformingen, både hva gjelder artssammensetning og tetthet av artene.

Morenevegetasjonen er preget av ustabilitet, og plantedekket er variert. Vegetasjonen forandres over tid. Det foregår en suksesjon:

Pionerplanter → samfunnstyper (konsolideringsfase) → klimaksvegetasjon

Pionerplantene er de første innvandrere på den blottlagte morenemarken. Eksempler her er bl.a. fjellbunke, fjellskrinneblom og tuesildre. Etter hvert utkonkurreres disse av andre arter. Vegetasjonen blir mer sammenhengende, og man begynner å skjelne ulike plantesamfunn. Etter 30-50 år nås et maksimum i artsantall, et annet maksimum ses her i området etter 150-230 år, deretter avtar artsantallet på veien mot klimakssamfunnene. Etter ca. 200 år inngår karakteristiske planter både fra klimaksgruppen og fra konsolideringssamfunnene. Av typiske arter i konsolideringsfasen skal nevnes fjellsyre og lappvier; fra klimakssamfunnene fjellkrekling, lusegras og musøre.

Avhengig av miljøfaktorene vil vegetasjonen utvikle seg mot ulike klimakssamfunn. Ved Blåisen er klimakssamfunnene kreklinghei, rabbesivhei og musøresnøleie, slik vi kan observere det i områdene omkring, utenfor 1750- morenen. Vi kan slå fast at etter 250 års suksesjon er fremdeles ikke klimaksvegetasjon nådd i området.

I appendix er vedlagt eksempel på botaniske registreringer ved ulike morenetrinn under Blåisen, Finse (E. Planter/artsliste morener).

Menneskets utnyttelse av Hardangervidda

Hvilke ressurser og hvor sterkt de har vært utnyttet har variert gjennom tidene.

Jakt

For ca. 9000 år siden ble vidda isfri. Siden reinen fulgte iskanten etter som den dro seg tilbake, kan vi regne med at reinen bebodde vidda på denne tiden. Det heter også at så lenge det er rein på vidda, så har det også vært folk der.

De eldste boplassene på Hardangervidda er Sumtangen ved Finsbergvann og Finseøya (8500 - 8000 år siden). På denne tiden regner man med at det på vidda var bare 4-5 boplasser i bruk samtidig. Hver boplass besto av 2-3 familier. Den største ressursen i matveien på denne tiden var rein. Årsaken til at reinen ble beskattet så kraftig skyldes at den var lett å jage og forekom i store flokker som benyttet faste trekkruter. Reinen ga også folket det de trengte for å klare seg, mat, klær og redskap. Jaktmetoden som ble benyttet var sannsynligvis en enkel form for drivfangst. For å variere kosten litt, har dette jegerfolket også båret fisk inn til fjellvannene. Dette vises ved at man har funnet ørretbein ved de gamle boplassene.

Jegerfolket var stadig på flyttefot og besto oftest av smågrupper på 3-6 personer. Redskapene som ble benyttet, var av stein og bein. På vidda er det funnet forholdsvis få flintrester, men mye kvarts og bergkrystall-redskaper. Dette viser at de benyttet de bergartene som var tilgjengelige i området. Kvarts og bergkrystall har mange av de samme egenskapene som flint. Sjøl om det ikke er fullt så hardt materiale, er det en utmerket erstatning.

Når folketallet vokste, vokste også behovet for kjøtt. Flere folk og større kjøttbehov førte sannsynligvis til utbygging av større fangstanlegg. Disse anleggene krevde mange jegere, men ga også rikt utbytte. Man regner med at drivfangstanleggene ble bygd for ca. 1500 år siden og varte helt opp til svartedauen (1349). Samtidig med drivfangsten drev man sannsynligvis også med jakt ved hjelp av dyregraver. Når drivfangsten ble umuliggjort på grunn av få folk, ble det dyregravene som overtok. Dyregravenes betydning vises ved at de er nevnt i Magnus Lagabøters landlov fra 1274. Flere steder var denne jaktformen i bruk helt fram til 1700-tallet. Da ble reinsjakten begrenset ved lov. Reinstammen var så liten at den ble fredet i 1730. Nedgangen i reinstammen skyldtes mye at man på 1600-tallet tok i bruk skytevåpen. Reinsjakt er også i dag en betydelig ressurs som bringer store kjøttmengder ned fra fjellet. Det ble i 1983-84-85 gjennomsnittelig fraktet ut ca. 7000 reinsdyr i året, dette tilsvarer ca. 200 tonn kjøtt. Ved siden av reinsjakt blir det også høstet store mengder rype og fisk. I jaktåret 1983-84 ble det felt ca. 630000 ryper i Norge.

Seterdrift

For ca. 5000 år siden begynte et begrenset husdyrhold å gjøre seg gjeldende her i landet. Først i lavlandet, men det spredde seg også til folkene som utnyttet vidda. Buskapen var ikke større enn at den kunne være med på de stadige forflytningene.

Vi vet at alt for 4000 år siden hadde folk med seg husdyra til fjells, og sannsynligvis har fjellbeitene vært utnyttet helt siden denne tiden. I begynnelsen var nok utnyttelsen liten, men etter som folketallet økte, ble også fjellbeitene mer betydningsfulle. Fra 1300-tallet er det beskrevet tvister om beiteretter og stølsveier. Størst utnyttelse av fjellbeitene hadde vi på 1800-tallet. På slutten av 1700-tallet ble Finseområdet benyttet til setring av folk fra Osa i Ulvik. Det tok hele to dager å få husdyra hit opp. Utvandringen til Amerika førte til at folketallet sank, og setringen trakk seg igjen ned mot bygdene. På Finse var det setring fram til 1959.

Korndyrking ser ut til å komme i bruk for ca. 4000 år siden. Også her var det først og fremst i lavlandet at jordbruket startet. Husdyrhold og korndyrking førte til mer permanente boplasser, noe som også påvirket bruken av vidda. Man regner med at overgangen fra ikke fast bopel til fast bopel skjedde i perioden 5000 til 2500 år siden. Overgangen til bondelivet gjorde også sitt til at familiegruppene vokste.

Jernutvinning

Når kunnskapen om utvinning og bruken av jern kom, ble det fart i utformingen av effektive redskaper. Felling av trær til husbygging, redskaper til å bearbeide jorda med, båtbygging o.s.v. Kjennskapen til jernet regner en med kom for ca. 2500 år siden, men større jernvinning skjedde først seinere. Utnyttelsen av myrmalm på vidda skjedde i stor målestokk, blant annet ved Møsvatn i Rauland og ved Instestølen ved Vøringsfossen. Rundt Møsvatn ligger ca. 1400 jernvinningsplasser. Plassene ligger i bjørkebeltet fordi man var avhengig av trekull for å smelte ut jernet. Utvinningen av jern i dette området har sannsynligvis foregått fra 1500 til 800 år siden. I dette området har det i samme periode også blitt drevet storstilt jakt på rein, noe store beinhauger vitner om.

Ferdsel

Ferdsel på vidda er like gammel som steinalderjegeren. Noe større trafikk og faste ferdselsruter (sleper) startet nok ikke før vi fikk mere permanente boplasser og fast setring. Faste veier mellom Øst- og Vestlandet ser ut til å oppstå rundt folkevandringstiden og var i fast bruk på 5-600 tallet. Seinere har deler av disse slepene blitt utbedret, og nye veier har blitt bygd.

Industriamfunnet

Fra 1800-tallet og fram til i dag har det skjedd store forandringer i landet, fra jordbruk, skogbruk og fiske, til industri og servicenæringer. Den moderne industri sitt inntog på vidda hadde sitt største gjennombrudd ved utnyttelsen av vannkraft til elektrisitet. Dette startet rundt 1900 og eter seg den dag i dag lenger og lenger inn på vidda. Med utbygging av veinett som førte til lettere adkomst til vidda, gjorde også turismen sitt inntog. I 1868 ble Den Norske Turistforening dannet. Denne foreningen lagde merkede stier rundt om på vidda og bygde opp overnattingssteder. Når Bergensbanen ble åpnet i 1909, ble det en kraftig økning i turismen i området. Økt turisme fører også til oppblomstring av hoteller og større utbyggingsprosjekter som f. eks. alpinanlegg og dannelsen av hyttebyer.



Finsevannet med Turistforeningens hytte.

Litteratur

- Bolstad, G., Dommasnes, L. H., Kaland, S. H. H., Mandt, G. & Solberg, B. 1982. Frå fangst til fossekraft. Om bruken av , Hardangervidda gjennom 8000 år. Historisk museums skrifter, Bergen.
- Dahl, E. 1984. En oversikt over plantesamfunn på Finse. Rapporter fra Høyfjellsøkologisk forskningsstasjon, Finse, Norge 1984 1:1-30.
- Dahl, E. 1986. A survey of the plant communities at Finse, Hardangervidda, Norway. Rapporter fra Høyfjellsøkologisk forskningsstasjon, Finse, Norge 1986 1 :1-37.
- Fremstad, E. & Elven, R. 1987. Enheter for vegetasjonskartlegging i Norge. Økoforsk utredning 1987 (1).
- Fægri, K. 1967. The plant world at Finse, Norway. Botanical Museum, Bergen, 40 pp.
- Gjærevoll, O. 1973. Plantegeografi. Universitetsforlaget, Trondheim - Oslo - Bergen - Tromsø.
- Hesjedal, O. 1973. Vegetasjonskartlegging. Landbruksbokhandelen, Ås.

- Rønning, O. I. 1972. Vegetasjonslære. Universitetsforlaget Oslo- Bergen- Tromsø.
- Sonerud, G. A. 1982 a. Fugl og pattedyr i Atnas nedbørfelt. Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer. UiD, Rapport 43.
- Sonerud, G. A. 1982 b. Fugl og pattedyr i Grimsas nedbørfelt. Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer. UiD, Rapport 48.
- Sømme, L. 1987. Insektenes suksess. Universitetsforlaget.
- Østbye, E. (ed.) 1975. Hardangervidda, Norway. In: Rosswall, T. & Heal, O. W. (eds.) Structure and Function of Tundra Ecosystems. Ecol. Bull. (Stockholm) 20: 225-264.
- Østbye, E. & Mysterud, I. 1982. Høyfjellsøkologi. En innføring til kursbruk. Høyfjellsøkologisk forskningsstasjon, Finse. Universitetene i Bergen og Oslo. 444 pp.
- Østbye, E. 1987. Nyttieverdi av vegetasjonskart i viltområdekartlegging: hva vet vi, og hva ønsker vi å vite. Viltrapport 43: 5-14.
- Østbye, E., Steen, H., Framstad, E. & Tveite, B. 1989. Er det noen sammenheng mellom klimavariasjoner og smånagersvingninger? Fauna 42: 147-153.

Feltmetoder, A - H

A) Stedsbeskrivelse:

Følgende opplysninger noteres (vedlegg A - Stedsbeskrivelse):

- 1) Dato
- 2) Geografisk sted
- 3) Kommune
- 4) Fylke
- 5) Rutetilvisning (UTM-referanse) (se forklaring nederst på hovedkartserien til statens kartverk. Finse ligger på kartblad 1416 II)
- 6) Høyde over havet. Denne kan tas fra kartet. Eventuelt kan høydemåler brukes.
- 7) Terrengets helning i grader. Kan måles med klinometer.

8) Eksposisjon, dvs. i hvilken himmelretning terrenget heller. Kan tas fra kartet, eller ved hjelp av kompasset.

9) En foreløbig vurdering av vegetasjonstypen.

Disse opplysningene noteres vanligvis på skjemaene for linje/rute analyser (se vedlegg E - Planter).

A) Stedsbeskrivelse

Lokalitet:

Dato:

Konunune:

Fylke:

Rutetilvisning til kartverk:

Høyde over havet:

Helning:

Eksposisjon:

Vegetasjonstype:

B) Klima:

Klimaet påvirker både plante- og dyrelivet i en biotop. Når en skal undersøke de økologiske forholdene på et sted, kan det derfor være nyttig å kjenne til de lokalklimatiske forholdene på stedet. En kan da sette opp en såkalt Linkhytte (værhytte), som inneholder instrumenter for kontinuerlig måling av temperatur og luftfuktighet, nedbørsmåler m.m. En kan også opprette lettere transportable klimastasjoner som kan brukes til målinger over kortere tid. Ved hjelp av slike, kan følgende klimatiske faktorer registreres:

1) Relativ luftfuktighet (R.H.) i flere høyder over bakken. F.eks. 0 cm, 30 cm, 200 cm. En bør bruke slyngpsykrometer.

2) Temperatur. Det tørre termometeret på slyngpsykrometeret kan brukes. Dersom en ønsker observasjoner over noe tid, kan max-min termometer brukes. Det beste er termohydrograf.

3) Vindstyrke måles med anemometer. Mål i flere høyder over bakken.

4) Nedbør måles med regnmåler som bør stå ute så lenge en er i felt. Les av med jevne mellomrom, f. eks. en gang i døgnet. Sammenlign gjerne geografiske steder med noe avstand i mellom.

5) Lys. Dersom en har et fotoapparat med lysmåler, kan en ta relative målinger med dette. Ta gjerne av linsa. Bruk et mattfilter, silkepapir, e.l. for å duse ned lyset. For å kunne gjøre absolutte lysmålinger må en bruke et luxmeter.

Målingene 1-5 gjøres i den grad utstyret tillater. Sett opp en værstasjon i åpent lende og la resultatene gjelde for det området du arbeider i. Mikroklimatiske målinger tas i den grad det er interessant. Det kan være lurt å skaffe seg værdata fra nærmeste offentlige værstasjon for sammenlikning. Noter egne resultater på skjema (vedlegg B - Klima).

Lokalitet:

[illegible]

C) Overflatevann:

Det er aktuelt å undersøke dette i vegetasjonstypene myr og kilde. Innsjøanalyse tas som eget punkt G. Se på følgende parametere:

1) pH. pH-metere finnes i forskjellig utførelse. Til feltbruk anbefaler vi batteridrevne pH-metere i lomme format (pH- penner). Disse er billigere, hendigere, og enklere å bruke enn pH-metere i bordformat, og de gir rimelig gode resultater ved riktig bruk. De er også mer nøyaktige enn pH-papir, spesielt i vann med lav bufferevne.

2) Ledningsevne. Også her anbefaler vi målere i lommeformat (penner).

3) Temperatur. Forskjellige typer termometere kan benyttes.

D) Jord:

Jordprøver i forskjellige dybder tas ut med en jordprøvetaker. Ta jordprøvene og legg dem i plastposer eller plastflasker. Merk dem tydelig. Dersom jorda ikke er lagdelt, tar en bare én prøve fra hver stasjon. Dersom jorda er lagdelt, tar en prøve fra hvert lag.

1) pH i jorda: Vei inn 25 gram finjord i 100 ml plastflaske. Sett til 50 ml destillert vann. Rist i omlag 2 timer. La slammet få sige ned, og tøm løsningen over i et begerglass. Mål pH.

2) Ledningsevne: Måles i det samme vannet som i 1).

Alternativt:

Vei et stykke Al-folie. Vei inn 10g jord på folien. Ha jorda i en kolbe og tilsett 50 ml destillert vann. Kolben rystes, står 10 min, og filtreres så gjennom filtrerpapir. pH og ledningsevne måles i filtratet.

3) Vanninnhold: Vei et stykke Al-folie. Vei inn 10 g jord på folien. Folien med jord legges i varmeskap ved 105 grader i 1 time. Prøvene veies på nytt, og % vanninnhold beregnes.

4) Mengden av organisk materiale i jorda kan en finne slik: Vei opp en viss mengde tørka jord i en porselensdigel. Varm opp digelen til gløding, og la den stå slik i 15 min (event. i glødeovn ved 580 grader i 2 timer). Kjøl ned og vei. Det organiske materialet vil nå være forbrent, og en kan se hvor stor del av jordmassen det utgjorde. Resten er mineral innhold som blir regnet i % av tørrvekta.

En deler jorda inn i disse kategoriene:

Moldfattig jord - mindre enn 3 % organisk materiale.

Moldholdig jord - 3-6 % organisk materiale.

Moldrik jord - 6-15 % organisk materiale.

Organisk jord - Mer enn 15 % organisk materiale.

6) Innhold av andre stoffer:

Her viser vi til jordanalysesett fra læremiddelfirmaene.

7) Jordprofiler:

Snitt graves (feltspade). En kan gjerne velge snittet der jorda er blottlagt (veiskjæringer o.l.)

8) Temperaturgradient:

Ved siden av å måle temperaturen ved jordoverflaten kan en måle i 10 og 20 cm dybde med jord termometer.

9) Partikkel størrelse i jorda:

Tørk en viss mengde jordprøve ved 105 grader C. Finn massen (tørr vekta). Sikt materialet ved stadig mindre maskevidde. Vei partiklene i de ulike fraksjonene. Fø i vedlagt tabell (vedlegg D / Jord).

D Jord

Lokalitet	Vegetasjonstype	Jordlag	pH	Ledningsevne

Lokalitet	Vegetasjonstype	Masse før tørking	Masse etter tørking	%vann

Lokalitet	Vegetasjonstype	Masse før gløding	Masse etter gløding	%Orga nisk

Lokalitet	Vegetasjonstype	Ca++	Profiltype

Partikkelstørrelse

Lokalitet						
Maske- størrelse	g	%	g	%	g	%

E) Planter:

Vegetasjonens struktur

Plantene i et plantesamfunn vil som regel være av forskjellig størrelse og dermed danne ulike vegetasjons-sjikt. I vårt land vil man i mange vegetasjonstyper finne representert maksimalt 4 tydelige sjikt som vanligvis defineres på følgende måte:

1. Tresjikt (A-sjikt). Massnivå av grener og bladverk ligger minst 2 m over bakken (i praksis trær + større busker).
2. Busksjikt (B-sjikt). Massnivået ligger 0.8 - 2 m over bakken. Dannes hovedsaklig av buskformede trevekster og mindre trær, men høye urter og gras kan også inngå.
3. Feltsjikt (C-sjikt). Dannes av ris, urter og gras 0.1 - 0.8 m over bakken.
4. Bunnsjikt (D-sjikt). Dannes hovedsaklig av kryptogamer (moser og lav), men enkelte krypende urter inngår.

Skogssamfunn omfatter gjerne 4 sjikt, mens myrsamfunn oftest består av 2-3 sjikt. Eksempler på en-sjiktsamfunn finner vi på lysåpne bergrabber som stort sett bare inneholder moser og lav.

Vegetasjonsanalyse

Ruteanalyser:

All plantesosiologi beror på at det i naturen finnes avgrensede homogene eller relativt homogene bestand der de mest dominerende arter går igjen fra kvadratmeter til kvadratmeter i jevn blanding. Som eksempel på bestand kan nevnes myr, skogteig, engstykke. Bestandet (også kalt phytocoenose) er grunnenheten i plantesosiologien, og like bestander fra ulike lokaliteter blir slått sammen til såkalte plantesamfunn.

Når man skal beskrive og utrede plantesamfunnene i et område, tar man for seg et utsnitt av vegetasjonen ved å legge ut såkalte analyseflater eller prøveflater i bestandet. Det neste spørsmålet som melder seg, er hvor stor flate man må analysere for å få med de planteartene som hører hjemme i samfunnet. En metode til å avgjøre dette, er den såkalte minimumsarealmetoden. Man studerer sammenhengen mellom prøveflatens størrelse og antall plantearter. I praksis gjøres dette ved at man fordobler ruten størrelsen inntil antall nye arter som kommer til er meget lite eller lik null (se Fig. 8).

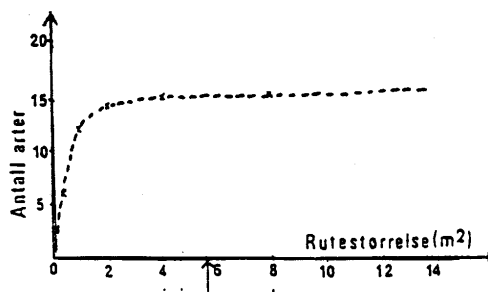
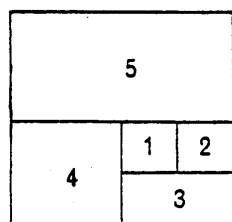


Fig.8. Rutestørrelser og dekningsgrad. - Fig.9. Sammenheng mellom rutestørrelser og artsantall (arts-areal-kurven).

Oftest benytter man rutestørrelsene 0.5, 1, 2, 4, 8 m² o.s.v. Ut fra arts/areal-kurven (Fig. 9) kan man så bestemme det såkalte minimumsareal nokså nøyaktig. I praksis velger en så en rutestørrelse som er litt større enn minimumsarealet. Dette arealet varierer avhengig av vegetasjonstypen. Erfaring viser at minimumsarealet gjerne befinner seg innenfor følgende verdier:

Barskogssamfunn 20 - 50 m²
 Løvskogssamfunn 50 - 100 m²
 Myrsamfunn 1 - 4 m²
 Fjellveg.samfunn 4 - 16 m²

Formen på prøve flaten er av mindre betydning, men i praksis velger man dem gjerne kvadratiske eller rektangulære.

BESKRIVELSE AV PRØVEFLATEN:

Når prøve flaten er valgt (tildels av instruktørene), begynner man på beskrivelse av vegetasjonen. Vanligvis følger man denne prosedyren:

- 1) Først føres opp en del standardopplysninger, både økologiske og administrative, som senere følger analysen. Av spesielle punkter skal nevnes: referansenummer, dato for analysetaking, geografisk beliggenhet, eventuell helling og eksposisjon, høyde o.h., analyserutens størrelse m.m.
- 2) Derneft begynner man på selve vegetasjonsbeskrivelsen. Dette innledes ved å angi en prosentvis totaldekning av de ulike sjiktene etter en 10-delt prosentskala, f.eks. A-sjikt: 10 %, B-sjikt: 20 %, C-sjikt: 60 %, D-sjikt: 100 %.
- 3) Videre setter man opp en fullstendig artsliste i hvert sjikt. Når samme art forekommer i flere sjikt, føres den opp flere ganger. Gran kan f.eks. forekomme både i tresjikt, busksjikt (unge planter) og feltsjikt (småplanter). Arter som ikke kan bestemmes i felt, samles inn.
- 4) Når man har skaffet seg en oversikt over alle plantearter som vokser i ruten, begynner man å gi hver planteart en såkalt dekningsgrad, der man projiserer den levende masse

avarten ned på horisontalplanet, d.v.s. bakken. Dekningsgraden for en art uttrykker hver arts samlede dekning i % av prøveflatens totale areal. Den mest benyttede metoden for å anslå artenes dekningsgrad, er den såkalte Hult-Sernander skala. Dette er en femdelt skala oppbygd på følgende måte:

- 1: dekning mindre enn 1/16 av hele ruten (8 %)
 - 2: dekning mellom 1/16-1/8 av hele ruten (8-16 %)
 - 3: dekning mellom 1/8-1/4 av hele ruten (16-25 %)
 - 4: dekning mellom 1/4-1/2 av hele ruten (25-50 %)
 - 5: dekning større enn 1/2 av hele ruten (50 %)
- +: arten forekommer meget sparsomt gjerne som sterilt individ eller som kimplante.

Alle opplysninger nevnt ovenfor skal føres opp på et eget, skjema (vedlegg E Planter/ruteanalyse). Plantene ordnes sjiktvis. Nedenfor får man et visuelt inntrykk av Hult-Sernanders dekningsgrad-skala (Fig. 10).

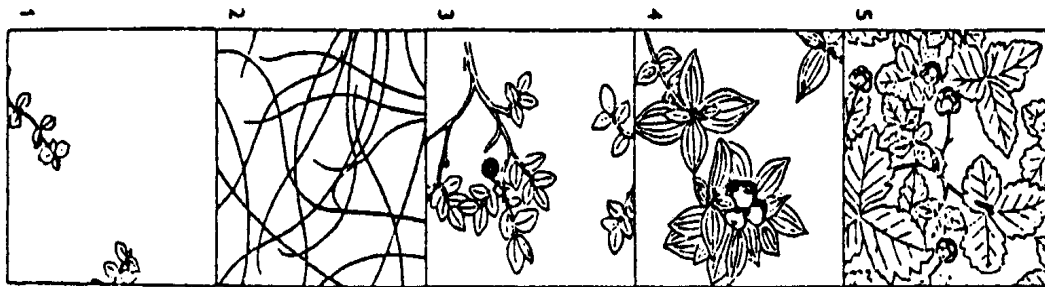


Fig.10. *Plantevekst og vurdering av dekningsgrad.*

TABELLARBEID:

Analysering utgjør første etappe i det plantesosiologiske arbeid. Når man har analysert mange prøveflater fra ulike bestand av samme type, setter man opp analysene i tabellform og ordner artene sjiktvis. Nedenfor er vist et eksempel fra 5 analyser utført i sumpgranskog (Tabell 9). For hver art regner man ut verdier for såkalt konstans og dominans (K og D).

Tabell 9. *Vegetasjonsanalyse i sumpgranskog etter Hult-Sernanders metode.*

Analysenummer	1	2	3	4	5	K	D
Tresjikt:							
Gran	5	5	4	5	5	V	5
Bjørk	-	-	2	-	-	I	2
Busksjikt:							
Gran	-	1	1	-	-	II	1
Rogn	1	-	-	-	-	I	1
Feltsjikt:							
Skogsnelle	2	4	2	4	5	V	3.4
Skogstjerne	1	1	2	1	4	V	1.8
Blåbær	-	3	-	2	-	II	2.5
Bunnsjikt:							
Sigdmose	5	4	4	5	5	V	4.6
Grantorvmose	-	2	2	1	-	III	1.6

Konstans defineres som hyppigheten av den enkelte art i en samfunnstype, dvs. hvor mange ruter vedkommende art forekommer i, i % av det totale antall analyseruter. Hyppigheten angis etter en 5-delt skala:

Konstansklasse - forekomst

I = 0-20 %

II = 21-40 %

III = 41-60 %

IV = 61-80 %

V = 81-100 %

Innen hvert sjikt ordnes artene etter avtagende konstans.

Dominans defineres som midlere dekningsgrad for en art for hele samfunnstypen, uansett hvor mange analyseruter arten ikke forekommer. Arter med lik konstans ordnes etter avtagende dominans innen hvert sjikt.

En planteart som er bundet til et bestemt plantesamfunn kalles ledeart, indikatorart, eller karakterart. Arter som bare finnes i en av to ulike plantesamfunn som sammenliknes, kalles skillearter, eller differensialarter. Slike tjener til å skille mellom to floristisk nærstående samfunnstyper.

Linjeanalyser (transektanalyser):

På myr og særlig på akkumulasjonsstrender framkommer visuelt tydelige soneringer eller belter i vegetasjonen. I slike biotoper skal vi bruke en annen metode for vegetasjonsanalyse, nemlig linje/transektanalyse. Metoden går ut på at man legger ut en eller flere linjer vinkelrett på variasjonsretningen (Fig. 11). Oppmåling foregår med meterbånd, og vegetasjonen kvantifiseres på vanlig måte i et mer eller mindre smalt bånd langsmed linjen. Samtidig skal vi foreta målinger av noen økologiske faktorer langs profilet.

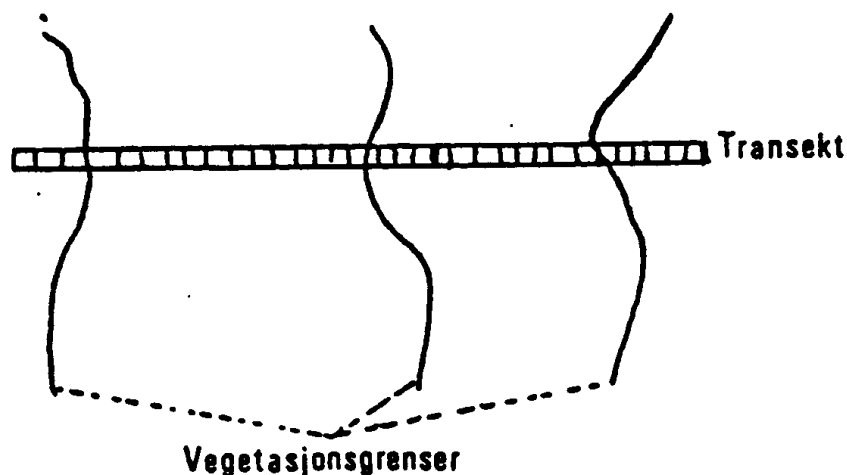


Fig.11. *Skjematisk framstilling av transektanalyse*

Man opererer med to typer transekter, 1-dimensionale og 2-dimensionale. Ved 2-dimensjonale linjeanalyser tar man hensyn til bredde av transektet. Man legger ut ruter i bredden (f.eks. 1 m²) og analyserer langs transektet. Vi skal benytte den enkleste metoden - 1-dimensjonale transekter. I et smalt belte langs den utlagte linjen analyseres vegetasjonen meter for meter.

Det er viktig å notere hvor på profilet ulike arter kommer til eller forsvinner. Resultatene fra linjeanalysen skal føres på et særskilt skjema (vedlegg E - Planter/linjeanalyse) og det skal framstilles diagrammatisk i et vegetasjonsprofil.

Hensikten med slike linjestudier er åpenbar. Man kan raskt finne fram til den nøyaktige posisjon til eventuelle grenser i vegetasjonsdekket og samtidig foreta økologiske undersøkelser av slike grenser. Materialet kan da bearbeides statistisk.

Vegetasjonskartlegging

Plantesosiologi brukt på en fornuftig måte er et utmerket hjelpemiddel til å skaffe seg oversikt over vegetasjonen på jordoverflaten. Hvis et område er systematisk plantesosiologisk undersøkt, kan man på grunnlag av de utskilte vegetasjonstyper og v.h.a. flyfoto lage et vegetasjonskart. Vanligvis lages slike kart i målestokk 1:10000.

Slike kart er av stor verdi når det gjelder arealplanlegging i kommuner. På slike vegetasjonskart kan man finne ut hvilke vegetasjonstyper man har mye av og hvilke som er sjeldne. Utbygging av arealer til byutvidelse, industri, veier, boligområder m.m. bør derfor skje på uproduktive områder eller på områder som representerer natur typer vi har store kapitaler av.

E) Planter/Ruteanalyse

Lokalitet:

Dato:

Kommune :

Fylke:

Ruteanvisning til kartverk:

Høyde over havet:

Helning:

Eksposisjon:

Vegetasjonstype:

Rutestørrelse:

[illegible]

E Planter/Linjeanalyse

Lokālitet:

Dato:

Kommune:

Fylke:

Ruteanvisning til kartverk:

Høyde over havet:

Helming:

Eksposisjon:

Vegetasjonstype:

Linjens bredde:

[illegible]

Botaniske registreringer ved ulike morenetrinn under Blåisen, Finse

ART:	MORENETRINN:			
	1750	1900	1934	1975
FJELLKREKLING	4	3	4	-
FJELLRAPP	3	3	2	3
GEITSVINGEL	3	3	3	1
ULLVIER	3	3	2	1
MUSØRE	3	2	3	1
ROSENROT	4	3	4	1
FJELLBUNKE	4	3	4	3
LAPPVIER	4	1	4	1
FJELLARVE	3	2	4	3
TUESILDRE	1	2	4	3
SVARTAKS	3	3	4	3
BREARVE	1	1	1	2
FJELLTIMOTEI	2	3	-	2
FJELLRAPP = vivipart	1	-	2	1
HARERUG	3	3	2	-
FJELLSMELLE	3	2	1	-
SØLVVIER	2	1	1	-
LUSEGRAS	4	2	1	-
FJELLØVETANN	3	2	1	-
FJELLKATTEFOT	2	3	1	-
FJELLSYRE	1	1	2	-
VARDEFRYTLE	2	1	1	-
RYNKEVIER	1	-	1	-
RØDSILDRE	1	2	2	-
MYRTEVIER	1	-	1	-
FØLBLOM	2	1	-	-
SVARTTOPP	4	2	-	-
AKSFRYTLE	4	1	-	-
FJELLVERONIKA	2	3	-	-
FJELLSVEVE	2	1	-	-
SNØULL	-	1	-	-
RYPESTARR	2	2	-	-
SETERFRYTLE	3	2	-	-

ART:	1750	1900	1934	1975
RABBESIV	1	-	-	-
FJELLKVEIN	1	-	-	-
STIVSTARR	2	-	-	-
DUSKULL	4	-	-	-
DVERGGGRÅURT	2	-	-	-
MOSELYNG	4	-	-	-
BLANKSTARR	2	-	-	-
BLOKKEBÆR	2	-	-	-
TREFINGERURT	-	1	-	-
ENGSOLEIE	-	1	-	-
ISSOLEIE	-	1	-	-
FJELLSKRINNEBLOM	-	2	1	3
GRØNNVIER	-	1	1	-
SNØSILDRE	-	-	2	-
TINDERUBLØM	-	-	1	-
ENGSMELLE	-	-	1	-
BLÅBÆR	-	-	1	-
DVERGMJØLKE	-	-	1	-
KVITMJØLKE	-	-	1	-
SETERARVE	-	-	2	1
JEMTLANDSRAPP	-	-	1	1
BERGRUBLØM	-	-	2	2
MYKRAPP	-	-	1	1
BLINDURT	-	-	1	-
JØKELARVE	1	-	-	1
TOTALT:	42	35	37	20

Tegnforklaring: 4 = funnet av alle 4 grupper
3 = funnet av 3 grupper
2 = funnet av 2 grupper
1 = funnet av 1 gruppe
- = ikke funnet

F) Dyr:

1) Barberfeller (Fallfeller):

Fellene brukes til å fange insekter og edderkoppdyr som er i eller på strølaget (Fig. 12).

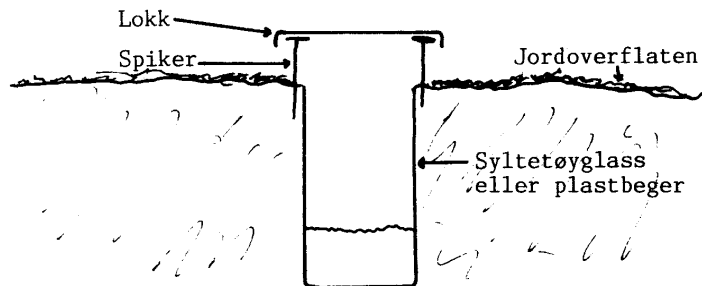


Fig. 12. Barberfelle

2) Utdriving:

Brukes til å finne dyr i jord eller i strølaget (Fig. 13).

Jordprøve til utdriving kan f.eks. tas med en blikkboks som er åpnet i begge ender. Skjær ut 2-3 cm tjukke skiver av det øverste jordlaget. På denne måten blir prøvene standardisert. Få tak i lokk som passer, og prøven oppbevares i boksen til en er tilbake på laben. Hvis ikke, bruk plastposer. Pass på at prøvene ikke tørker ut. Klem ikke på vegetasjonssiden av prøven når du skal ha den ut av boksen. Da tar du livet av dyra i strølaget. Når prøven legges i trakta, skal den ligge med vegetasjonssiden ned (opp-ned), ellers vil ikke de litt større dyra klare å trenge seg gjennom jordlaget. Prøven settes under belysning og bør stå minst 2 døgn, helst 3. Start med lampa ca 5 cm over kanten på trakta, og flytt den gradvis ned til kanten av trakta. Da får dyra tid til å orientere seg og ta seg fram før uttørkingen blir for stor.

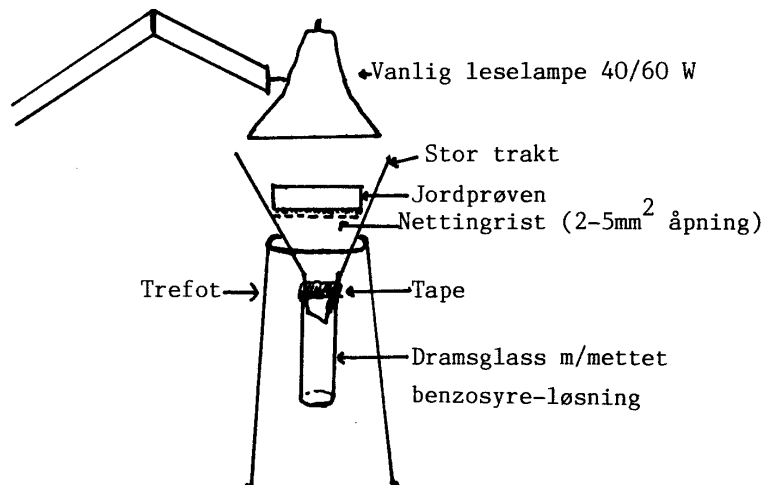


Fig. 13. Oppsett for utdrivningsforsøk.

3) Klappfeller (Musefeller):

Brukes til å fange smågnagere. Settes i linje. Potet kan brukes som åte.

Mens 1-3) er passive fangstmetoder, er 4-7) avhengig av observatørens aktivitet.

4) Plukk: En bruker fingrene eller pinsett og plukker det som observeres på vegetasjon, under steiner o.l. Drepes på drepeglass med eddiketer.

5) Exhauster: En suger småkryp, bladlus o.l., som er for små til å plukke (Fig. 14).

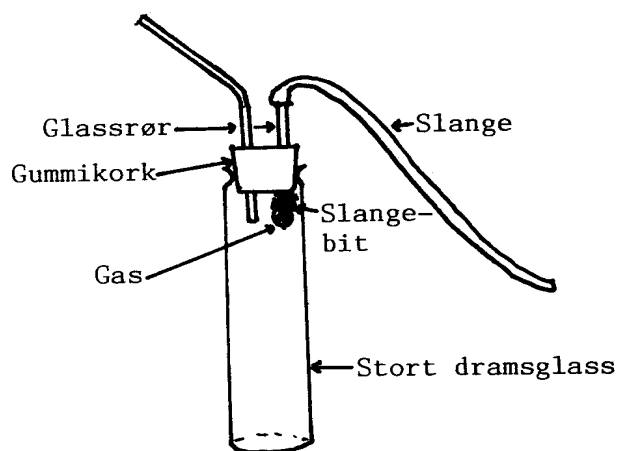


Fig. 14. Skjematisk tegning av exhauster.

6) Håv:

Insekthåv/slaghåv/insektsold.

7) Visuelle observasjoner:

Er aktuelt for større pattedyr, fugler og sportegn av disse. Kikkert kan være hjelpemiddel. Kunnskap om fuglelåter like så.

G) Innsjøanalyse:

Det er vanlig å velge prøvestasjonen ved bassengets dypeste punkt.

Fysisk / kjemiske parametre:

1) Siktedyp og farge:

Med siktedyp menes det gjennomsnittsdyp der en hvit skive (Secchi-skive) med diameter på ca 20 cm forsvinner ut av syne ved å senke den ned i vannet og der den blir synlig igjen ved heving. I den grad det er fytoplanktonet som primært innvirker på siktedypet, er det funnet en god relasjon mellom siktedyp og trofigrad. I humussjøer og bresjøer er det andre faktorer som

begrenser siktedypet. Ved å betrakte Secchiskiven på det halve siktedypet bestemmes vannfargen ut fra følgende skala: blå, grønnlig blå, blålig-grønn, grønn, grønnlig-gul, gul og brun.

2) Temperatur:

Sirkulasjonsforholdene på høyfjellet kan avvike noe fra det vi er vant til i lavlandet.

Ta temperaturen hver meter de første 10 meterne eller ned til et eventuelt sprangsjikt. Deretter holder det med hver 10 m ned til bunnen.

3) pH:

Med den økende forsureningen av vassdragene våre, blir pH en viktig parameter. Ved en full innsjøundersøkelse ville det være naturlig å ta prøver på de samme dyp som temperaturene ble tatt på. Ved mindre undersøkelser holder det med prøve fra 1 m og evt nær bunnen.

I så ionefattige vann som vi har i høyfjellet er de små digitale pH - målerne som fåes hos læremiddelfirmaene, et godt alternativ.

4) Ledningsevne (Konduktivitet):

Vi får et tallmessig uttrykk for løsningens evne til å lede elektrisk strøm mellom to elektroder med gitt areal og i en gitt avstand. Denne evnen avhenger av oppløste stoffer i ioneform, konsentrasjon, ionenes mobilitet, valens og relative konsentrasjon samt temperatur under målingen. I følge Norsk Standard bør målingene utføres ved 25 °C og angis som y_{25} i millisiemens/meter (mS/m), eventuelt etter korrigering til 25°.

Læremiddelfirmaene har flere typer ledningsevнемålere og kalibreringsvæsker i salg.

5) Kalsium

Konsentrasjonen av kalsium er avhengig av de geologiske forhold i nedslagsfeltet. Ca løses ut fra nesten alle bergarter, men konsentrasjonen er spesielt høy i vann fra kalkrike områder.

Kalsiumkarbonat er en effektiv buffer i det nøytrale og sure pH-området. Kalsium inngår i oppbygningen av skallet til f.eks skjell og snegler, og er et nødvendig nærings salt for høyere planters metabolisme. Kalsium kan være kompleksbundet til humus eller adsorbert til uorganiske partikler - særlig leirminerale. Ved lagring vil kalsium kunne felles ut av prøven.

Læremiddelfirmaene har analysesett for kalsium.

6) Alkalitet

Alkalitet defineres som vannets evne til å nøytralisere en sterk syre ved en bestemt pH-verdi. Det tas ofte som et mål for vannets innhold av karbonat og hydrogenkarbonat. I vann med lavt mineralstoffinnhold vil imidlertid andre basiske komponenter, særlig humusstoffer, influere på alkaliteten. Alkaliteten er et mål for vannets bufferevne. Dersom man ønsker denne parameteren, må man titrere. Metoden er beskrevet av Norsk Standardiseringsforbund i NS 4754

Vannundersøkelse - Alkalitet. Potensiometrisk titrering.

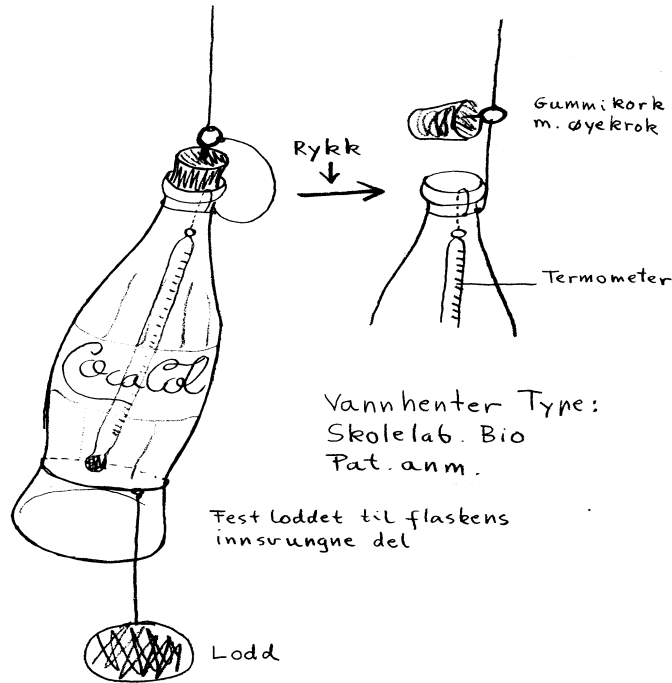
7) Fosfat og nitrat

Det er kanskje unødvendig å få bekreftet det vi allerede vet på forhånd: det er så lite tilgjengelig fosfat og nitrat i høyfjellsvann at det knapt kommer innenfor måleområdet til feltsettene som finnes hos læremiddelfirmaene.

8) Oksygen

Oksygen er det vanligvis ingen mangel på i høyfjellsvann, Det kan vises ved hjelp av et feltsett.

9) Vannhenter:



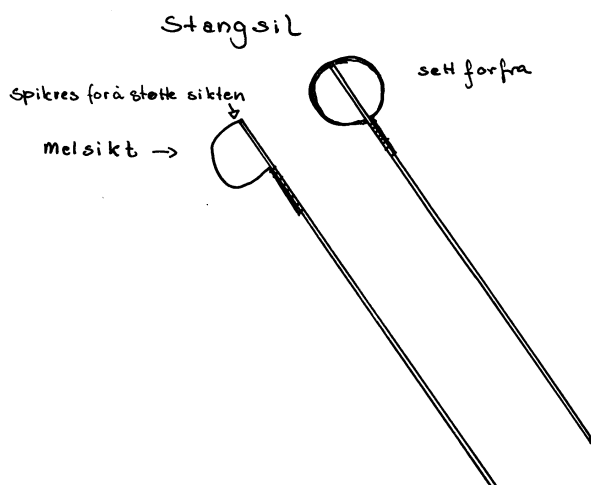
Vannhenter finnes i forskjellige utgaver. Den enkleste lager man selv (se fig.). Den fungerer helt fint. Eneste svakhet er ved påvisning av oksygenmangel. Det er vanskelig nok med kjøpehenter å hindre at oksygen fra lufta diffunderer inn.

Innsamling av dyr/planter:

1) Plankton

Til planteplankton er det nødvendig med hov med maskevidde ca 20 μm . Til dyreplankton kan denne maskevidden være litt liten. For å få med de minste larvene og hjuldyra er det bra med 45 μm . Dersom man bare har en hov på 90 μm (såvidt synlige hull) får man med en overvekt av de større formene, men de minste er også representert. Dyreplanktonbestanden kan relateres til det man vet (evt finner ut) om fiskebestanden.

2) Bunndyr



Bunndyr får man tak i ved å snu på steiner og plukke det som finnes der. I tillegg er det nyttig med en håv (hardbunn) og stangsil (bløtbunn). Disse kan kjøpes hos læremiddelfirma, eller lages meget enkelt. Silen lages ved å feste et sold til en rundstokk. Hoven syes av lyst ensfarget stoff. Veven må ikke være tettere enn at du lett ser hullene (billig gardinstoff/stores er

helt fint). Posen forsterkes rundt kanten med en løpegang av lerretstoff. Tre patentbånd (fås hos jernvaren) i løpegangen og fest det til en rund stokk.

3) Annet utstyr

Dramsglass til oppbevaring av fikserte prøver, en termos kan være fint til levende prøver. Bøtter med lokk til å frakte bunndyr, hvite plastbakker og insektspinsetter. Feltluper. Fikseringsvæske.

H) Eksempel på leksjonsopplegg i felt:

Emner:

- Forskjellige plantesamfunn fra lavalpin sone og opp til breen.
 - Innsamling av invertebrater i ferskvann fra lavalpin sone og opp til breen.
 - Sammenligning av barberfelle-fangst og håndplukk fra lavalpin sone og opp til breen.
 - Vertebraters utnyttelse av rabber vinterstid, og rike dalbunnsområder sommerstid.
- Demonstrasjon av forskjellige fuglebiotoper.

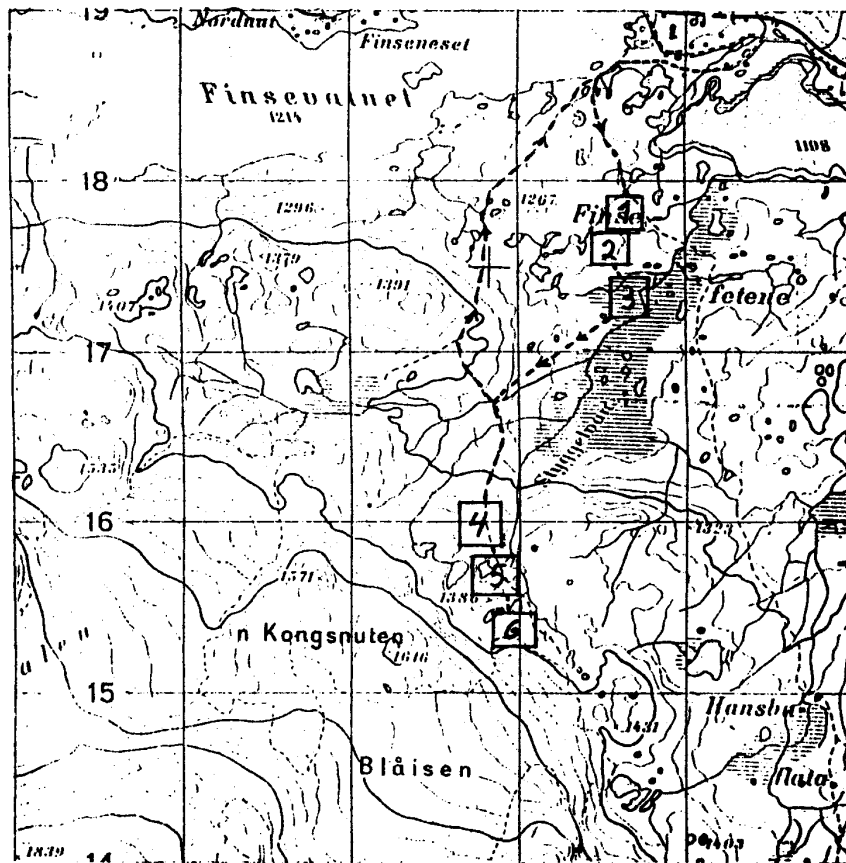
Tid: Ca. 5 timer

Sted: Finsevatn - Øvre Feter - Blåisen.

Se ekskursjonsrute.

EKSKURSJONSRUTE

Kart over ruten som skal gås. Ruten ligger på sydsiden av elva og går fra lavalpin sone og opp til breen.



Undervisningsmetode:

Feltbefaring, selvstudier, korte demonstrasjonsstopper. Inntak av tidligere utplasserte feller for invertebrater.

Hjelpemidler:

Botanikk: Målebånd, poser, spade, klinometerkompass.

Invertebrater: Ferskvannsutstyr, ekshauster, drepeglass eddiketer, dramsglass, plastposer, 70% alkohcl.

Vertebrater:

Kikkert, plastposer.

På forhånd må ekskrementer av hare, rype og rein være utlagt, samt barberfeller utsatt.

Tidsdisponering

AVMARSJ: 0845 (Gangtid 30 min.)

Stopp 1. 1 t., 20 min. (Gangtid 5 min.)	Botanikk:	Gradient Bregnesnøleie
	Vertebrater:	Klatremushabitat
Stopp 2. 15 min. (Gangtid 10 min.)	Vertebrater:	Rabbeutnyttelse Fuglebiotoper
	Fetene:	Dannelse og betydning
Stopp 3. 40 min.	Invertebrater (15 min.):	Innsamling
	Ferskvann (25 min.):	Innsamling

(Gangtid 15 min. Spisepause ved bron over Styggelva, 30 min.
Gangtid 30 min.)

Stopp 4. 5 min.	Vertebrater:	Brefremstøt 1750, fuglebiotop
Stopp 5. 40 min.	Botanikk:	Morenevegetasjon, økologisk suksesjon.
	Invertebrater:	Innsamling
	Vertebrater:	Fuglebiotoper, smågnagerbiotoper
	Ferskvann:	Innsamling
(Gangtid 5 min.)		
Stopp 6. 25 min.	Felles:	Brekanten

NEDTUR: Gangtid ca. 1 t., 20 min.

Stopp 1.

Botanikk Rabbe-snøleiegradient.

Transektanalyse rabbe-snøleiegradient. Husk målebånd, poser, spade, klinometerkompass. Deling i smågrupper på 5-6 personer. Finn representativ linje hvor vi får med flest mulig av typene nevnt langs gradienten. (Flekke av vindlavhei finnes flere steder i området. Blåbærsone ofte dårlig utviklet.) Definer bredde langs målebånd, analyser metervis. Åpent transekt i soner med liten forandring sparer verdifull tid. Demonstrer bruk av klinometerkompass for registrering av helning/eksposisjon. Hyppighet av arter: Dominant: dobbelstrek, vanlig: enkeltstrek, sparsom: stiplet.

Aktuelle punkter underveis:

Stadig stressing av de viktige økologiske faktorer for rabbe hhv. snøleie! Overfør disse tingene til enkeltartene som registreres langs transektet hvorfor artene vokser der de vokser ut fra bygningstrekk, vekstform, konkurranse etc.

Eksempler:

Greplyng: Erikoide blad - tørketilpasset, kryper langs bakken (jrf. vind).

Tyttebær: Erikoide blad, økologisk ubikvist (forklar!) mht. temperatur.

Stivstarr: Eneste vanlig art som vi finner langs hele rabbe-snøleiegradienten. Kombinasjon av økologisk ubikvist og stor konkurransekraft. Med snøienes korte vekstsesong.

Lusegras: økologisk ubikvist, finnes langs hele gradienten som stivstarr, men konkurransesvak - sparsom. Skvises både mot rabbe og snøleie, fordi den oftest blir utkonkurrert i midtre deler av gradienten der det er minst ekstreme forhold og konkurranstrykket sterkest.

Musøre og moselyng: Ofte i finmosaikk. NB: mikronisjer! Moselyng tåler ustabil jord bedre enn musøre, og vekslende dominans av disse to kan være direkte respons på grunnens stabilitet (særlig tydelig i Kvannjolnut nedenfor fuglesteinslokalitet). Demonstrer fenologi for musøre ved sammenlikning langs transektet.

Laver: Dele i chionofile og chionofobe. Generell tendens: Flest lavarter mot rabbene, men merk safranlav og snøsyl i snøleiene.

Moser: øker mot snøleiene. Demonstrer de typiske snøleiemoser snøsigdmose, snøbjørnemose og snøleiemoser. Disse har svært kort vekstsesong. Reell vekstsesong er likevel lenger enn framsmeltet periode. Avhengig av snøkonsistens kan det være nok lys gjennom snødekket til at plantene er aktive ved opp til 50 cm snøtykkelse.

Lys skjeggmoser: Økologisk ubikvist både langs snøgradienten og fuktighet-snødekkgradienten.

Jordprofil tas i krekling- eller blåbærsonen, nærmer oss podsoleringsgrensa (jfr. økt frostaktivitet, langsommere kjemisk omsetning).

Sammenlikn blåbærsonen i den nordvendte (analyserte) hellinga med tilsvarende sone på sørsida av den lille haugen - mye bredere ved sørlig eksposisjon. Nærmer oss mellomalpine forhold i nordhellinga så høyt som her. For strenge forhold for blåbær-blålynghei selv i midten av transektet - skvises ut fra begge sider.

Bregnesnøleie

Demonstrere hestespreng, steril/fertil del. Oseanisk art (definer oseanisk/kontinental!). Ikke vanlig på Finse. Arten hevdes å være kalkskyende. Svært få arter er kalkskyende fysiologisk, men mange er konkurransesvake og trenges bort fra rikere områder av den grunn. Til tross for at

hestespreng opptrer som fjellplante, er den frostømfindtlig og vokser i storsteinete urer hvor finmaterialet er utvasket, men hvor varmeabsorpsjonen fra sola er stor. Der det er nok fuktighet, kommer også fjellburkne inn. Artene gir en tett bregneførnestrø. Brunnsjikts- og andre feltsjiktarter stort sett manglende.

Vertebrater: Klatremushabitat

Kort forklaring av smånagernes overvintring.

Selve rabben med dens sparsomme snødekke er lite egnet som overvintringsplass for smånagere. Øst for rabben ligger et bregnesnøleie. Snødybden her er 2-3 m og gir svært god isolasjon. Denne skråningen ligger også delvis sydvendt slik at den sommerstid får god innstråling av sollys. Om kvelden vil de store oppvarmede steinene gi fra seg strålingsvarme så vi får her et gunstig mikroklima. Klatremusas hovedutbredelse er i blåbær-granskog, mens her oppe er bregnesnøleiet artens kjerneområde. Bregnene fungerer som vinterføde, klatremusa kutter dem opp i fyrstikkstore biter og lagrer dette i store mengder inne i ura. Også fjellrotte/markmus kan legge opp vinter lager (lager av harerug er funnet).

Stopp 2. (Høyeste punkt på rabben, 50-60 m sydover. Har her god utsikt over Øvre og Nedre Feter).

Vertebrater Rabbe

Her må det på forhånd vært utlagt ekskrementer fra hare, rype og rein.

Hvilke dyr finnes i denne sonen. Deler her opp i sommer og vinterperiode:

Sommer:

Fugl: ringtrost, gråtrost, heilo, boltitt, andre vadere, steinskvett, blåstrupe, heipiplerke, fjellrype, ravn.

Pattedyr: smånagere, fjellrev, rødrev, røyskatt, hare, rein, jerv.

Vinter:

Fugl: fjellrype, ravn. Alle småfuglene har forlatt området.

Pattedyr: fjellrev, rødrev, smånagere, røyskatt, hare, rein, jerv.

Finseområdet har stort sett en kraftig vestlig vindretning, så denne rabben vil vinterstid være nesten snøfri. Både på vest- og østsiden vil snøen ligge dyp. Beskriv hvilken betydning slike barblåste rabber har som beiteområde for rype, hare og rein. Disse artenes ekskrementer demonstreres. Området benyttes også som beiteområde for sau. Sauens ekskrementer kan ligne mye på reinens, men som oftest er reinens luktfrie. Dette skyldes at reineksekrementene stammer fra vinterperioden og har ligget så lenge at lukten har blitt vasket ut. Alle våre hjortedyr har forskjellig sommer- og vinternæring, dette gjør at ekskrementene sommer og vinterstid har forskjellig form. Vintermøkk har form som små avlange kuler, mens sommermøkka er mer utflytende.

Reinen er ikke avhengig av helt snøfrie områder, den har kraftige klauer som er godt egnet til å grave med. Man regner med at den kan lukte og grave seg ned til lav som ligger ca. 1 m under

snøen. Siden rypen og hare har små muligheter til å grave særlig dypt i snøen, følger de gjerne etter reinsflokkene og beiter der reinen har gravd fram vegetasjonen.

FETENE

Botanikk

Stadig avleiring, sedimentering av materiale. Tilfeldig etablering av arter som klarer å holde tritt med påleiring, bl.a. slike som har kraftige, krypende jordstengler (åker snelle, snøull), og pionermoser (sandgråmose, nikkemose). Mange arter som inngår slike steder, er økologiske ubikvister som er raske i etablering på blottlagt mark, men konkurransesvake i sluttet vegetasjon. Åkersnelle kan vi også finne på havstrand og som pionerart i åker og veikant. Nikkemose er en pionerart som i skog fortrenses til stubber og bergvegger, i fjellet til sedimentasjonsflater og brekanter.

Vertebrater

Kort beskrivelse av dannelsen av Fetene og våtmarkens betydning som næringsprodusent for vertebrater.

Svært produktiv flate som skyldes stadig tilførsel av næringsrikt breslam. Hele flater er forholdsvis nydannet. I 1920 var det her et grunt vann (Fetevatn) med et rikt fiske. På denne tiden drenerte Jøkulelva ut i Finsevatn. Seinere forandret den løp etter 1934 slik at breslammet ble ført ut i Fetevatnet og ga opphavet til Fetene. Dette våtmarksområdet blir ennå hver vår oversvømmet og får tilførsel av breslam, som fører til at flaten stadig hever seg.

Dette næringsrike området har også en stor insektproduksjon som trekker til seg store mengder insektetende fugler. Det mest ettertraktede byttedyret er stankelbein, et forholdsvis stort insekt som ruver på "tallerkenen". Det viser seg også at spurvefuglenes klekking faller sammen med toppen i produksjonen av stankelbein. Den næringsrike vegetasjonen gjør også at området er et ettertraktet sommerbeite for smågnagere, sau og rein.

Vinterstid er Fetene et dårlig overvintrings- og beiteområde. Snødekket er ca. 1 m og størstedelen av området er ofte oversvømmet og fryser til. Fetene hører til fuglemarkstypen vadermark.

Stopp 3

Invertebrater

De rike vegetasjonen og fuktigheten innover på Øvre Fetene gir grunnlag for et rikt insektliv. Innsamling foretas med barberfeller, som helst settes ut minst 3 dager i forveien. Angående type feller, osv, se stopp 1. Det er passende å sette ut 15-20 feller i dette området. Typisk for insektfaunaen på Fetene er store mengder av kulespretthaler og tovinger (bl.a. fjærmygg og stankelben). Løpebillen *Pelophila borealis* er et rovdyr med ettårig livssyklus. På Nedre Fetene overvintrer den i tuer langs elvebredden. Når Fetene oversvømmes fryser mange insekter inn i is om vinteren. *P. borealis* kan ligge innefrosset i mange måneder, og være like aktiv når isen tiner. Under innfrysing får billene ikke adgang til oksygen, men går over til anaerob metabolisme med

laktat som endeprodukt. Andre arter løpebiller kommer også i fellene på Øvre Fetene. *Nebria nivalis* er en av de artene som går høyest i fjellet. Om sommeren vandrer denne arten ofte innover breer og snøflekker for å spise insekter som er fanget i snøen.

Av planteetende biller finner man bl.a. snutebiller, og de eiendommelige pillebillene (fam. Byrrhidae). De kan folde ben og antenner inn i spalter på kroppen, slik at billen får form som en pille (eller kaffebønne). Både snutebiller og pillebiller spiser bl.a. mose, og er tallrike på de våte feltene. En av snutebillene - *Lepyrus arcticus* - er en av de største billeartene i Finseområdet. Larver av vannkalver går ofte i barberfellene. De trekker inn i den våte mosen for å forpuppe seg.

Ferskvann

Innsamling av invertebrater i ferskvann.

Innledning: Ferskvannsfaunaen i fjellet adskiller seg fra lavlandslokaliteter først og fremst på artsnivå. Mange av de samme gruppene som vi finner på Tomb, finner vi også på fjellet. En gruppe mangler imidlertid helt: Odonata (øyenstikkere).

Utviklingstiden øker for flere dyregrupper i fjellet p.g.a. lavere temperatur.

Produksjonen er ofte lav, alloktont materiale (tilført utenfra) utgjør en viktig del av primærproduksjonen.

Dominerende grupper av bunndyr: marflo, steinfluer, vårfluer, fjærmygg og døgnfluer. Antall og arter av bunndyr er også klart korrelert til alloktont materiale.

Formål: Se på hvilke grupper som er vanlige og hvilke som er mindre vanlige/mangler. Sammenligne med lavlandet.

Oppgave: Elevene går sammen om stangsiler og ferskvannshover og samler inn langs land. Et par horisontale hovtrekk tas også.

Stopp 4. Botaniske registreringer ved ulike morenetrinn. Planter samles inn og botanikk resultater bearbeides på laboratoriet (se vedlegg E_. Planter/artsliste morener)

EKSEMPEL

EKSKURSJONSRUTE for STUDIER av NÆRINGSRIKERE VEGETASJON

Kart over ruten som kan gås. Ruten ligger på nordsiden av elva og ligger i lav- og opp mot mellomalpin sone.

