Høgskolen i Telemark

År: **2005**

Tittel: En kvantitativ undersøkelse av ulike miljøfaktorer, i oligotrof fjellvegetasjon, med fokus på effekten av snødekket.

Forfatter: Hans Kristian Munkejord
Studentnr: Student nr. 001692

Fagkode: HIT 220 918
Oppgavetype: Masteroppgave
Studiepoeng: 60

Studium: Master i Natur-, Helse- og Miljøvern

Konfidensiell:

Avdeling for allmenne fag

Hallvard Eikas plass, 3800 Bø

Forord

Målsetningen med å skrive denne masteroppgaven var å gjøre en undersøkelse på norsk fjellvegetasjon hvor det var muligheter for eget feltarbeid. Ved å samle inn sitt eget datasett fikk en innsikt i hele undersøkelsesforløpet fra feltarbeide, tolkning av analyser og resultater, til selve skriveprosessen. Problemstilling og metode ble valgt ut fra en allerede igangsatt undersøkelse av Arvid Odland. Uavhengig av den allerede startede undersøkelsen ble denne undersøkelsen utført som et frittstående arbeide. Fordelen med å gjøre dette var at selve metoden tidligere var prøvet ut i praksis og så ut til å fungere godt.

Feltarbeidet ble gjennomført sommeren 2003 og våren 2004. Under dette feltarbeidet kunne en danne seg et bilde av prosessene som senere ble analysert og diskutert. Feltarbeidet var derfor til stor hjelp for tolkning og forståelse av resultatene. I tillegg fikk en også forståelsen av arbeidsmengde og nøyaktighet som påkreves ved slike undersøkelser.

Bearbeidingen og tolkningen av resultater krevde at en satte seg inn i fjelløkologi, statistisk programvare og tidligere arbeider. Dette var en lang prosess som krevde mye studering og modning. Men, denne prosessen var også den mest lærerike delen av arbeidet, uten å undervurdere feltarbeidet. I litteraturen fikk man innsikt i forskjellige metoder som brukes, andres tolkning av resultater og en grov oversikt over hvilke tidligere arbeider som er gjort i forbindelse med fjelløkologi.

Uten hjelpen fra en rekke personer hadde det ikke vært mulig å gjennomføre denne masteroppgaven. Jeg retter derfor en stor takk til min veileder Arvid Odland som under hele prosessen har vært meget behjelpelig. Arne Pedersen for hjelp med artsbestemmelse og utbredelse til moser. Odd Martin og Oddbjørg Steffensen for lån av hytte i forbindelse med feltarbeidet. Ingrid Høgli Henriksen for utførelse av jordprøver. Ralph Ingemar Stålberg for lån og veiledning i bruk av teknisk utstyr. Og sist men ikke minst Katrine Ruthner Kølleskov Munkejord for hjelp under feltarbeid og tålmodighet under hele skriveprosessen.

Bråskov 13. april 2005
Hans Kristian Munkejord.

INNHOLD

INNHOLD 1
SUMMARY 2
SAMMENDRAG 4
INNLEDNING 6
OMRÅDEBESKRIVELSE 7
GEOGRAFISK PLASSERING 7
TOPOGRAFI 8
KLIMA 9
BERGGRUNN OG GEOLOGI 12
VEGETASJONS SONER OG SEKSJONER 12
KULTURPÅVIRKNING 15
METODE 16
INNSAMLING AV DATA. 16
RUTEANALYSEN 16
JORDPRØVER 18
SNØMÅLINGER OG JORDTEMPERATURER 19
STATISTISK BEHANDLING AV DATASETT: 20
TRANSFORMASJON 21
NOMENKLATUR OG TAKSONOMI 22
RESULTAT 23
SNØMÅLINGER OG JORDTEMPERATURER 23
MILJØVARIABLENE 27
TWINSPAN-KLASSIFIKASJON 29
VARIASJON I MILJØVARIABLENE (PCA) 33
FLORISTISK VARIASJON I ANALYSERUTENE (DCA) 35
SAMMENHENGER MELLOM ARTSUTBREDELSE OG MILJØVARIABLER (CCA) 47
DISKUSJON 57
KLIMA VÅREN 2004 I FORHOLD TIL NORMALEN 1961-1990 57
JORDPRØVENE 58
SNØ OG VEKSTSESONG 58
KORRELASJONER MELLOM MILJØVARIABLENE 60
FORKLARINGSGRAD OG SIGNIFIKANS TIL MILJØVARIABLENE 63
TWINSPAN-KLASSIFIKASJON 64
FLORISTISK VARIASJON I ANALYSERUTENE 65
ARTERS RESPONS PÅ DE ULIKE SNØVARIABLENE 66
FORSLAG TIL FAKTORTALL FOR SNØ 67
MULIGE FEILKILDER 71
LITTERATUR 72
KART 75
INTERNETTADRESSER. 75

Vedlegg 1: Arts-data.

Vedlegg 2: Fastrute-data.

Vedlegg 3: Geologisk kart og fastrutenes posisjoner.

Vedlegg 4: Klimadata fra Midtlæger og Vågsli klimastasjon.

SUMMARY

1. The approach to the problem presented in this research study has been to investigate the response of alpine plants to varying depths of snow-covering and duration of the snow cover as well as point out different environmental gradients in oligotrof alpine vegetation.
2. The research was carried out in the Kjelatind area, just south of Haukeliseter, in the Vest-Telemark County of Norway. The investigation area is situated in the slightly oceanic section (O1) and includes vegetation zones ranging from northern boreal to middle alpine.
3. In the normal period (1961-1990) Haukeliseter snow-clearance station had an annual precipitation of 840 mm and an average annual temperature of 0.4ºC. The predominant wind direction is west-east and the investigation area lies on the watershed between West-Norway and East-Norway.
4. The sampling was stratified to cover most types of oligotrof vegetation in the investigation area. The permanent quadrates also covered the gradient from ridge to late snow patch over different expositions, slopes and heights. Totally, 82 samples were investigated, each covering a total area of 4 square metres.
5. The data material was analysed by use of numerical methods (DCA, CCA, GLM). The program package CANOCO and CANODRAW was used to carry out this analysis.
6. Snow- and soil-temperature data was collected weekly from 27 March – 17 June 2004. Based on these data, snow melting- and soil temperature-graphs were created to interpolate which days the quadrates were free of snow (S=0) and which days the soil temperatures exceeded 6ºC (T>6).
7. Within the 82 quadrates, 90 different vascular plants, 60 bryophytes (mosstaxa) and 21 lichens (lichentaxa) were found.
8. The pattern in the snow melting- and soil temperature-graphs was distinctly correlated with temperature- and precipitation-data from the two nearby climate stations Midtlæger and Vågsli. Compared with the normal of 1961-1990 the snow melting started three weeks anterior in the low alpine zone, while it was equal to normal in the middle alpine zone.
9. Early snow-bare ridges showed a slow increase in soil temperature, while quadrates lying sheltered or patched with snow had a rapid increase of soil temperature. In some cases, the soil temperatures of the snow patches were measured to over 6°C only a few cm from the edge of the snow. Ridges with a thin snow cover and a higher likelihood of ground frost were, still, significantly earlier free of snow (S=0, p=0.005) and reached a soil temperature higher than 6°C (T>6, p=0.0262) before the snow patched ground that had been protected by its cover of snow.
10. The species-dataset was divided into 5 main groups using the TWINSPAN data program.
11. DCA axis no. 1 was correlated with a complex snow-gradient, while DCA axis no. 2 was correlated to the complex gradient altitude level. The sample-scores' frequency-distribution (i.e. number of species) was slightly discontinuous along DCA axis no. 1, while the samples were more continuously distributed along DCA axis no. 2.

12. Of the 15 environmental variables used in the statistical analyses, as many as 14 were significant ($p<0.05$) according to the Monte Carlo Permutation test. The 15 environmental variables had an explanatory value of 35% of the variation of the data set.
13. By the use of the GLM together with attribute plots, indicator values for snow were proposed based on the species' response to the environmental variable S=0. Unmodal species were divided based on "the optimum snow free day", while species with a linear response were divided on the basis of the regression coefficient β_0 and β_1. An indicator value 1 (F1), F2, F8 and F9 was given to species with a linear response to S=0. Species with F1 did not occur in this investigation, F2 had a $\beta_0<40$ and a $\beta_1<-25$, F8 had $\beta_0>-100$ and a $\beta_1<70$, and F9 had a $\beta_0<-100$ and a $\beta_1>70$. The unmodal species were given values F3, F4, F5, F6 and F7, and were divided on the basis of "the optimum snow free day": F3 ≤ day 110 < F4 ≤ day 126 < F5 ≤ day 140 < F6 ≤ day 159 < F7. The "day" which divides the indicator values F3-F7 is relative, because the basis for distinguishing that "day" is the snow-melting pattern of the spring 2004.
14. Maximum snow depth (Smaks) was the variable of the GLM which gave the most significant ($p<0.05$) species of all three snow variables: Smaks, S=0 and T>6.
15. pH seems to be a good indicator for the complex snow-gradient, for oligotrophic vegetation types, because this variable had the highest correlation to the DCA axis no. 1 ($r=0.83$, $p<0.001$) as well as to the snow variables S=0 ($r=0.74$, $p<0.001$) and Smaks ($r=0.70$, $p<0.001$).

SAMMENDRAG

1. Problemstillingen i denne undersøkelsen var å undersøke fjellplanters respons på et varierende snødekke samt å påvise ulike miljøgradienter i oligotrof fjellvegetasjon.
2. Undersøkelsen ble utført i Kjelatind området, like sør for Haukeliseter, i Vest-Telemark fylke. Området lå innenfor svakt oseanisk seksjon (O1) og strekker seg fra nordboreal til mellomalpin sone.
3. I normalperioden (1961-1990) hadde klimastasjonen på Haukeliseter brøytestasjon en årsnedbør på 840 mm og en årlig gjennomsnittstemperatur på 0.4ºC. Den dominerende vindretningen var vest-øst og området ligger like i vannskillet mellom Vestlandet og Østlandet.
4. Samplingen ble stratifisert til å dekke flest mulig oligotrofe vegetasjonstyper i undersøkelsesområdet. Fastrutene dekket gradienten fra rabbesamfunn til ekstremsnøleiesamfunn ved ulike eksposisjoner, hellninger og høydenivå. Totalt ble det analysert 82 fastruter som hver var på 4 kvadratmeter.
5. Datamaterialet ble analysert ved hjelp av numeriske metoder (DCA, CCA). For å utføre disse analysene ble programpakken CANOCO og CANODRAW brukt.
6. Snø- og jordtemperatur-data ble samlet ukentlig fra 27.mars-17.juni 2004. På grunnlag av disse dataene ble det laget avsmeltings- og jordtemperatur-kurver som var grunnlaget for å interpolere hvilken dag fastruten ble snøfri (S=0) og hvilken dag jordtemperturen oversteg 6ºC (T>6).
7. Innenfor de 82 fastrutene ble det funnet 90 forskjellige karplanter, 60 moser (mosetaxa) og 21 lav (lavtaxa). Ikke alle ble bestemt til art.
8. Mønsteret i snøsmeltings- og jordtemperatur-kurvene følgte tydelig temperatur- og nedbørs-data fra de to nærliggende klimastasjonene på Midtlæger og Vågsli. Sammenlignet med normalen 1961-1990 var snøsmeltingen i lavalpin sone ca tre uker tidligere enn normalt, mens den i mellomalpin sone var uforandret.
9. Tidlig snøbare ruter (rabber) viste en treg stigning i jordtemperatur, mens ruter som lå i lesider og snøleier hadde en svært rask stigning i jordtemperatur. I noen tilfeller av de sent fremsmeltede ruter ble jordtemperaturen målt til over 6°C bare få cm fra snøkanten. Rabber med tynt snødekke og økt sannsynlighet for teledannelse var likevel signifikant tidligere snøfri (S=0, p=0.005) og fikk tidligere en jordtemperatur på over 6°C (T>6, p=0.0262) enn lesidevegetasjon til tross for lesidevegetasjonens vernende snølag.
10. Arts-datasettet ble grovt oppdelt i 5 samfunn ved hjelp av programmet TWINSPAN. Disse 5 samfunnene kunne skilles fra hverandre over de tre første aksene i DCA ordinasjonen.
11. DCA akse 1. var korrelert med kompleksgradienten "snødekke", mens DCA akse 2. var korrelert med kompleksgradienten høyde over havet. Rutescorenes frekvensfordeling (dvs. antall arter) til DCA akse 1. viste en klar diskontiunitet, mens rutene var mer kontinuerlig plassert langs DCA akse 2.
12. Av de 15 miljøvariablene som ble brukt i de statistiske analysene var hele 14 miljøvariabler signifikante (p<0.05) i Monte Carlo Permutation test. Disse 15 miljøvariablene stod for å forklare hele 35% av variasjonen i datasettet.

13. Ved bruk av GLM sammen med "attribute plots", ble det gitt forslag til faktortall for snø ut fra artenes respons til miljøvariabelen S=0. Umodale arter ble skilt fra hverandre ut fra "optimum snøfri dag", mens det for arter med lineær respons ble tatt hensyn til regresjonskoeffisientene β_0 og β_1. Faktortall 1 (F1), F2, F8 og F9 ble gitt til arter med lineær respons til S=0. Arter med F1 forekom ikke i denne undersøkelsen, F2 hadde alle $\beta_0<40$ og $\beta_1<-25$, F8 hadde $\beta_0>-100$ og $\beta_1<70$, og F9 hadde $\beta_0<-100$ og $\beta_1>70$. De umodale artene fikk F3, F4, F5, F6 eller F7 og ble skilt fra hverandre ved "optimum snøfri dag": F3 ≤ dag 110 < F4 ≤ dag 126 < F5 ≤ dag 140 < F6 ≤ dag 159 < F7. "Dag nummer" som skiller F3-F7 er relative, da utgangspunktet for disse i denne undersøkelsen er snøsmeltingen for våren 2004.
14. Maksimal snødybde (Smaks) var den variabelen i GLM som ga flest signifikante ($p<0.05$) arter av de tre snø-variablene: Smaks, S=0 og T>6.
15. pH tyder på å være er en god indikator for kompleksgradienten "snødekke", for oligotrof vegetasjon, da denne variabelen var høyest korrelert til DCA akse 1. ($r=0.83$, $p=0.001$) sammen med snø-variablene: S=0 ($r=0.74$, $p<0.001$) og Smaks ($r=0.70$, $p<0.001$).

INNLEDNING

Snødekket er en kompleks miljøfaktor som er med på å bestemme plantenes utbredelse og sammensetningen til alpin vegetasjon (Vestergren 1902, Körner 1999, Heegaard 2002). Snødekket påvirkes av faktorer som temperatur, nedbør, vind og topografi (Johnson og Billings 1962, Isard 1986, Walker *et al*. 1993).

Fjellet har mye sterk vind (Barry 1981, Isard 1986) og de fleste steder øker nedbøren med høyden over havet (Flohn 1974). Den herskende vindretning sammen med terrengets relieff bestemmer hvor snøen legges i terrenget (Vestergren 1902, Evans *et al*. 1989). Dette gjør at snødekket blir mer eller mindre konstant fra år til år selv om snømengden og fremsmeltingstidspunkt varierer (Nordhagen 1943, Gjærevoll 1956, Dahl 1957, Fridel 1961, Johnson og Billings 1962, Walker *et al*. 1995, Bilbrough og Welker 2000).

Det er stor sammenheng mellom snødekkets varighet og dybde (Sherard og Geale 1983). Varigheten til snødekket er med på å bestemme lengden på plantenes vekstsesong, og det er funnet nære sammenhenger mellom snødekkets varighet, plantedekke og planteproduktivitet (Gjærevoll 1956, Billings og Bliss 1959, Johnson og Billings 1962, Holway og Ward 1963, Helm 1982, Klug-Pumpel 1982, Ostler *et al*. 1982, Isard 1986, Kudo og Ito 1992, Kudo *et al*. 1999, Schaminée *et al*. 1992, Station *et al*.1994, Walker *et al*. 1994, Walker *et al*. 1995, Galen og Stanton 1995).

Snødekket har en isolerende effekt, og Sakai og Larcher (1987) fant en generell negativ korrelasjon mellom snødekkets mektighet og hvor dypt jorden fryser. Snødekket fungerer som vern både mot ekstreme temperaturer, vind og tørkestress (Dahl 1957, Billings og Bliss 1959, Körner 1999). I tillegg påvirker snødekket tilgjengeligheten av nitrogen (Bowman 1992), respirasjonen gjennom vinterperioden (Benedic 1990, Friend og Woodward 1990) og utviklingen av jordsmonn (Johnson og Billings 1962).

Jordtemperaturen spiller en viktig rolle for fordeling og abundans av alpine arter (Dahl 1957), selv om flere alpine arter er tilpasset et kaldt miljø (Billings 1987). Jordtemperaturen påvirker plantedekket både direkte og indirekte, ved utviklingen av jordsmonn, fordampning, mikrobiell aktivitet og tilgang på næringsstoff (se Arft *et al*. 1999). Lufttemperaturen derimot styres hovedsakelig av høyden over havet og breddegrad (Sakai og Larcher 1987, Körner 1999). Også smeltevann kan påvirke fuktighetsforhold og temperaturforhold i bakken langt utover sommeren (Gjærevoll 1956, Holway og Ward 1963, Isard 1986). Andre viktige faktorer som påvirker jordfuktigheten og jordtemperaturen sammen med snødekket, er helling, eksposisjon og jordtype (Dahl 1957, Johnson og Billings 1962, Geiger 1965, Isard 1986).

Det har vært diskutert om snøleiegradienter skyldes bare snø eller om fuktighetsgradienten i jordsmonnet egentlig er den viktigste (Poore og McVean 1957, Økland og Bendiksen 1985). Ettersom jordtemperatur og snødekket er viktige faktorer for alpine arters abundans (Dahl 1957, Heegaard 2002), er det interessant å kvantifisere betydningen av disse.

Formålet med denne undersøkelsen er å:

- Relatere planters utbredelse til ulike miljøfaktorer.
- Undersøke korrelasjonen mellom snø som økologisk variabel og andre miljøvariabler.
- Kvantifisere endringer i artsutskiftning langs miljøgradienter.
- Kvantifisere miljøvariablers bidrag til forklaring av variasjon.
- Gi forslag til "faktortall for snø" for arter som forekommer i undersøkelsen.

OMRÅDEBESKRIVELSE

Geografisk plassering

Det utvalgte feltområdet befinner seg vest i Telemark fylke. Kartbladet 1414 IV, Haukeliseter fra M711-serien, dekker det aktuelle feltområdet. Feltområdet er avgrenset med sort firkant på Fig 1. Fastrutene som er undersøkt ligger hovedsakelig i området rundt Kjelatind (1476 m.o.h.). Geologisk kart viser detaljert hvor fastrutene er plassert i terrenget (Vedlegg 3).

Fig 1. Sort firkant avgrenser feltområdet som hovedsakelig befinner seg på og rundt Kjelatind. (Kart: Landskapsdivisjonen 1994)

Topografi

Vertikalt strekker feltområdet seg fra Vesle Kjelavatn (917 m.o.h.) til Kjelatind (1476 m.o.h.). Området i tilknytning til Kjelatind utgjør det meste av feltområde. Like vest for feltområdet ligger den karakteristiske Kistenuten (1648 m.o.h.) hvor fylkene Telemark, Rogaland og Hordaland grenser mot hverandre, og Vassdalseggi (1658 m.o.h.) som er det høysete punktet i området. Fig 2., 3. og 4. gir et inntrykk av de topografiske forholdene i området.

Fig 2. Inntrykk av de topografiske forholdene fra nord. De mest karakteristiske fjelltoppene ved feltområdet er inntegnet. (Foto: 4. august 2003)

Fig 3. Snøras fra et av de bratte hengene i nordlig eksposisjon. Til tross for et stabilt vær med lite nedbør i forkant, hadde det gått flere ras i deler av feltområdet. (Foto: 26. mars 2004)

Fig 4. Kjelatind fra østsiden hvor det ligger is på Kjelatindtjønn (1324 m.o.h.) mens rabber og bratte skrenter er tydelig snøbare. (Foto: 10. juni 2004)

Klima

Klimadata er hentet fra klimastasjonene på Haukeliseter brøytestasjon (Stasjon 33960), Midtlæger (Stasjon 46510) og to stasjoner på Vågsli (Stasjon 33910 og 33890) (Fig 5 og Fig 6). Stasjonen på Haukeliseter brøytestasjon ligger tettest på feltområdet, men var bare i drift 1983-1995. Stasjonen på Midtlæger har vært i drift fra 1967 og drives fremdeles (pr. 2004). Temperatur og vinddata er hentet fra denne stasjonen (Vedlegg 4 og Fig 7). Da stasjonen avsluttet nedbørsmålinger i 1995, ble nedbørsdata hentet fra klimastasjonen på Vågsli. På Vågsli finnes det imidlertid to stasjoner, henholdsvis Vågsli (Stasjon 33890) og Vågsli II (Stasjon 33910). Stasjon nr 33910 var i drift fra 1958-1994 og ble avløst av stasjon nr 33890 som har vært i drift fra 1994 og drives fremdeles (pr. 2004). For disse stasjonene finnes det nedbørsmålinger for hele den aktuelle perioden (Vedlegg 4). Data for de tre stasjonene vises i Tabell 1.

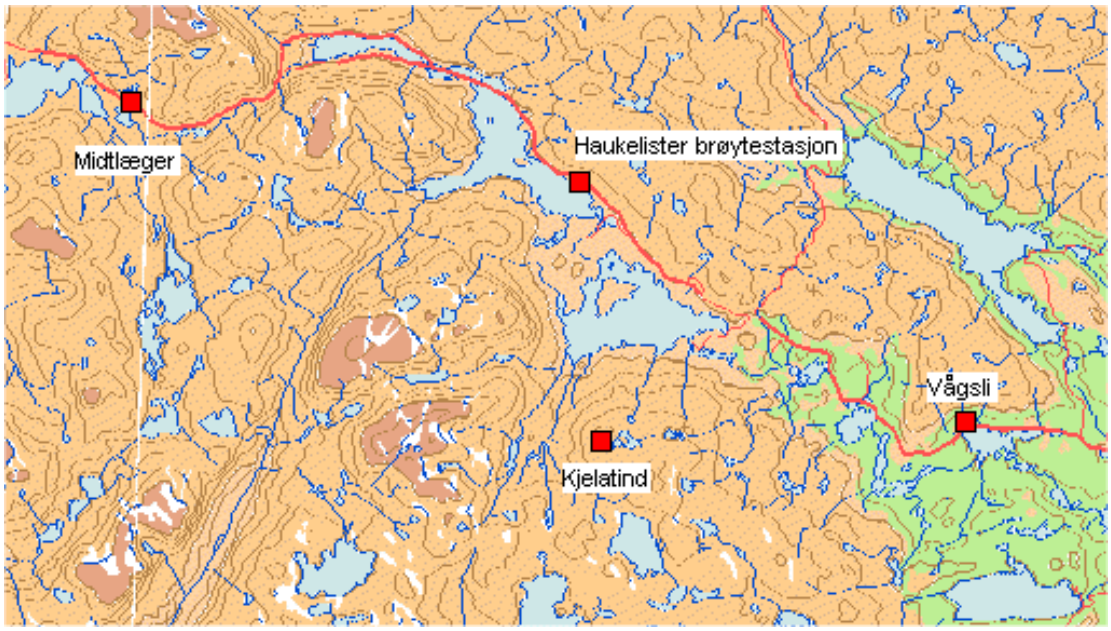


Fig 5. Geografisk plasseringen av klimastasjonene i forhold til Kjelatind. Det er ca 7 km i luftlinje mellom Midtlæger og Haukeliseter. (Kart: Statens kartverk 2004).

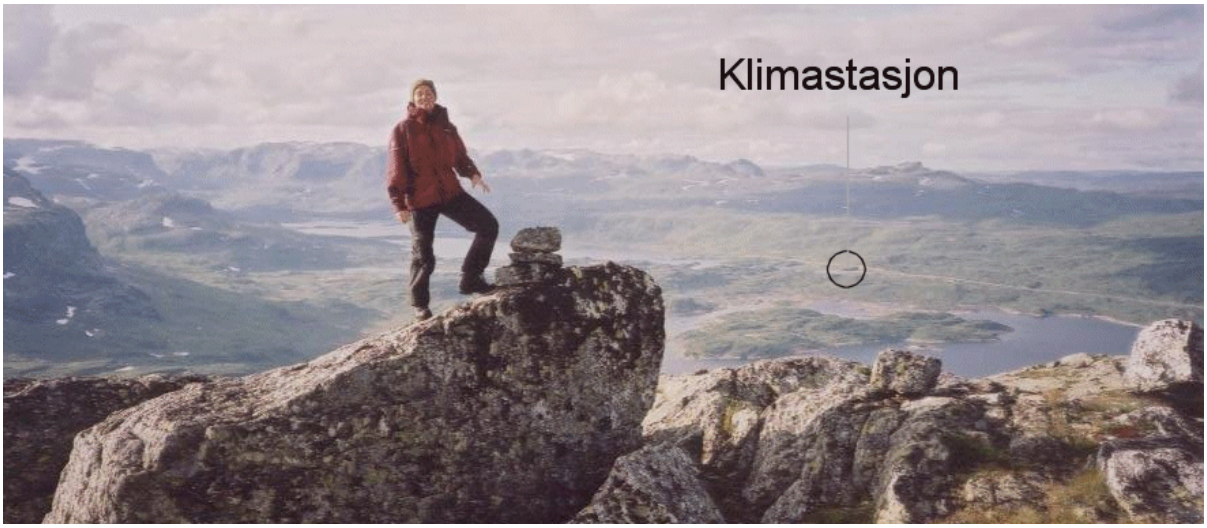


Fig 6. Fra toppen av Kjelatind 1476 mot nord. Klimastasjonen Haukeliseter brøytestasjon som ligger ved E-139 er merket med en sort ring. (Foto: 1. august 2003)

Middeltemperaturen normalperioden 1961-1990 for Haukeli brøytestasjon (1019 m.o.h.) er 0.4°C, med en månedsmiddel for januar på -8.0°C, juni 9.0°C, juli 10.0°C og august 9.0°C (Aune 1993). Haukeliseter brøytestasjon har høyere sommertemperaturer og lavere vintertemperaturer enn Midtlæger. Vågsli (822 m.o.h.) ligger under skoggrensen og har en høyere årsmiddel enn de to andre stasjonene, med en kaldere vinter og varmere vår, sommer og høst.

Nedbørsmiddel normalperioden 1961-1990 for Haukeliseter brøytestasjon er 840 mm, men en månedsmiddel for juni på 59 mm, juli 65 mm og august 83 mm (Førland 1993). Både Midtlæger og Vågsli har høyere nedbørsnormaler enn Haukeliseter brøytestasjon. Det kan derfor tyde på at Haukeliseter brøytestasjon ligger midt i vannskillet mellom Østlandet og Vestlandet.

Dominerende vindretning i feltområdet er vest-øst (Fig 7). Data som ble brukt for å lage vindrosen er hentet fra E-klima 27. august 2004 (Metrologisk institutt). Data som var grunnlaget for vindrosen for Haukeliseter brøytestasjon er fra hele perioden stasjonen var i drift (november 1983 - desember 1995, n = 6801 målinger/2.5 ⇒ n = 2720) og for Midtlæger for gjeldende feltsesong (1. august 2003 - 31. juli 2004, n=1461). Det ble foretatt henholdsvis tre vindmålinger pr. døgn for Haukeliseter brøytestasjon, og fire vindmålinger for stasjonen på Midtlæger. Av målingene som ble foretatt på Haukeliseter brøytestasjon var gjennomsnittlig vindhastighet 4.98 m/s med et standardavvik på 4.46 m/s og for Midtlæger 4.95 m/s med et standardavvik på 3.66 m/s.

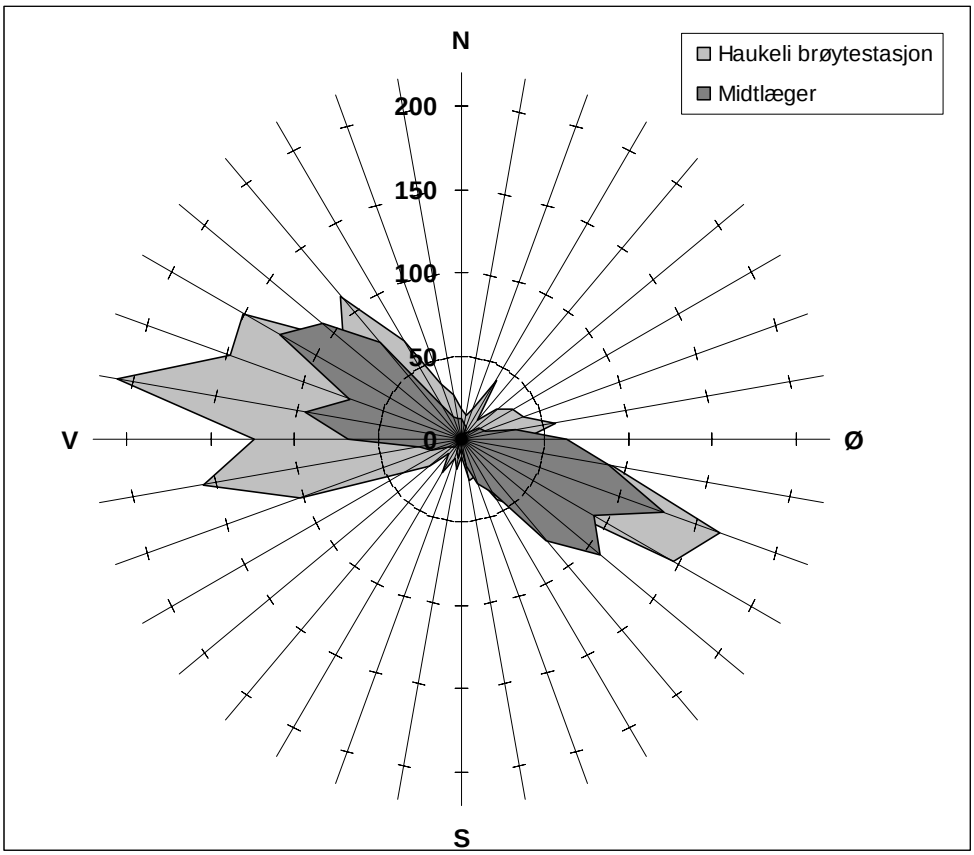


Fig 7. Vindrose over fremherskende vindretningen for Haukeliseter brøytestasjon (n=2720) og Midtlæger (n=1461). X aksen er antall målinger med vind fra den aktuelle retningen. Dominerende vindretning overlapper godt mellom de to klimastasjonene.

Tabell 1. Klimadata hentet fra E-klimas (Metrologisk institutt) database 26. august 2004. I tabellen er normalene fra de tre aktuelle målestasjoner tatt med for å danne et bilde av klimaet i området. I tillegg er et fem- og et ett-års månedsgjennomsnitt tatt med for å gi et inntrykk av de siste års klima. Detaljerte dagsmålinger for nedbør og lufttemperatur ligger som Vedlegg 4. fra september 2003 til juli 2004.

Stasjon	Navn	I drift fra	I drift til	Hoh	Kommune
33960	Haukeliseter brøytestasjon	november 1983	desember 1995	1019	VINJE
46510	Midlæger	mai 1905	-	1079	ODDA
33910	Vågsli i Vinje II	1958	desember 1994	840	VINJE
33890	Vågsli i Vinje	september 1994	-	822	VINJE

Midlere lufttemperatur (grader C)			Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Middel
Normalperiode 1961-1990	33960	Haukeliseter br.	9,0	10,0	9,0	5,5	1,5	-3,5	-6,0	-8,0	-7,5	-6,0	-2,5	3,5	0,4
Normalperiode 1961-1990	46510	Midtlæger	6,8	8,6	8,4	4,3	1,2	-3,1	-5,2	-6,4	-6,3	-5,1	-2,4	2,9	0,3
Normalperiode 1961-1990	33890	Vågsli	10,0	11,0	10,0	6,5	2,5	-3,0	-7,5	-9,0	-8,5	-5,0	-1	4,5	0,9
1998-2003 (6 år)	46510	Midtlæger	6,4	9,3	9,4	6,7	0,1	-2,5	-5,5	-5,1	-4,6	-4,4	-0,8	2,8	1,0
2003-2004 (1 år)	46510	Midtlæger	7,1	11,3	9,9	5,4	-1,1	-0,6	-4,1	-7,2	-4,9	-4,3	-0,1	3,2	1,2
2004-	46510	Midtlæger	6,0	7,9											
2003-2004 (1 år)	33890	Vågsli	10,0	13,2	11,7	7,0	-0,3	-1,1	-3,5	-9,3	-5,4	-3,8	1,6	5,9	2,2
2004-	33890	Vågsli	8,7	9,9											

Nedbør (mm)			Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	år
Normalperiode 1961-1990	33960	Haukeliseter br.	59	65	83	98	107	95	85	70	45	53	33	47	840
Normalperiode 1961-1990	46510	Midtlæger	101	110	143	187	176	108	93	84	58	75	47	68	1250
Normalperiode 1961-1990	33910	Vågsli II	68	67	91	116	133	124	120	102	72	78	42	54	1067
2003-2004 (1 år)	33890	Vågsli	83	73	37	158	44	62	123	132	52	52	36	61	911
2004-	33890	Vågsli	68	67											

Berggrunn og geologi

Geologien i feltområdet er noe sammensatt og bergartene tilhører henholdsvis Hardanger-Ryfylke dekkompleks, Hardangervidda-gruppen og Krekledyrnut-komplekset (Naterstad 1988). Hardangervidda-Ryfylke dekkompleks inneholder granittiske gneiser, kvartsitt, glimmerskifer, kvartsrik fyllitt, kvartsskifer, grågrønn fyllitt og kvartsglimmerskifer. Hardangervidda-gruppen inneholder fyllitt, kalkspatmarmor, blågrå kvartsitt og alunskifer. Krekledyrnutkomplekset inneholder granitt, granittisk gneis, grandioritt og amfibolitt. Geologisk kart Vedlegg 3. viser bergartenes sammensetning i feltområdet. Kartet er et utsnitt fra Berggrunnskart 1414 IV Haukeliseter.

Løsmasse-sammensetningen i feltområdet er etter Jansen (1983) definert som "bart fjell" og "morene". Bart fjell defineres som områder med overveiende fjell i dagen, med tynt humusdekke og lokale innslag av morene eller andre jordarter i forsenkninger i terrenget. Resten av området er definert som morene, og da vesentlig bunnmorene sammensatt av alle kornstørrelser. I sørlige del av Kjelavatn ligger et mindre parti med døismorene hvor vanligvis sand og grus dominerer. Og øst for toppen av Kjelatind ligger et større område med forvitringsmateriale/blokkhav.

Vegetasjons soner og seksjoner

Feltområdet strekker seg fra nordboreal- (subalpin) til mellomalpin sone. Disse sonene skilles ut fra abundans av ulike arter/vegetasjonstyper (*sensu* Nordhagen 1943, Gjærevoll 1956, Moen 1998).

Grensene mellom sonene settes der hvor det skjer markerte overganger i artsutbredelse. Disse vertikale avgrensningene påvirkes av eksposisjon og hellingsgrad (Odland 1996). For å fange opp denne variasjonen i sonegrensene ble flere høydemålinger gjennomført for hver grense (Tabell 2). Nordboreal sone er satt til hvor høyt bjørk *Betula pubescens* danner skog (*sensu* Fries 1913, Nordhagen 1943), da denne grensen gjenspeiler temperaturen i de varmeste sommermånedene (Odland 1996). Lavalpin sone er øvre grense for blåbærhei, einer-dvergbjørkhei og viersamfunn (Du Rietz 1925, Nordhagen 1943). Arter som har øvre grense i lavalpin sone er hengeving *Phegopteris connectilis* og småtveblad *Listera cordata* (Lid og Lid 1994, Moen 1998). I mellomalpin sone vil det være vanskeligere å finne homogene vegetasjonssoner, og innslaget av lav og gramnider øker (Nordhagen 1943, Økland og Bendiksen 1985, Moen 1998). Lesidevegetasjon forsvinner, og det er ingen tydelig differensiering mellom snøleie- og rabbesamfunn (Fig 8). Sonen avgrenses mot lavalpin sone ved mangel av blåbærhei, einer-dvergbjørkhei og viersamfunn. De mest vanlige vegetasjonstypene er grasheier og snøleier (Fremstad 1997). Vardefrytle *Luzula arcuata* ssp *confusa* er kjenneart i denne sonen (Moen 1998).

Tabell 2. Oversikt over målte høydegrenser (Hoh) mellom NB/LA og LA/MA i nordlig- (N) og sørlig (S) eksposisjon for feltområdet. Antall målinger (n) var totalt 18 stk.

Sone	Eksposisjon	Hoh	± SD	n
NB/LA	S	1076	± 5	4
NB/LA	N	1007	± 5	5
LA/MA	S	1385	± 11	4
LA/MA	N	1311	± 7	5

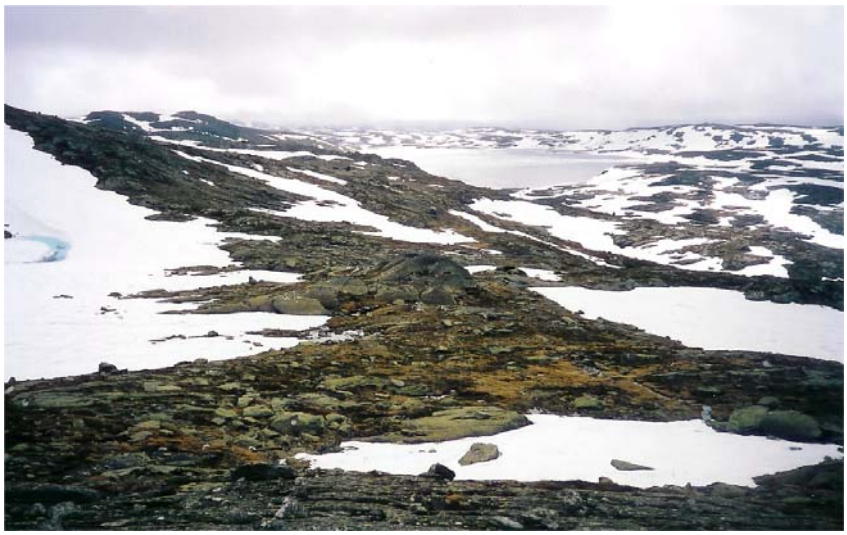


Fig 8. Viser vekslingen mellom rabber og snøleier som forekommer i mellomalpin sone. Denne vekslingen er tydeligst i det tidspunktet snøen har smeltet på rabbene. Vannet man skimter i bakgrunnen er Ingelsvatn (1240 m.o.h.). (Foto: 10. juni 2004)

Det finnes ingen plantearter eller vegetasjonstyper som er eksklusivt knyttet til O1-seksjonen, svakt oseanisk seksjon (Moen 1998). Grunnlaget for å velge seksjon O1 er ut fra forekomst eller mangel av vegetasjonstyper/utforminger hentet fra Fremstad (1997). Klimatisk skal seksjonen O1 være preget av et svakt oseanisk klima, med mellom 800-1500 mm nedbør og et middels snødekke (Moen 1998). Gjennomsnittlig årsmiddel på Haukeliseter brøytestasjon var 840 mm for normalperioden 1961-1990. Andre kjennetegn for O1-sekjonen er den karakteristiske vekslinger mellom rabber, lesider og snøleier i lavalpin sone, noe som henger sammen med at denne seksjonen har middels med snø (Moen 1998).

Tabell 3. Forekomsten av typer/ utforminger (Fremstad 1997).

Type/Utforming	Forekomst
A1 Lavskog	Mangler
A2 Bærlyngskog	Mangler
A4b Blåbærskog, Blåbær-skrubbær-utforming,	Rute nr. 1
A7a Grasdominert fattigskog, Finnskjegg-utforming	Mangler
A7b Grasdominert fattigskog, smyle-utforing	Mangler
R1b Greplyng-lav/moserabb, Lav-utforming,	Rute nr. 15, 32, 44, 62
R1d Greplyng-lav/moserabb, Mjølbær-utforming	Mangler
R2b Dvergbjørk-kreklingrabb, Reinlavutforming,	Rute nr. 5, 8, 66
R2c Dvergbjørk-kreklingrabb, Moserik utforming,	Rute nr. 11, 19, 74, 77
R5b Grasrabb, Fattig sauesvingel-utforming	Mangler
S2a Einer-dvergbjørkhei, Fattig utforming,	Rute nr. 4, 31, 36, 42, 45, 59, 72, 73
T10b Bregnesnøleie, Hestespreng-utforming,	Rute nr. 13, 14, 37, 57
T1b Grassnøleie, Smyle-fjellgulaks-utforming,	Rute nr. 33, 47, 80
T1d Grassnøleie, Blålyng-rabbesiv-utforming	Mangler
T1e Grassnøleie, rabbesiv-utforing	Mangler
T1f. Grassnøleie, Snøskjerpe-utforming	Mangler

Ut fra Tabell 3. ligger feltområdet innefor seksjonen O1 (Fremstad 1997, Moen 1998). De mest typiske vestlige arter og vegetasjonstyper mangler og svakt østlige trekk inngår. I Tabell 4., Tabell 5. og Tabell 6. er det tatt med arter med spesiell utbredelse. Alle artene ble funnet innenfor en eller flere av de 82 fastrutene.

Tabell 4. Karplanter med alpin/subalpin (N), sørlig (S), østlig (Ø) eller vestlig (V) utbredelse etter Hultèn (1971).

Navn		Utbredelse
Alchemilla alpina	Fjellmarikåpe	N
Athyrium distentifolium	Fjellburkne	N
Carex bigelowii	Stivstarr	N, V
Carex lachenalii	Rypestarr	N
Carex saxatilis	Blankstarr	N
Cassiope hypnoides	Moselyng	N
Cerastium cerastoides	Brearve	N
Cryptogramma crispa	Hestespreng	V
Deschamsia alpina	Fjellbunke	N
Diphasiastrum alpinum	Fjelljamne	N
Diphasiastrum complanatum ssp	Skogjamne	Ø
Epilobium anagalladiflorum	Dvergmjølke	N
Epilobium lactiflorum	Kvitmjølke	N
Eriophorum scheuchzeri	Snøull	N
Euphrasia frigida	Fjelløyentrøst	N
Festuca vivipara	Geitsvingel	V
Gentiana nivalis	Snesøte	N
Gentiana purpurea	Søterot	S
Omalotheca norvegica	Setergråurt	N
Omalotheca supinum	Dverggråurt	N
Hieracium alpinum	Fjellsveve	N
Juncus trifidus	Rabbesiv	N
Loiseleuria procumbens	Greplyng	N
Luzula arcuata ssp *confusa*	Vardefrytle	N
Luzula spicata	Aksfrytle	N
Oxyria digyna	Fjellsyre	N
Phyllodoce caerulea	Blålyng	N
Poa alpina	Fjellrapp	N
Salix herbacea	Musøre	N
Saxifraga stellaris	Stjernesildre	N
Sibbaldia procumbens	Trefingerurt	N

Tabell 5. Lav (lavtaxa) med alpin (N) utbredelse etter Krog (1994).

Navn		Utbredelse
Cetraria cuticullata	Gulskjerpe	N
Cetraria delisei	Snøskjerpe	N
Cetraria nivalis	Gulskinn	N
Cladonia ecmocyna	Snøsyl	N
Ochrolechia frigida	Fjellkorkje	N

Tabell 6. Moser (mosetaxa) med nordlig/alpin (N), sørlig (S), østlig (Ø) eller vestlig (V) utbredelse hvor utbredelsen er fra sterk (1) - svak (4) jf. Moen (1998) (Pers. med. Pedersen 2004):

Navn		Utbredelse
Anthelia spp	Snømose	N2
Barbilophozia atlantica	Kystskjeggmose	V3
Barbilophozia kunzeana var *plicata*	-	N2
Brachythecium refflexum	Sprikelundmose	S4
Calypogeia neesiana	Torvflak	S4
Conostomum tetragonum	Hjelmmose	N1
Gymnomitrion concinnatum	Rabbeåmemose	N2
Kiaeria blyttii	Bergforstmose	N2
Kiaeria falcata	Sigdfrostmose	N1
Kiaeria starkei	Snøfrostmose	N1
Lophozia bicrenata	Aurflik	N2
Lophozia excisa	Rabbeflik	N2
Lophozia sudetica	Raudflik	N2
Lophozia wenzelii	Skjeflik	N2
Marsupella brevissima	Snøhutremose	N1
Moerckia blyttii	Fjellsløyfe	N1
Nardia geoscyphus	Skåltrappemose	N3
Oligotrichum hercynicum	Grusmose	N3
Pleruocladula albescens	Bremose	N1
Pohlia drummondii	Raudknoppnikke	N2
Pohlia longicolla	Glansnikke	N1
Polytrichastrum alpinum	Fjellbinnemose	N3
Polytrichastrum sexangulare	Snøbjørnemose	N1
Racomitrium fasciculare	Knippegråmose	V4
Racomitrium microcarpon	Duskgråmose	Ø3
Scapania obscura	Sottvebladmose	N1
Sphagnum capillifolium	Furutorvmose	S4
Sphagnum papillosum	Vortetorvmose	S4
Sphangnum girgensohnii	Grantorvmose	S4

Kulturpåvirkning

Feltområdet blir brukt som sommerbeite for sauer. Under feltarbeidet ble det observert lite beiteskader på vegetasjonen, noe som indikerer et svakt beitepress. Det ble heller ikke observert geiter i feltområdet, selv om det like nord for hovedveien E-134 ved Steinvollen, ligger en seter hvor det holdes geiter om sommeren (Fig 1).

METODE

Innsamling av data.

Datainnsamlingen ble stratifisert til å inkludere vesentlig oligotrofe (næringsfattige) arter og vegetasjonstyper (*sensu* Nordhagen 1943, Gjærevoll 1956, Dahl 1957). Nordhagen (1943) påpekte den store likheten mellom vegetasjon i nordboreal- (subalpin) og lavalpin sone. Ruter fra nordboreal- til mellomboreal sone ble derfor tatt med i undersøkelsen. Målsetningen var å dekke gradienten fra ekstremsnøleier til snøfrie rabber, over et større geografisk område, ved ulike eksposisjoner, hellinger og høydenivå. Homogene bestander ble subjektivt valgt ut, mens selve plasseringen av prøveruten ble valgt ut tilfeldig, innenfor den homogene bestanden (Dahl 1957, Økland 1990). Homogen bestand er et relativt begrep, men her brukt om bestander som har en lik forekomst og fordeling av arter, dvs samme økologiske forhold, innen bestanden (Nordhagen 1943, Dahl 1957). Noen bestander er naturlig nok små i utbredelse og følgelig ble den tilfeldige utvelgelsen innenfor bestanden begrenset av størrelsen. Metoden ble likevel brukt fordi en ren tilfeldig utvelgelse av ruter, med utgangspunkt i ca 80 ruteanalyser, ikke ville ha fanget opp variasjonen av vegetasjonstyper i feltområdet.

Følgende data ble samlet inn fra hver ruteanalyse:

- Arts-, mose-, lav-, jord- og steindekke i prosent.
- Høyde over havet i meter (Hoh).
- Eksposisjon (Eksp).
- Helling i grader (Hel).
- Jordprøver som gav pH, moldinnhold (Mold), våtvekt (Våtv), vanninnhold (Vann), volumvekt (Volv), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg) og kalsium (Ca).
- Posisjoner ved hjelp av Global Positioning System (GPS).
- Snømaks måling (Smaks) i cm som ble utført 27. mars 2004 (dag 86).
- Snødybder målt med ca en ukes mellomrom fra 24. april-17. juni 2004.
- Dagen ruten var 100% fremsmeltet (S=0).
- Dagen hvor gjennomsnittlig jordtemperatur, fra 4 punkt i ruten, oversteg 6°C (T>6).
- Ruteanalyser i nordboreal (subalpin) til mellomalpin sone (*sensu* Nordhagen 1943, Dahl 1957).

For å redusere variasjonen i datasettet brukes følgende kriterier:

- Ikke myr (*sensu* Fremstad 1997).
- Ikke innslag av calcifile arter (*sensu* Nordhagen 1943, Gjærevoll 1956).
- Ikke rike eng- eller høystaudevegetasjon (Lactucion alpinae, *sensu* Nordhagen 1943).

Ruteanalysen

Utgangspunktet for prøveruten er 2 x 2 m store permanente ruter som tilfeldig legges ut i bestander som vurderes til å være homogene (Nordhagen 1943, Økland 1990). I noen få tilfeller ble rutene lagt ut som 1,5 x 2,67. Totalarealet på 4 m^2 er lik for alle prøverutene (Økland 1990). Fig 9. viser hvordan hver rute ble fysisk merket i terrenget med en pinne i hvert hjørne. I tillegg til fysisk merking, ble rutenes posisjoner lagret på en GPS slik at de kunne finnes igjen vinter og vår. Rutens hellingsgrad og eksposisjon ble målt med et klinometerkompass. Hoh ble målt både med GPS (feilmargin ±15 meter) og trykkhøydemåler (feilmargin ±10 meter).

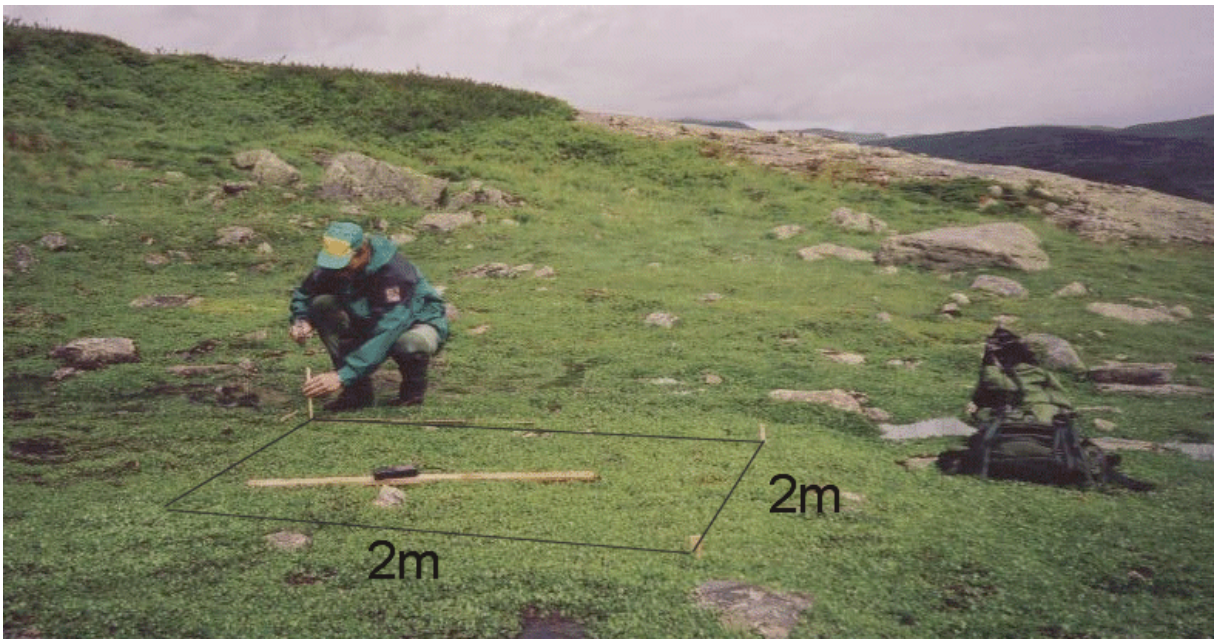


Fig 9. En 2 x 2 meter homogen rute blir merket med fire hjørne-pinner 20 juli 2003.

Prøveruten ble delt inn i fire sjikt i vertikal retning. De fire sjiktene er tresjikt (tA), busksjikt (tB), feltsjikt (tC) og bunnsjikt (tD). Avgrensningen av de fire sjiktene defineres ut fra Nordhagens (1943) kriterier:

Tresjikt (tA): Et eller flere treformede arter vokser opp til omtrent samme høyde og fletter sin krone inn i hverandre, slik at det oppstår et gren- eller bladtak, hvor assimilasjon, blomstring og fruktsetting foregår. I plantesosiologien menes et bestand som skog hvis dette "massenivå" ligger minst 2 meter over marken.

Busksjikt (tB): dannet av buskaktige vedplanter, stundom også av grener med blad og blomster, henholdsvis frukter. Høyden over marken skal minst være 0,8 meter og høyst 2 meter.

Feltsjiktet (tC): Dannet av ris, urter og gras, enten hver for seg eller i blanding.

Bunnsjikt (tD): Dannes hovedsakelig av moser og lavarter. Dette massenivå ligger nærmest marken og er gjerne 3-10 cm mektig.

Beskrivelsen av mengden arter innenfor hver rute ble subjektivt angitt i prosent dekning. Hver art kunne ha fra 0 til 100 % dekning. Dekningsprosent av stein og bar jord kommer i tillegg til de fire hovedsjiktene (tA, tB, tC og tD). Innenfor bunnsjiktet (tD) er det angitt den totale mose- og lavdekning innenfor hver rute. Og ved en eventuell forekomst av tresjikt (tA) ble også trehøyden (tH) estimert til nærmeste meter. Disse tilleggsopplysningene ble tatt med for å beskrive fastrutene bedre.

Jordprøver

For å samle jordprøver ble det brukt et stålrør med kjent volum (192,42 cm^3). Stålrøret hadde en diameter på 7 cm og en høyde på 5 cm. Det ble tatt fire stikk fra hver rute og en blandet prøve fra disse skulle representere et gjennomsnitt av ruten. Stikkene ble tatt like utenfor rutens fire hjørner for ikke å ødelegge prøveruten (Økland 1990). Volumet på den totale jordprøven fra fire stikk ble ca 769,69 cm^3. Kriteriet for jordprøvetakingen var en uke oppholdsvær i forkant av prøvetakingen for å kunne fange opp fuktighetsforholdene best mulig (Økland og Eilertsen 1993). Jordprøvene ble oppbevart kjølig, i tette plastposer, frem til veining. For å anslå vanninholdet i jordprøvene, ble prøvene veid før og etter tørking i tørkeskap. Prøvene ble tørket i en uke. Våtvekt (Våtv) og vanninhold (Vann) ble ikke dividert på volumet av jordprøven, da volumet til den enkelte jordprøven trolig varierte noe.

De tørkede jordprøvene ble analysert på Jordlaboratoriet i Bø i Telemark. Analysen ble foretatt den 17. februar 2004. Parametere som ble målt var volumvekt (Volv), moldinnhold (Mold), pH, fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg) og kalsium (Ca).

Grunnlaget for å beregne volumvekt (Volv) var å veie inn 5 ml jord fra jordprøven (m) og beregne Volv ut fra Tabell 7. Grunnen til at denne verdien må beregnes er vekten (kg/l), som ved naturlig lagring avhenger av jordtype. Jordtypen og moldinnhold ble skjønnsmessig bestemt ved uttakning av jordprøvene i laboratoriet ut fra kornstørrelse, mineralsk- og organisk innhold (Tabell 9).

Tabell 7. Beregning av volumvekt (Volv) på grunnlag av jordart.

Jordart	Beregning av Volv
Leire	0,376 * m - 0,455
Silt	0,246 * m - 0,004
Sand	0,184 * m + 0,231
Organisk jord	0,354 * m - 0,397

pH ble målt ved hjelp av et kalibrert pH-meter. 10 ml jord ble tilsatt 25 ml destillert vann og ristet til jorda var blandet med vannet. Etter henstand i et døgn ble prøvene ristet på nytt. pH ble målt etter et opphold på over 15 minutter til jorda hadde sedimentert.

For å bestemme innholdet av lettløselig fosfor, kalium, magnesium og kalsium ble AL-metoden brukt. Med lettløselig menes de forbindelser som plantene kan ta opp fra jorda over en vekstsesong.

Ekstrasjonsløsningen ble laget av 1 volumdel melkesyre og 2 volumdeler destillert vann. Løsningen ble så satt i varmeskap ved 95ºC i to døgn. Konsentrasjonen ble bestemt ved titrering med 0,5 M NaOH med bruk av fenolftalin som indikator. NaOH ble laget ut fra kjøpte ampuller. Den konsentrerte AL-løsningen ble laget ut fra 10 mol hydrolysert melkesyre og 40 mol eddiksyre som ble fortynnet med 2 l destillert vann. For så å tilsette 10 mol ammoniakk. Etter avkjøling ble løsningen igjen fortynnet til 10 l. Ekstrasjonsløsningen ble laget ved å fortynne den konsentrerte AL-løsningen 10 ganger mer. 4,00 g jord og 80 ml AL-løsning ble tilført en ekstrasjonsflaske type DURAN 100 ml. Flasken ble så ristet med en hastighet på 100 frem- og tilbakeristinger i minuttet i nøyaktig 90 minutter ved 20±1ºC. Suspensjonen ble så filtrerert umiddelbart etter risting gjennom et 125 mm foldefilter.

Innholdet av lettløselig fosfor ble bestemt ved hjelp av spektrofotometer ved bølgelengde 660 eller 700 nm. 4 ml jordekstrakt ble tilsatt 10 ml molybdat-løsning og 5 ml reduksjonsløsning. Molybdat-løsningen ble laget av 3,65 g ammoniumheptamolybdat-tetrahydrat løst i ca 200 ml destillert vann. Denne løsningen var tilsatt (til 2 l merket) i en 2000 ml målekolbe som på forhånt inneholdt 41 ml konsentrert H_2SO_4 blandet med 1 l destillert vann.

Reduksjonsløsningen var laget av 0,81 g kaliumantmon(III)oksidartrat-hemihydrat og 30,4 g askorbinsyre løst i 1000 ml destillert vann. Stamløsninger på 250 mg PO_4-P/l ble laget ut fra kjøpte standarder på 1000 mg PO_4-P/l. Omregning fra X mg P/l til mg P/100 g lufttørr jord ble gjort ut fra følgende formel (4 g jord ekstrahert med 80 ml AL-løsning):

$$mgP/100g = (X*80*100)/(1000*4) = 2*X$$

Innholdet av lettløselig kalium i jordekstrat ble bestemt ved hjelp av atomabsorsjon. Samme ekstrasjonsløsning som for fosfor ble brukt. 5 ml ekstrasjonsløsning ble tilsatt 5 ml fortynnet cesiumkloridløsning. Den fortynnede cesiumkloridløsningen inneholdt 2000 mg Cs/l og er 0,2 M med hensyn til HCl. Kalium måles med atomabsorsjon ved bølgelengde 766,5 eller 769,9 nm i en acetylen/luft-flamme sammen med standarder og blindprøve. Stamløsning på 250 mg K/l ble laget ut fra kjøpte standarder på 1000 mg K/l. Omregning fra X mg K/l til mg K/100 g lufttørr jord ble gjort ut fra følgende formel (4 g jord ekstrahert med 80 ml AL-løsning hvor filtratet fortynnes 2x med CsCl før måling):

$$mgK/100g = (X*80*2*100)/(1000*4) = 4*X$$

Det totale innhold av magnesium og kalsium i jordekstratet ble bestemt ved hjelp av atomabsorsjon. 5 ml jordekstrat ble tilsatt 5 ml fortynnet strontiumkloridløsning. Den fortynnede strontiumkloridløsningen inneholder 8000 mg Sr/l og er 0,2 m med hensyn til HCl. Magnesiun og kalsium ble målt med atomabsorsjon ved bølgelengde 285.2 eller, 202.6 nm (Mg) og 423.1 nm (Ca) i en acetylen/luft-flamme sammen med standarder og blindprøve. Stamløsning for henholdsvis magnesium og kalsium ble laget av kjøpte standarder på lik linje med stamløsningene for fosfor og kalium. Omregning fra mg/l prøveoppløsning til mg/100 g lufttørr jord ble gjort ut fra følgende formel (4 g jord ekstrahert med 80 ml AL-løsning hvor filtratet fortynnes 2x med SrCl før måling):

$$mgMg(Ca)/100g = (X*80*2*100)/(1000*4) = 4*X$$

Snømålinger og jordtemperaturer

Maks snødybde (Smaks) ble målt etter en lengre stabil periode med oppholdsvær og vind. For å lette arbeidet med å finne fastrutene ved snømålinger, ble rutene merket med en brøytestikke på ca 1 meter. Dermed kunne en måle snødybde på nøyaktig samme sted hver gang, uavhengig av GPSens feilmargin. Brøytestikken fungerte i tillegg som en etterkontroll ved fremsmelting. En kunne da korrigere fremsmeltingstidspunkt ut fra om brøytestikken lå inni eller utenfor fastruten. Som utgangspunkt skulle det måles snødybder med ca en ukes mellomrom (avhengig av vær). Jordtemperaturen ble målt samtidig som ruten smeltet frem. Jordtemperaturen ble målt med Model 307 Digital Thermometer, hvor målesonden ble stukket på skrå ned i bakken, for å måle temperaturen på ca 5 cm dybde (Fig 10). Det ble foretatt fire temperaturmålinger i hver rute hvor gjennomsnittstemperaturen og standartavviket ble beregnet (Fig 11-Fig 17).

For å finne den nøyaktige fremsmeltingsdato (S=0) og dato når jordtemperaturen oversteg 6°C (T>6) ble det laget fremsmeltingskurver og kurver over jordtemperaturen med standardavvik (Fig 11-Fig 17). Den aktuelle dagen ble subjektivt interpolert på grunnlag av fremsmeltningskurvene. Noe av grunnlaget for den subjektive vurderingen var å sammenligne andre ruter med like økologiske forhold, og ved å ta hensyn til faktorer som lufttemperatur og nedbør under innsamlingen av dataene.

Fig 10. Temperaturmåling av en delvis fremsmeltet rute (mosesnøleie), hvor den ene hjørnepinnen stikker frem. Her ble jordtemperaturen, på 5 cm dyp, målt til 0.8ºC like ved snøkanten. 10 juni 2004.

Statistisk behandling av datasett:

- TWINSPAN-klassifikasjon for å gruppere rutene etter floristisk likhet.
- Principal Component Analysis (PCA) for å finne korrelasjoner mellom de ulike miljøvariablene.
- Detrended Correspondence Analysis (DCA) for å finne miljøgradienter med utgangspunkt i artsdatasettet (Indirekte gradient analyse).
- Canocial Correspondence Analysis (CCA) for å finne miljøgradienter og forklaringsgrad, med hensyn til både artsdatasettet og miljødatastettet (Direkte gradient analyse).
- Monte Carlo Permutation Test, for å undersøke signifikansen til miljøvariablene hver for seg og samlet.
- Generalized Linear Modell (GLM) for å finne arters respons på ulike snøvariabler.
- Pearson Product Moment Correlation Coefficient for å undersøke korrelasjoner mellom miljøvariabler.
- Mann-Withney Test for å teste likhet og signifikans mellom to medianer (grupper).
- Kruskal-Wallis Test for å teste likhet og signifikans mellom tre- eller flere medianer (grupper).

To datamatriser ble satt opp. En som beskriver artenes fordeling i de ulike rutene, og en som viser miljødata for de samme rutene. Datasettet ble behandlet med numeriske metoder ved hjelp av programpakken CANOCO og CANODRAW (ter Braak og Šmilauer 2002). Dette var for å kunne påvise mulige statistisk signifikante sammenhenger mellom planteabundans og de forskjellige målte miljøfaktorene. Analysene (DCA og CCA) ble gjennomført med "defult" innstillinger, med unntak av "downweighting" av sjeldne arter og "squareroot-transformation" av dekningsgradene. PCA analysen av miljøvariablene ble gjennomført med "defult" innstillingene. Monte Carlo Permutation test ble gjennomført som både automatisk- og

manuell seleksjon under "defult" innstillinger. GLM analysene ble gjennomført med innstillingene "Quadratic" for å fange arters mellomliggende optimum og "Poisson" da dekningsgraden er anslått i prosent fra 0-100. For arter som hadde en lineær respons, ble analysen i tillegg gjennomført med "linear" i stedet for "Poisson" for å finne regresjonskoeffisientene β_0 og β_1.

For å skille ut ulike grupper i DCA ordinasjonen ble programmet TWINSPAN av Hill (1979), revidert av Oksanen og Minchin (1997), brukt. På grunn av den store variasjonen i datasettet ble det kun skilt ut noen få grupper (5 stk.), som hver omfattet flere vegetasjonstyper ifølge Fremstad (1997). Formålet med den grove inndelingen var å gi et bedre inntrykk av DCA ordinasjonen, med utgangspunkt i et variabelt datasett på 82 subjektive prøveruter. I TWINSPAN-analysen ble det valgt 6 "cut-levels" på 1, 5, 10, 20, 40 og 60. Fire "indikatorarter" ble valgt, og spp-grupper ble forkastet som "indikatorarter" med unntak av snømose spp *Anthelia* spp.

Programmene Minitab 13 og Microsoft Excel ble brukt til beregninger av beskrivende statistikk, korrelasjoner, regresjoner, Kruskal-Wallis test, Mann-Withney test og til fremstilling av noen grafer og tabeller.

Tabell 8. Måleenheter og transformasjon for de ulike miljøvariablene.

Variabel	Enhet	Måleenhet	Transformasjon
pH	pH		-
Fosfor	P	mg/100g tørr jord	log (1+x)
Kalium	K	mg/100g tørr jord	log (1+x)
Magnesium	Mg	mg/100g tørr jord	log (1+x)
Kalsium	Ca	mg/100g tørr jord	log (1+x)
Våtvekt jordprøve	Våtv	g/ 770 cm^3	log (1+x)
Vanninnhold jordprøve	Vann	g/ 770 cm^3	log (1+x)
Volumvekt	Volv	Kg/L	-
Høyde over havet	Hoh	Meter	log (1+x)
Helling	Hel	0-90°	log (1+x)
Eksposisjon	Eksp	Verdi 1-8 (se Tabell 9)	log (1+x)
Snømaks	Smaks	Dag	-
Snøfri dag	S=0	Dag	log (1+x)
Jordtempertatur	T>6	Dag	-
Moldinnhold	Mold	Verdi 1-7 (se Tabell 9)	-

Transformasjon

De statistiske analysemetodene (PCA, DCA og CCA) tar utgangspunkt i at dataene er normalfordelte. Data for Hoh, Hel, Eksp, S=0, Våtv, Vann, P, K, Mg, Ca ble derfor transformert med log(x+1) for å få variansen mindre enn gjennomsnittet. Smaks, T>6, Mold, Volv og pH ble ikke transformert da disse hadde en gjennomsnittsverdi som i utgangspunktet var større enn variansen. Tabell 8. gir en oversikt over miljøvariablenes måleenhet og hvilke som ble transformert.

Tallverdier for Eksp ble gitt på grunnlag av solinnstråling. Nord-øst fikk den laveste verdien og sør-vest den høyeste. Flatt terreng fikk mellomste verdi, lik østlig eksposisjon da disse mottar relativt samme innstråling (Isard 1986). Verdiene til variablene eksposisjon og moldinnhold vises i Tabell 9.

Tabell 9. Tallverdien (Verdi) til de ulike eksposisjoner (Eksp) og innhold av organisk materiale (Mold) som ble brukt i de statistiske beregningene.

Eksposisjon	Mold	Verdi
NØ	< 3%	1
N	3-4%	2
NV	5-12%	3
Ø, flatt	13-20%	4
V	21-40%	5
SØ	41-75%	6
S	>76%	7
SV		8

Nomenklatur og taksonomi

Nomenklaturen følger Lid og Lid (1994) for karplanter, Frisvoll *et al*. (1995) for moser og Krog *et al*. (1994) for lav.

Følgende grupper er ikke ved alle tilfeller bestemt til art, og er derfor slått sammen til spp-grupper som: snømose spp *Anthelia* spp, lundmose spp *Brachythecium* spp, vrangmose spp *Bryum* spp, glefsemose-/pistremose spp *Cephalozia/Cephaloziella* spp, begerlavgruppe spp *Cladonia* spp, sleivmose spp *Jumgermannia* spp, flikmose spp *Lophotzia* spp, hutremose spp *Marsupella* spp, rosettlav spp *Physcica* spp, jamnemose spp *Plagiothecium* spp, nikkemose spp *Pohlia* spp, tvibladmose spp *Scapania* spp, saltlavslekta *Stereocaulon* spp og løvetann spp *Taraxacum* spp.

I tillegg omfatter: lys reinlav *Cladonia arbuscula*, arten fjellreinlav *Cladonia mitis*. Og grå reinlav *Cladonia rangiferina*, arten svartfotreinlav *Cladonia stygia*.

RESULTAT

Ruteanalysene ble foretatt innenfor tidsrommet 17. juli 2003 til 4. august 2003. Artsbestemmelse av karplanter ble hovedsakelig gjort i felt, mens moser og lav fikk et midlertidig navn eller beskrivelse. Det ble for moser og lav samlet et eksemplar fra hver art til nøyaktig artsbestemmelse på laboratorie. Alle karplanter, moser og lav ble bestemt til art, familie eller slekt. Vanskelige arter ble slått sammen i grupper for å lette arbeidet. Etter artsbestemmelse fikk alle arter/grupper en endelig dekningsgrad i prosent.

Antall arter som ble funnet innenfor de 82 rutene var 90 forskjellige karplanter, 59 forskjellige moser (mosetaxa) og 21 forskjellige lav (lavtaxa). Av disse var en mulig ny norsk høydegrense for varieteten av myrskjeggmose *Barbilophozia kunzeana* var *plicata* som ble funnet på 1365 m.o.h. (pers.med. Pedersen 2003).

Snømålinger og jordtemperaturer

Snø- og temperaturmålinger ble foretatt: 26.-27. mars (86), 24.-25. april (115), 1. mai (122), 9. mai (130), 17. mai (138), 25. mai (146), 3. juni (155), 10. juni (162) og 17. juni (169). Ut fra dato ble "dag nummer", som er oppgitt i parentes, brukt i de statistiske analysene. Kurvene for både snødybde og jordtemperatur indikerer at disse varierer med klimaforholdene i den aktuelle perioden (Vedlegg 4), samt påvirkning av jordvann-temperaturen. Et visst skjønn måtte derfor brukes for å angi dato for dag snøfri (S=0) og dag hvor jordtemperaturen oversteg 6°C (T>6). Eksempel på disse avsmeltingskurvene som ble brukt for å interpolere S=0 og T>6 vises i Fig 24.-30. hvor alle de fem TWINSPAN gruppene er representert.

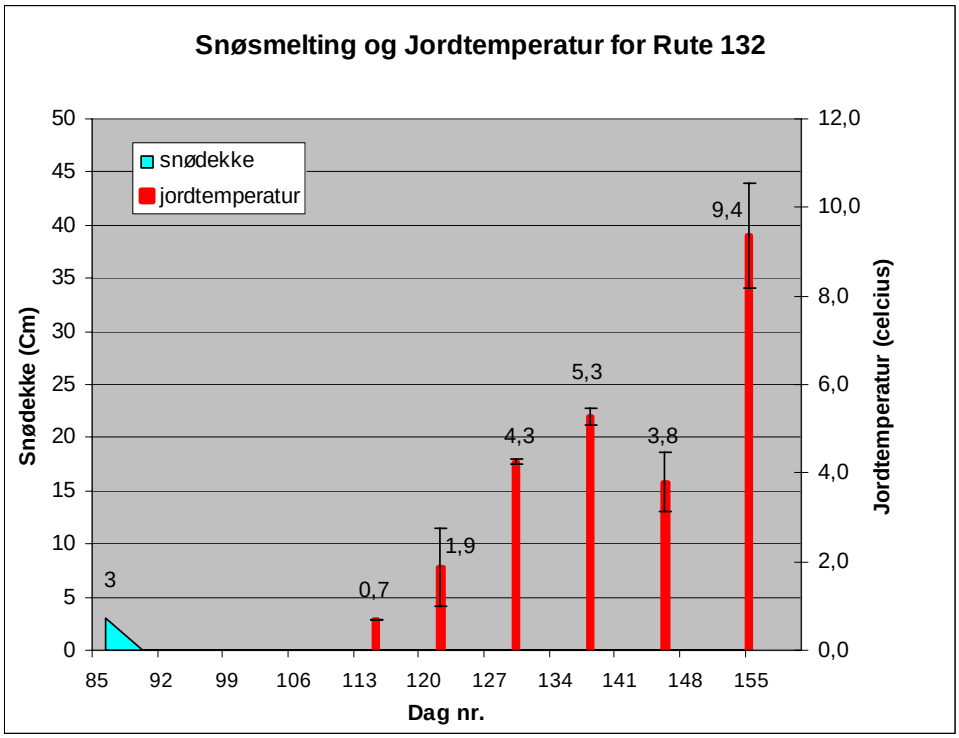


Fig 11. Rute 132 (rabbe) 1035 m.o.h. 3° SØ, S=0 dag 90 og T>6 dag 150. SD er oppgitt for jordtemperaturen. Tidlig fremsmeltede ruter er utsatt for lave temperaturer og mekanisk slitasje.

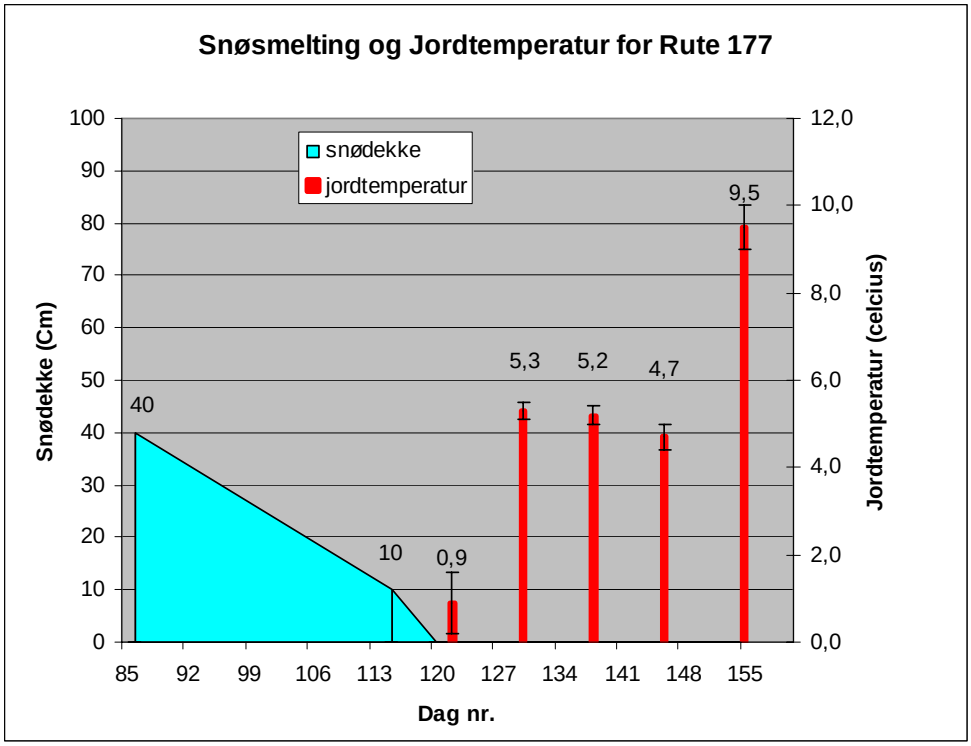


Fig 12. Rute 177 (rabbe) 1004 m.o.h. 15° V, S=0 dag 120 og T>6 dag 149. Snøsmeltingen akselererer når bare partier kommer til syne i rutene.

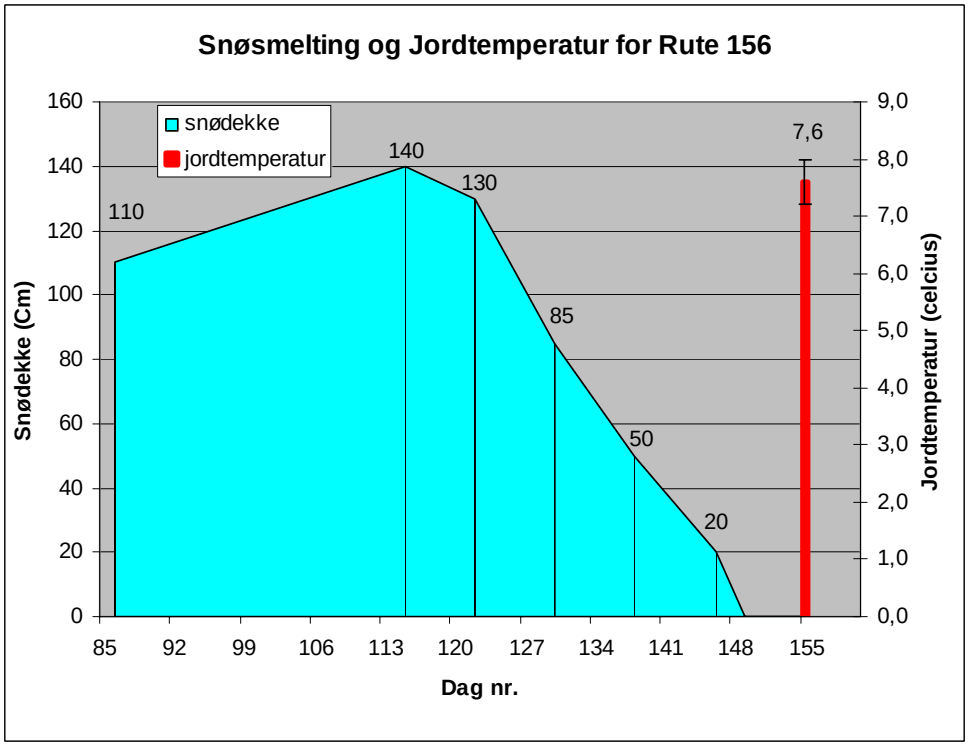


Fig 13. Rute 156 (nardussnøleie) 1278 m.o.h. 10° SØ, S=0 dag 149 og T>6 dag 152. På høyere nivå faller nedbøren som snø i et lengre tidsrom enn på lavt nivå. Dette resulterer i en økning av snødekkets dybde mellom første og andre måling for denne ruten.

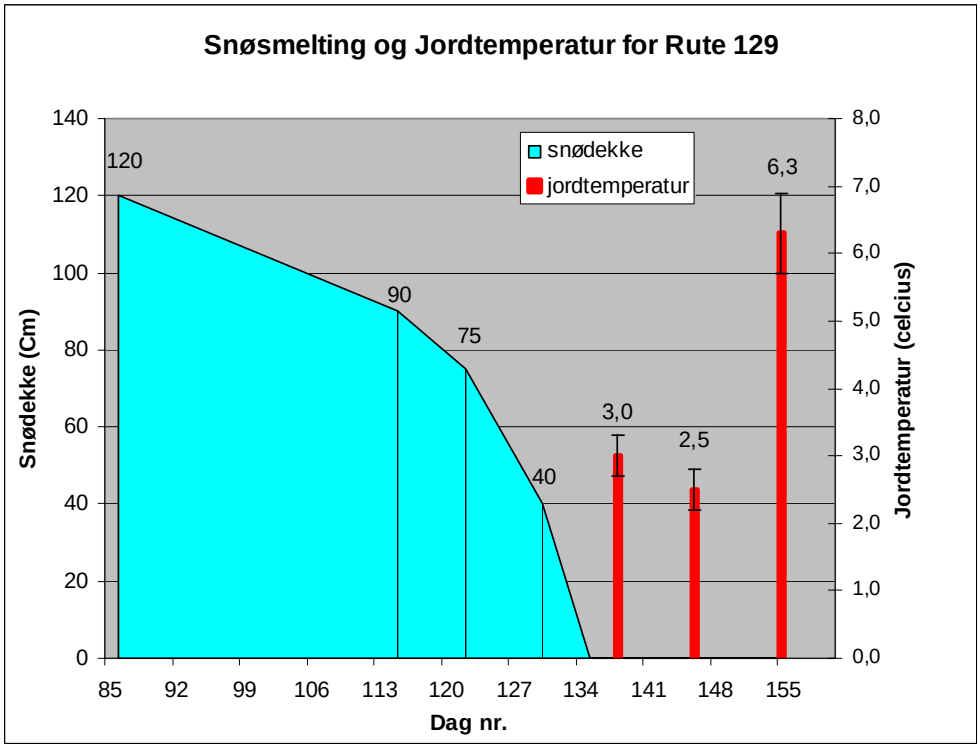


Fig 14. Rute 129 (leside) 930 m.o.h. 12° N, S=0 dag 135 og T>6 dag 155. Ruter som denne har et mektig snødekke og unngår teledannelse i jorden da snøen har en isolerende effekt.

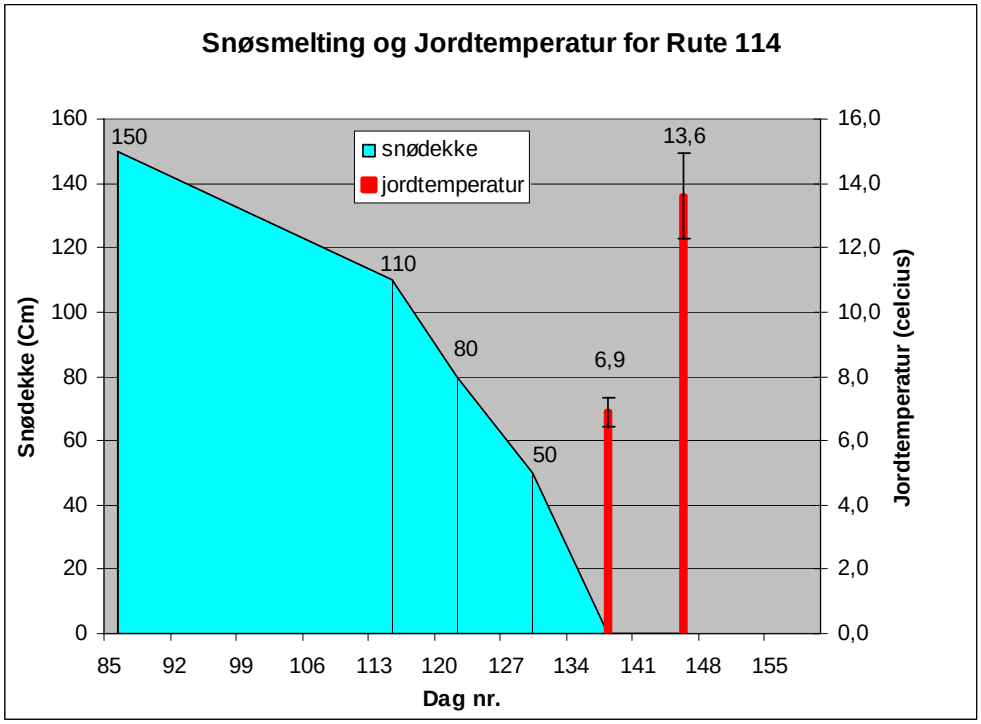


Fig 15. Rute 114 (snøleie) 1242 m.o.h. 24° SØ, S=0 dag 138 og T>6 dag 138. Snøleier på høyere nivå har generelt tynnere snødekke enn snøleier på lavere nivå (Fig 16).

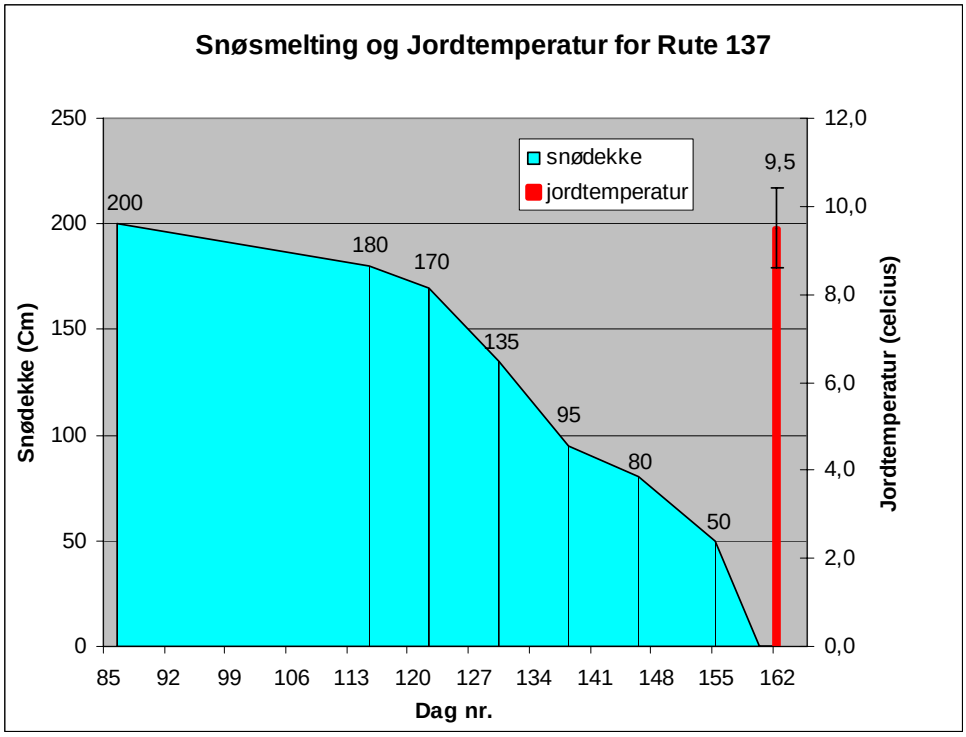


Fig 16. Rute 137 (snøleie) 1060 m.o.h. 26° NØ, S=0 dag 160 og T>6 dag 161. Den raske temperaturøkningen i jorden er et resultat av snøens isolerende effekt og høyere temperatur og solinnstråling ved fremsmelting sent på våren.

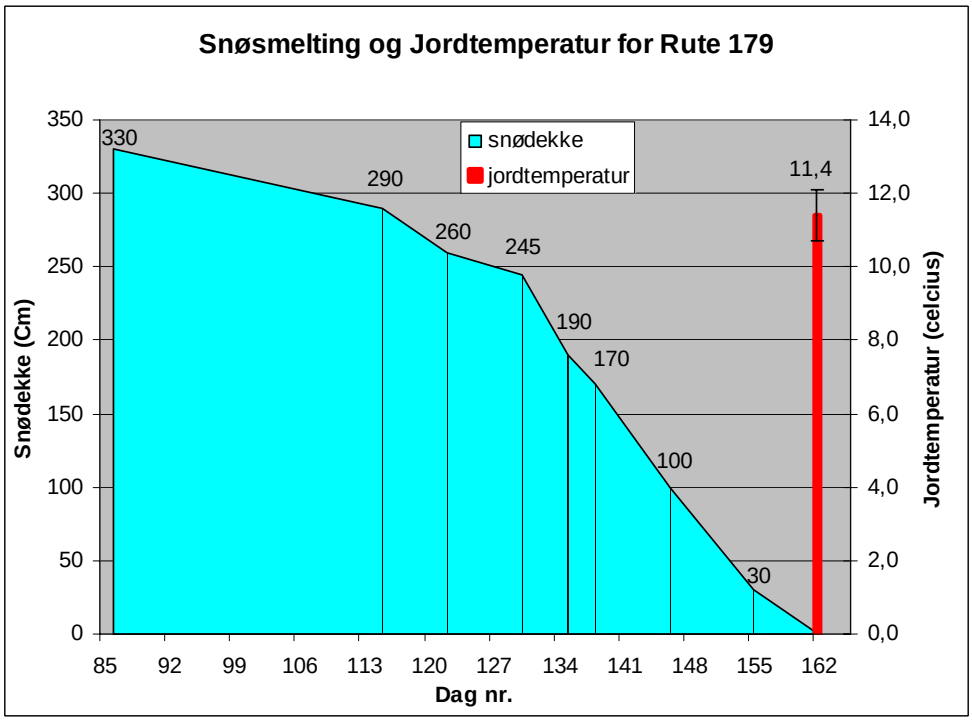


Fig 17. Rute 179 (ekstremsnøleie) 1046 m.o.h. 12° NØ, S=0 dag 165 og T>6 dag 166. Topografisk plassering gjør at noen ruter får lite solinnstråling og avsmeltingen skjer sakte tiltross for høyden over havet.

Miljøvariablene

Miljøvariablene som lå til grunn for de statistiske analysene er fremstilt i korrelasjonsmatrise Tabell 10. Pearsons korrelasjon ble brukt for å beregne korrelasjonene mellom de 15 miljøvariablene. Grunnlaget for korrelasjonsmatrisen er det transformerte datasettet.

Tabell 10. Korrelasjonene mellom de 15 miljøvariablene. * signifikant p ≤ 0.001, ** signifikant p ≤ 0.01 og * signifikant p ≤ 0.05.**

	pH	P	K	Mg	Ca	Våtv	Vann	Volv	Mold	Smaks	S=0	T>6	Hoh	Hel
P	-0,445***													
K	-0,003**	0,529***												
Mg	-0,063	0,438***	0,726***											
Ca	0,056	0,363***	0,503***	0,808***										
Våtv	0,542***	-0,348***	-0,283**	0,082	0,001									
Vann	-0,244*	0,062	0,135	-0,156	-0,124	0,050								
Volv	0,548***	-0,196	-0,123	0,376***	0,292**	0,688***	-0,522***							
Mold	-0,549***	0,357***	0,486***	0,003	-0,034	-0,633***	0,495***	-0,816***						
Smaks	0,439***	-0,002	0,007	0,006	0,040	0,127	-0,101	0,109	-0,145					
S=0	0,505***	-0,165	-0,118	-0,143	-0,188	0,238*	-0,093	0,153	-0,229*	0,791***				
T>6	0,269*	-0,178	-0,201	-0,214	-0,238*	0,289**	-0,005	0,142	-0,143	0,466***	0,594***			
Hoh	0,042	-0,190	-0,152	-0,248*	-0,391***	0,091	-0,140	0,046	-0,078	-0,100	0,201	0,133		
Hel	-0,066	0,011	0,177	0,217	0,238*	-0,128	-0,137	0,062	-0,040	0,191	0,032	0,038	-0,232*	
Eksp	-0,225	0,117	0,068	-0,065	-0,072	-0,271*	-0,185	-0,143	0,102	-0,105	-0,130	-0,195	0,027	-0,056

Jordvariabler

Jordprøvene ble samlet inn over to perioder (5.-6. september 2003 og 13. september 2003).

pH er positivt korrelert med økende snømengde. Variablene jordvann (Vann), moldinnhold (Mold), P og K er negativt korrelert til pH. En økning i snødybde (Smaks) og varighet av snødekke (S=0) sammen med en økning i tetthet (Volv og Våtv) virker positivt på pH.

P (fosfor) er positivt korrelert med Mold sammen med næringsstoffene K, Mg og Ca. Variablene pH og Våtv derimot, er negativt korrelert til P. K er den høyest korrelerte miljøvariabelen til P. **K** (kalium) er positivt korrelert til Mold og de andre næringsstoffene Mg, Ca og P. K er negativt korrelert med pH og Våtv i likhet med P. K er høyest korrelert til Mg. **Mg** (magnesium) er positivt korrelert til næringsstoffene P, K og Ca. I tillegg er Mg positivt korrelert til Volv. Mg er negativt korrelert til Hoh. Mg er høyest korrelert til K og Ca. **Ca** (kalsium) er positivt korrelert til Volv, Hel. P, K og Mg. I tillegg er Ca negativt korrelert til Hoh og T>6. Ca er høyest korrelert til Mg.

Våtv er positivt korrelert med pH, Volv, S=0, T>6. Variabelen er negativt korrelert med P, K, Eksp og Mold. Våtv er høyest korrelert med Volv og Mold. **Vann** er positivt korrelert til Mold, og negativt korrelert til Volv og pH. **Volv** er positivt korrelert til pH, Mg, Ca og Våtv. Variabelen er negativt korrelert til variabelen Mold. En økning i moldinnhold (Mold) vil redusere tettheten og vekten blir lavere. Høyest korrelert til Volv er pH, Våtv og Mold. **Mold** er negativt korrelert til pH, Ca, Våtv, Volv og S=0. P og K er positivt korrelert til Mold.

Snøvariabler

Smaks er positivt korrelert til pH, S=0, og T>6. Variabelen er høyest korrelert til S=0. **S=0** er positivt korrelert til pH, Våtv, Smaks, T>6 og negativt med Mold. S=0 er høyt korrelert med variabelen Smaks og T=0. **T>6** er positivt korrelert til pH, Våtv, Smaks og S=0. Ca er svakt negativt korrelert. Variabelen er høyt korrelert til snøvariablene som styrer S=0 og T>6.

Topografiske forhold

De 82 fastrutene ble hentet fra 925-1460 m.o.h. **Hoh** er positivt korrelert med S=0 og negativt korrelert til variablene Mg, Ca og Hel. Alle korrelasjonene med variabelen er svake. **Hel** på rutene varierer fra 1-32°. Gjennomsnittet lå på 13°. Hel er kun svakt negativt korrelert med Hoh og positivt korrelert til Ca. Hel avtar generelt med Hoh. **Eksp** forekommer i fra alle 8 himmelretninger (se Tabell 9). Variabelen er negativt korrelert til Våtv.

TWINSPAN-klassifikasjon

Med utgangspunkt i TWINSPAN-klassifikasjonen ble datasettet delt inn i fem grupper, ut fra den floristiske sammensetningen i datasettet. Hver av gruppene inneholder en eller flere vegetasjonstyper/utforminger (Fremstad 1997). Gruppene har her fått navnene: Rabbe, Nardussnøleie, Leside, Snøleie og Ekstremsnøleie.

Gruppe 1. Rabbe:

Rute nr: 5, 8, 11, 15, 19, 22, 23, 24, 26, 32, 41, 44, 49, 50, 53, 55, 62, 66, 71, 74, 77 (n = 21).
Vegetasjonstypene: T1e, R1a, R1b, R1c, R2b, R2c, R5e og S1a.

Gruppe 2. Nardussnøleie:

Rute nr: 9, 20, 56 (n= 3).
Vegetasjonstypen: A7a.

Gruppe 3. Leside:

Rute nr: 1, 3, 4, 12, 16, 17, 18, 21, 29, 31, 35, 36, 40, 42, 45, 48, 51, 58, 59, 61, 63, 67, 69, 70, 72, 73 og 76 (n = 27).
Vegetasjonstypene: A4b, A4c, A7b, S2a, S3a og S6a.

Gruppe 4. Snøleie:

Rute nr: 2, 6, 7, 10, 13, 14, 25, 28, 30, 33, 37, 38, 39, 43, 46, 47, 52, 54, 57, 60, 65, 68, 75, 78, 80, 81 og 82 (n = 27).
Vegetasjonstypene: T1b, T1c, T2a, T4a, T10a og T10b.

Gruppen 5. Ekstremsnøleie: Rute nr: 27, 34, 64 og 79 (n = 4).
Vegetasjonstypene: T5a, T5d og T8d.

Første deling skilte snøleiene (n=31) fra de relativt tidligere snøfrie (n=51). Skille arter for delingen var lys reinlav *Cladonia arbuscula* og krekling *Empetrum nigrum* ssp for de relativt tidlig snøfrie, og musøre *Salix herbacea* og snøfrostmose *Kiaeria starkei* for snøleiene. Snøleiene ble videre delt i vanlige snøleier (n=27) og ekstremsnøleier (n=4). Skillearter for snøleiene var musøre *Salix herbacea* og dverggråurt *Omalotheca supinum*. Mens skillearter for ekstremsnøleiene var snømose spp *Anthelia* spp og vrangnøkkemose *Warnstorfia exannulata*. Den relativt tidlig snøfrie gruppen (n=51) skilte først ut lesidegruppen (n=27). Skillearter her var smyle *Deschampsia flexuosa*, blåbær *Vaccinium myrtillus* og gåsefotskjeggmose *Barbilophozia lycopodioides*. Den andre gruppen (n=24) som skiltes fra lesidegruppen hadde lys reinlav *Cladonia arbuscula* som skilleart. Denne gruppen ble videre delt i en tidlig snøfri og en sent snøfri gruppe. Disse ble kalt Rabbe (n=21) og Nardussnøleie (n=3). Skillearter for Nardussnøleie-gruppen var finnskjegg Nardus stricta. Rabbegruppen hadde ingen skillearter. "Cut-levels" for skilleartene og tegning av delingen vises i Fig 18. Kruskal-Wallis test brukt for å finne mulige signifikante forskjeller i miljøvariablene mellom TWINSPAN gruppene. Gruppe 2. og 5. har liten sampelstørrelse på henholdsvis n=3 og n=4, likevel ble 12 av 15 miljøvariabler signifikante ($p<0.05$). Variablene Vann, Mold og Eksp var ikke signifikant forskjellig mellom noen av gruppene. Gjennomsnitt, SD og P-verdi fra Kruskal-Wallis testen vises i Tabell 11. og boksplott av de 12 signifikante miljøvariablene Fig 19.-30.

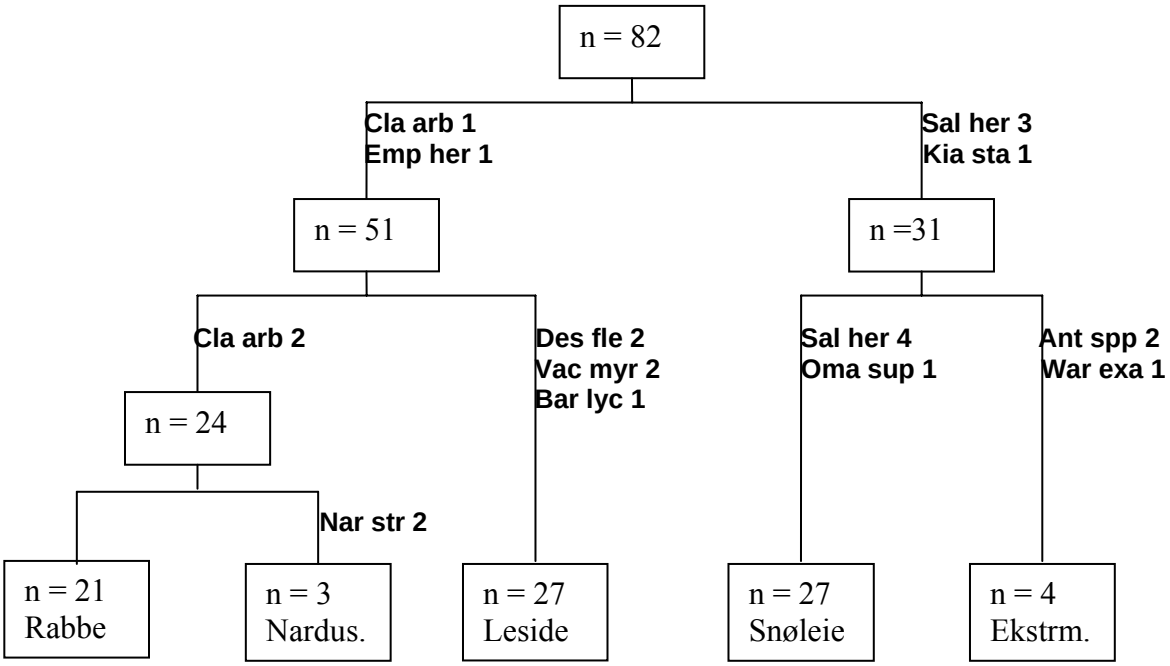


Fig 18. TWINSPAN-delingen, indikatorarter (med "cut-level") og antall ruter i hver gruppe (n).

Tabell 11. De fem TWINSPAN-gruppenes gjennomsnitt (Gjsn.), standardavvik (SD) og signifikans fra Kruskal-Wallis analysen (P). Utransformerte miljødata ligger til grunn for tabellen.

	1. Rabbe		2. Nardus.		3. Leside		4. Snøleie		5. Ekstrm.		Kr.Wa
	Gjsn.	SD	Gjsn.	SD	Gjsn.	SD	Gjsn.	SD	Gjsn.	SD	P
pH	4,15	0,25	4,23	0,12	4,14	0,26	4,59	0,23	5,03	0,23	0,000
P	1,00	0,78	1,33	0,58	1,96	1,02	0,74	0,81	0,75	0,96	0,000
K	9,91	3,48	12,00	7,00	14,22	4,42	11,11	4,36	2,50	2,38	0,000
Mg	5,19	1,57	5,33	5,77	7,11	2,31	6,04	2,28	2,50	1,73	0,002
Ca	15,43	8,56	12,33	15,31	22,52	9,39	24,11	26,42	9,50	5,74	0,020
Våtv	561,4	129,6	571,1	153,3	456,6	87,0	616,1	133,9	712,0	239,0	0,000
Vann	216,5	78,6	339,6	21,9	215,1	66,1	217,1	88,6	263,1	164,2	0,174
Volv	0,66	0,31	0,38	0,41	0,51	0,28	0,75	0,29	0,81	0,62	0,019
Mold	5,10	1,14	5,67	0,58	5,59	0,69	4,67	1,27	3,50	2,89	0,073
Smaks	47,7	36,2	170,0	52,9	125,5	44,9	197,8	75,3	221,3	77,9	0,000
S=0	118,4	21,5	153,7	4,2	136,4	14,2	154,7	12,9	160,5	9,0	0,000
T>6	149,4	4,1	156,3	5,1	151,3	4,7	157,1	11,0	162,5	8,4	0,006
Hoh	1177	158	1198	182	1062	116	1092	110	1145	112	0,046
Hel	9,33	7,77	13,33	9,45	14,26	9,45	14,59	9,80	3,75	5,50	0,040
Eksp	4,57	2,40	4,67	2,31	3,85	2,45	3,56	2,03	2,00	1,16	0,247

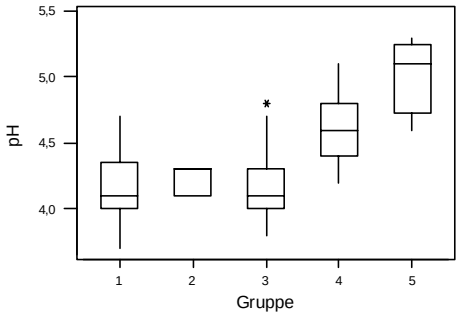


Fig 19. Forskjeller i pH mellom gruppene (p=0.000).

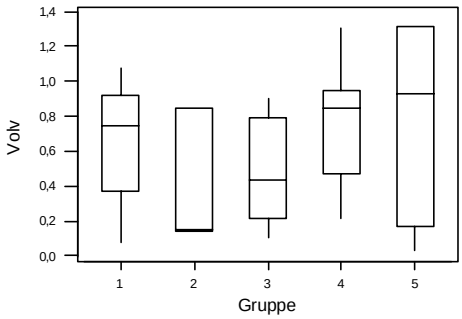


Fig 20. Forskjeller i volumvekt (Volv) (p= 0.019).

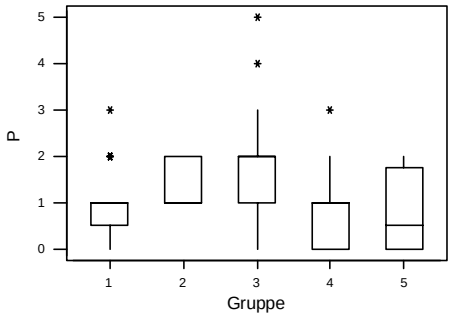


Fig 21. Forskjeller i fosfor P mellom gruppene (p=0.000).

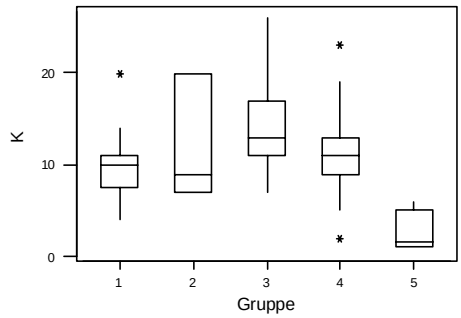


Fig 22. Forskjeller i kalium K mellom gruppene (p=0.000).

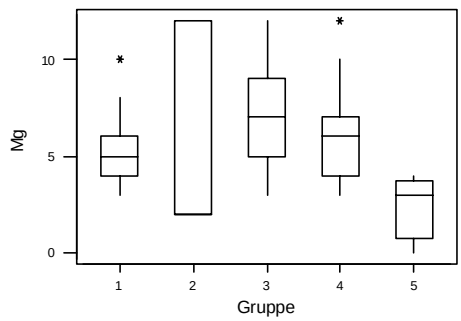


Fig 23. Forskjeller i magnesium Mg mellom gruppene (p=0.002).

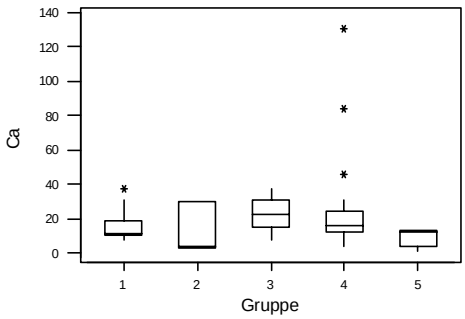


Fig 24. Forskjeller i kalsium Ca mellom gruppene. (p=0.020). Gruppe 4. har to uteliggere som gjør at Y aksen blåses opp.

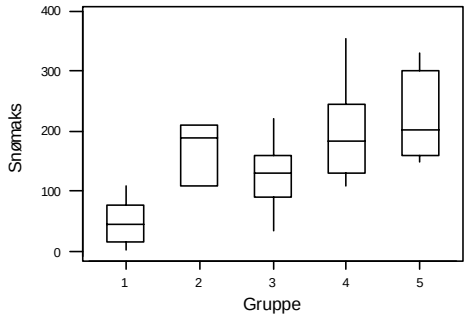


Fig 25. Forskjeller i snømaks mellom gruppene. (p=0.000)

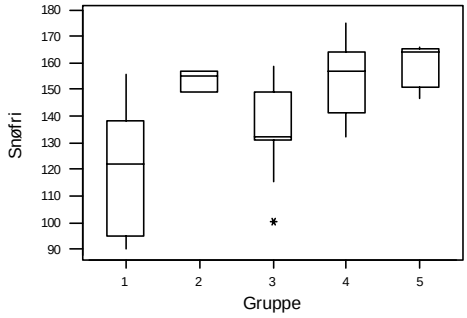


Fig 26. Forskjeller i fremsmeltingsdag (S=0) mellom gruppene (p=0.000). Sammenlign med Fig 25.

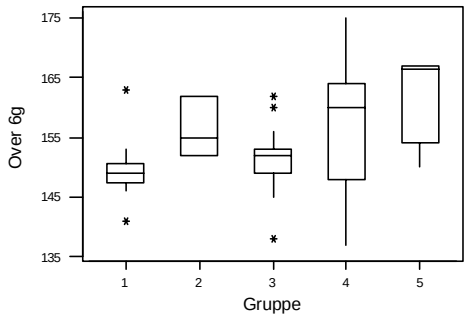


Fig 27. Forskjeller i jordtemperaturen (T>6) mellom gruppene (p=0.006). Sammenlign med Fig 25. og 26.

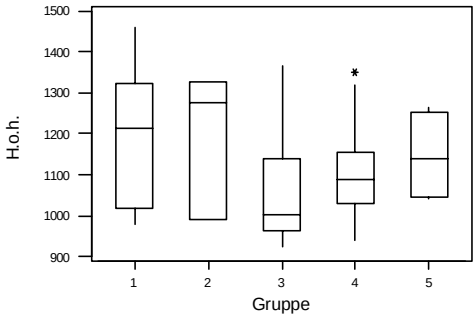


Fig 28. Forskjeller i høyde over havet (Hoh) mellom gruppene. (p=0.046)

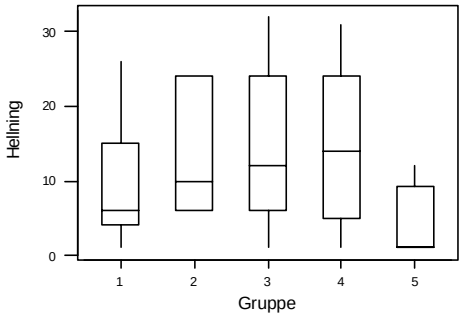


Fig 29. Forskjeller i helling (Hel) mellom gruppene (p=0.040).

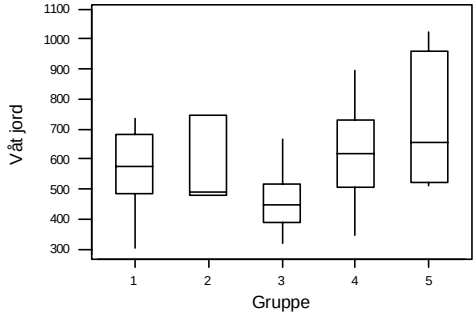


Fig 30. Forskjeller i våtvekt (Våtv) mellom gruppene (p=0.000).

Variasjon i miljøvariablene (PCA)

PCA analysens sammendrag (Tabell 12) viser at akse 1 får en egenverdi på 0.9545. Denne aksen fanger dermed det meste av variasjonen i miljødatasettet. Akse 2., 3. og 4. har henholdsvis egenverdier på 0.027, 0.011 og 0.003. Også det meste av variansen i miljødatasettet fanges opp av PCA akse 1.

Tabell 12. Statistisk sammendrag av PCA ordinasjonen av miljødataene.

PCA	Akse 1	Akse 2	Akse 3	Akse 4	Total variance
Eigenvalues	0.954	0.027	0.011	0.003	1.000
Cumulative percentage variance of environment data	95.5	98.1	99.2	99.5	
Sum of all eigenvalues					1.000

Akse 1. er signifikant høyest korrelert med snødataene Smaks, S=0 og T>6. **Akse 2.** er høyest signifikant korrelert med de jordkjemiske- og fysikalske dataene pH, P, K, Våtv, Vann, Volv og Mold. pH, Volv og Våtv er positivt korrelerte til aksen, mens de andre fire variablene er negativt korrelerte. **Akse 3.** er høyest signifikant korrelert med P, Mg, Ca og Volv. **Akse 4.** er høyest signifikant korrelert med pH, Ca, Smaks, S=0 og Hel (Fig 31, Fig 32 og Tabell 13).

Tabell 13. Miljøvariablenes score (korrigert for miljøvariablenes varians) som er grunnlaget for fremstillingen av Fig 31. og Fig 32. ***p ≤ 0.001, **p ≤ 0.01 og *p ≤ 0.05

	Akes 1	Akse 2	Akse 3	Akse 4
pH	0.273*	0.593***	-0.049	-0.383***
P	-0.182	-0.603***	0.774***	0.041
K	-0.204	-0.547***	0.256*	-0.296***
Mg	-0.215	-0.098	0.497***	-0.309**
Ca	-0.239*	-0.036	0.4413***	-0.390***
Våtv	0.293**	0.609***	0.092	0.049
Vann	-0,007	-0,448***	-0,284**	0,082
Volv	0.146	0.746***	0.382***	-0.064
Mold	-0.148	-0.940***	-0.303**	-0.040
Smaks	0.467***	0.051	0.171	-0.728***
S=0	0.595***	0.149	0.049	-0.437***
T>6	1.000***	-0.006	0.001	0.001
Hoh	0.134	0.103	-0.156	0.276**
Hel	0.038	0.021	0.080	-0.567***
Eksp	-0.196	-0.097	0.028	0.122

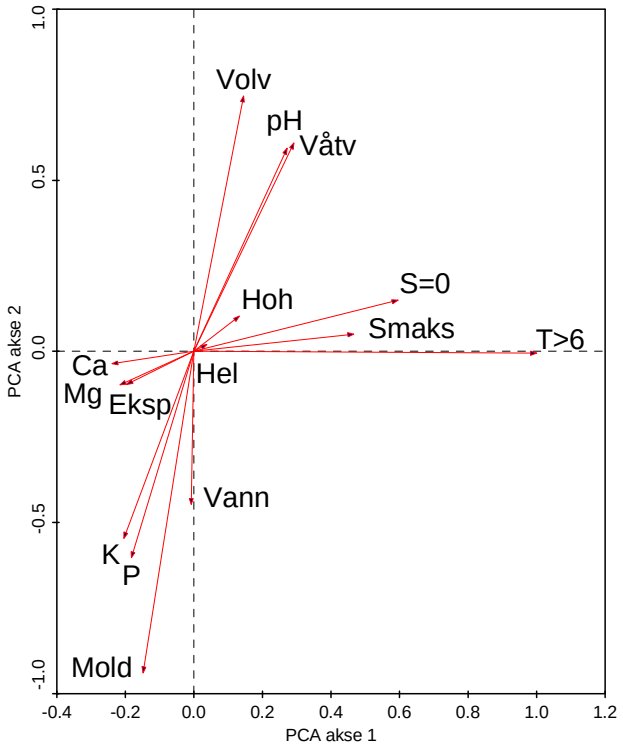


Fig 31. Miljøvariablene i PCA ordinasjonens akse 1 og akse 2. Variablene K, Mg, Ca, Smaks, S=0, Hoh, Hel, Eksp og Våtv er alle log(x+1) transformerte.

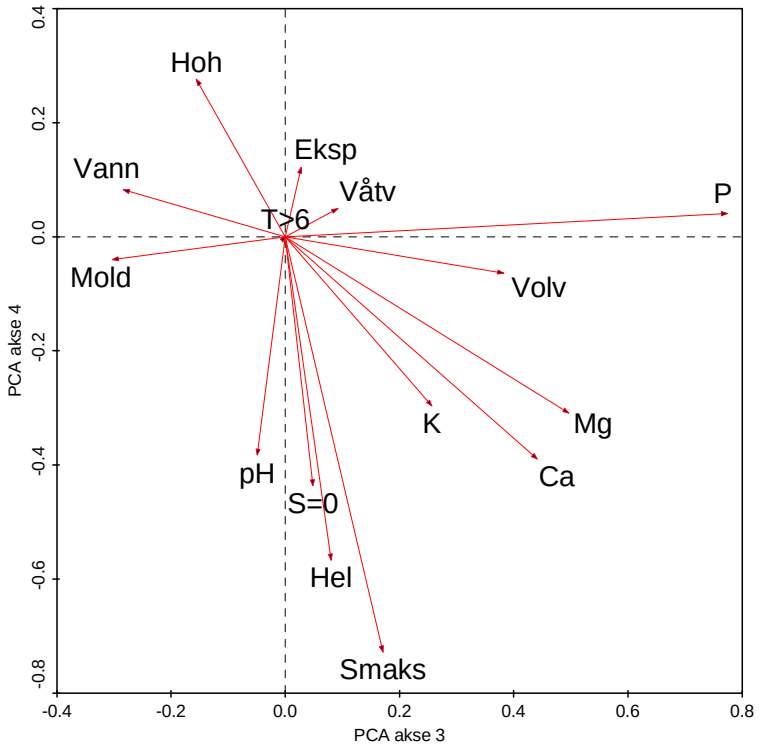


Fig 32. Miljøvariablene i PCA ordinasjonens akse 3 og 4. Samme variabler er transformerte som i Fig 31.

Floristisk variasjon i analyserutene (DCA)

Egenverdiene for de fire første DCA aksene er henholdsvis 0.618, 0.427, 0.226 og 0.164, med en gradientlengde (SD) på 5.497, 3.598, 2.519 og 2.771. Korrelasjonene mellom arts- og miljødatasettet er meget sterkt korrelert (>0.90) for første aksen, sterkt korrelert (0.70-0.89) for de to andre aksene og middels korrelert (0.40-0.69) for den fjerde aksen. Variansen til artsdatasettet avtar også fra akse 1. Det samme mønster har arts- og miljørelasjonsvariansen (Tabell 14).

Tabell 14. Statistisk sammendrag av DCA ordinasjonen av hele datasettet.

DCA	Akse 1	Akse 2	Akse 3	Akse 4	Total inertia
Eigenvalues	0.618	0.427	0.226	0.164	6.343
Lengths of gradient	5.497	3.598	2.519	2.711	
Species-environment correlations	0.902	0.815	0.773	0.633	
Cumulative percentage variance					
of species data	9.7	16.5	20.0	22.6	
of species-environment relation	22.6	36.3	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues					6.343
Sum of all canonical eigenvalues					2.158

1. aksen er høyest signifikant korrelert med pH, P, Våtv, Volv, Mold, Smaks, S=0, T>6. Alle variabler er positivt korrelerte til aksen unntatt P og Mold. **2. aksen** er høyest signifikant med variablene K, Mg, Hoh og Hel. Bare Hoh er positivt korrelert til aksen. **3. aksen** er høyest signifikant korrelert med Vann, Volv og Mold. Bare Volv er negativt korrlert.**4. aksen** er høyest signifikant negativt korrelert med Vann (Fig 33 og Tabell 15).

Tabell 15. Korrelasjonen mellom de enkelte miljøvariablene og de fire første DCA aksene. ***p ≤ 0.001, **p ≤ 0.01 og *p ≤ 0.05.

	Akse 1	Akse 2	Akse 3	Akse 4
pH	0,825***	-0,051	-0,083	-0,081
P	-0,401***	-0,345***	0,123	0,110
K	-0,301**	-0,422***	0,091	-0,134
Mg	-0,173	-0,393***	-0,090	-0,140
Ca	0,013	-0,335**	-0,104	-0,257*
Våtv	0,481***	0,351***	0,071	-0,033
Vann	-0,079	0,072	0,674***	-0,630
Volv	0,346***	0,154	-0,399***	-0,060
Mold	-0,425***	-0,178	0,369***	-0,082
Smaks	0,703***	-0,232*	0,132	0,204
S=0	0,737***	-0,150	0,129	0,250*
T>6	0,461***	0,082	0,158	0,258*
Hoh	0,124	0,489***	-0,165	0,053
Hel	-0,030	-0,409***	-0,217*	-0,143
Eksp	-0,267*	-0,033	-0,136	-0,080

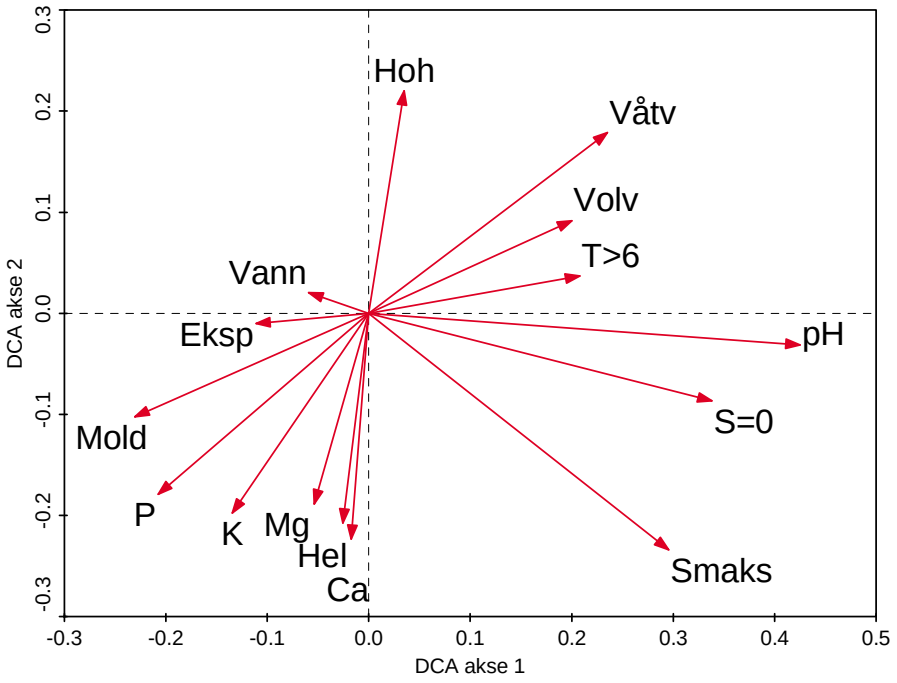


Fig 33. Miljøvariablene i DCA ordinasjonen akse 1. og akse 2. (se også Fig 40)

I tillegg til de 15 miljøvariablene ble korrelasjonen til DCA akse 1. og 2. kontrollert i forhold til de totale dekningen av bar stein, bar jord, mose og lav (Tabell 16). Data som gav grunnlaget for korrelasjonsmatrisen vises i Vedlegg 2. Verdiene ble log(x+1) transformerte.

Tabell 16. Korrelasjonen mellom de to første DCA aksene og henholdsvis prosent dekke av stein, jord, mose og lav. ***p ≤ 0.001 og *p ≤ 0.05

Variabel	DCA 1	DCA 2
% Stein	0,679***	0,147
% Jord	-0,009	0,241*
% Mose	0,346***	-0,181
% Lav	-0,610***	0,619***

Rutene i DCA ordinasjonen ble delt inn i de fem TWINSPAN grupper (Fig 18). Disse gruppene skilles fra hverandre over de tre første DCA aksene (Fig 34 og Fig 35). DCA akse 1. skiller de tre første gruppene fra gruppe 4. (snøleie) og gruppe 3. (ekstremsnøleie). DCA akse 2. skiller gruppe 1. (rabbe) og gruppe 3. (leside) fra hverandre. Og DCA akse 3. skiller ut gruppe 2. (nardussnøleie) fra gruppe 1. og gruppe 3.

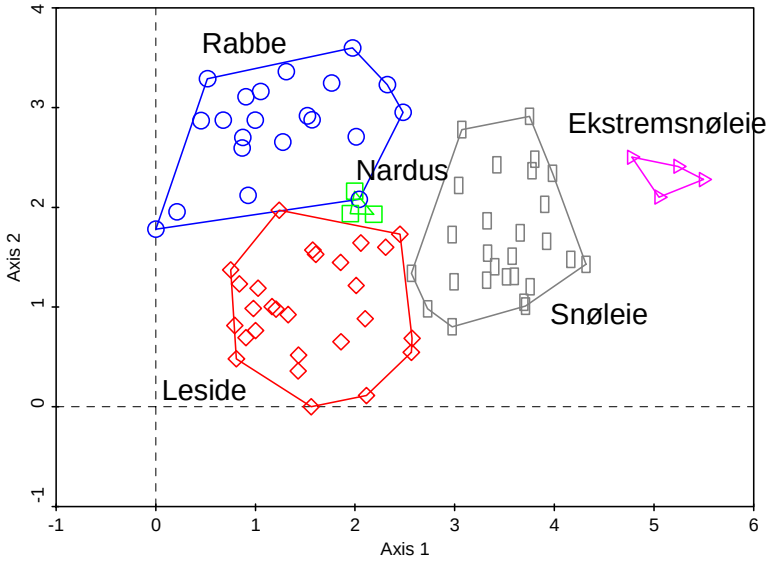


Fig 34. DCA ordinasjonen akse 1 og akse 2. Grupper ut fra snøfri TWINSPAN klassifikasjonen.

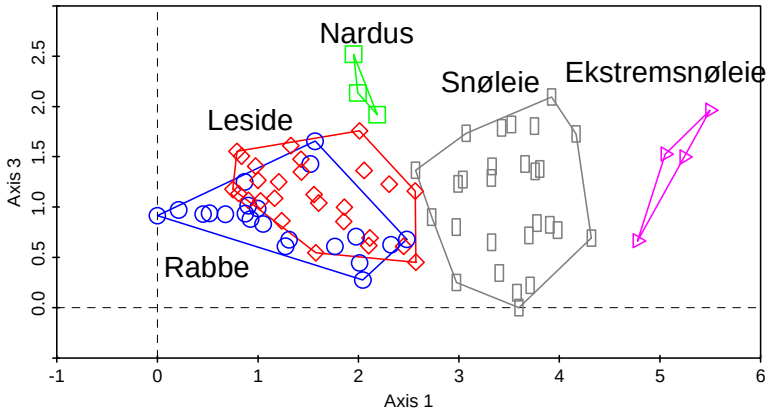


Fig 35. DCA ordinasjonen akse 1 og akse 3. Grupper ut fra TWINSPAN klassifikasjonen.

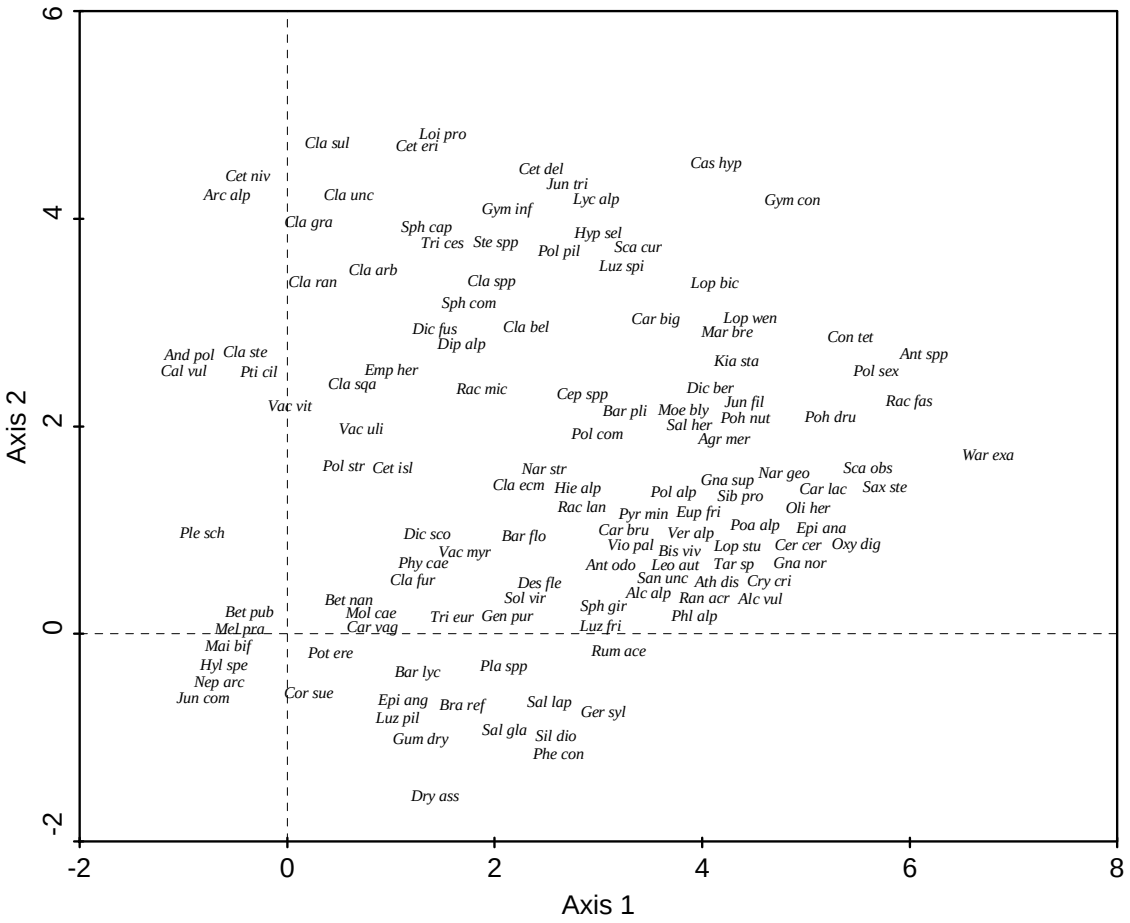


Fig 36. Artenes fordeling i DCA ordinasjonens akse 1. og akse 2. Miljøvariablene for ordinasjonen er som i Fig 33. DCA "species scores " og fullt navn for artene vises i Vedlegg 1.

Artenes fordeling over DCA ordinasjonens akse 1. og akse 2. viser hvordan artene fordeles i forhold til de to hovedgradientene i datasettet (Fig 36). Frekvensen av verdiene for rutescore for de to første DCA aksene (Fig 37) gjenspeiler optimum for antall arter som forekommer langs aksene. DCA akse 1. har en tydelig diskontinuitet med tre topper, mens DCA akse 2. er relativt kontinuerlig med en topp. Ettersom pH er høyest korrelert til DCA akse 1. (r=0.825) og Hoh er høyest korrelert til DCA akse 2. (r=0.489) er det tatt med regresjonsplott for disse to miljøvariablene for de to første DCA aksene (Fig 38).

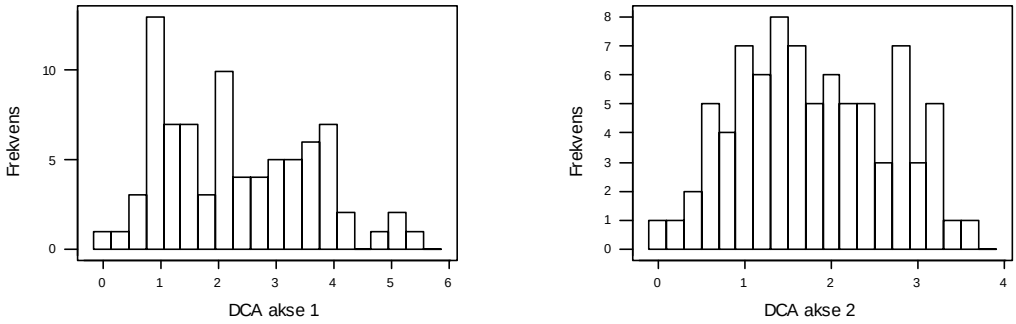


Fig 37. "Rutescorenens" frekvensfordeling til DCA akse 1. (t.v.) og til akse 2. (t.h.) DCA akse 1. har en diskontinuitet med tre topper, mens D DCA akse 2. er kontinuerlig

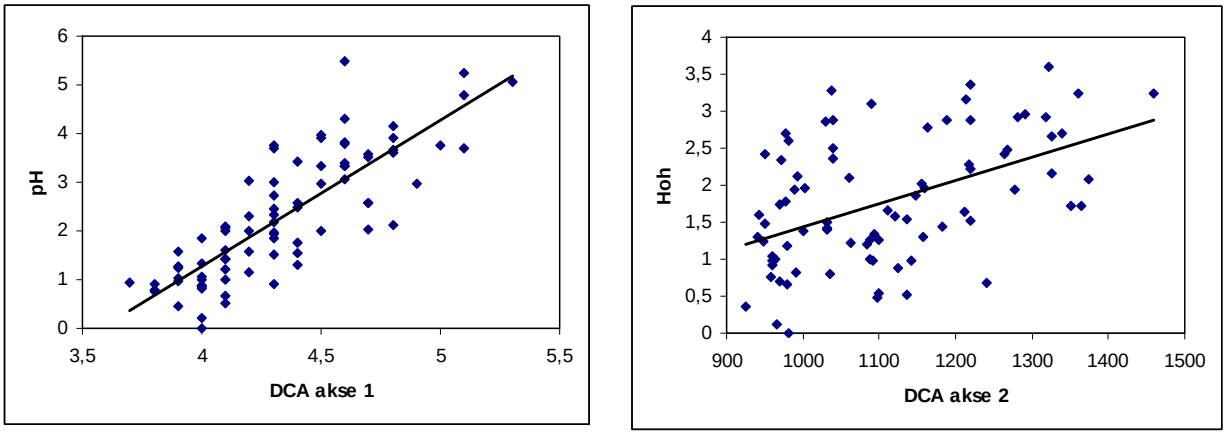
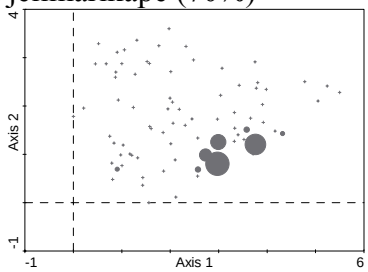


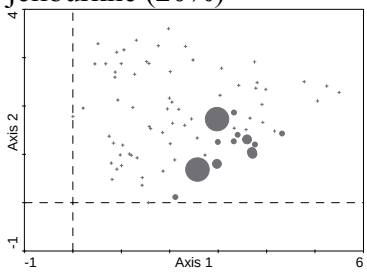
Fig 38. pH er signifikant korrelert med DCA akse 1 (p=0.000). Verdien for den lineære regresjonslinjen er Y=3.820+0.226x. R-sq (adj.)=67.6%. Hoh er signifikant korrelert til DCA akse 2 (p=0.000). Verdien for den lineære regresjonslinjen er Y=974.5+76.1x. R-sq (adj.)=23.0%.

Fig 39. Samling av 100 "attribute plots" med utgangspunkt i DCA analysens akse 1. og 2. Maksimal forekomst er oppgitt i parentes for hver art.

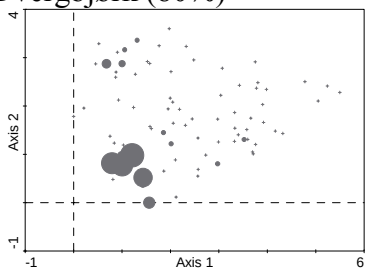
Alchemilla alpina
Fjellmarikåpe (70%)



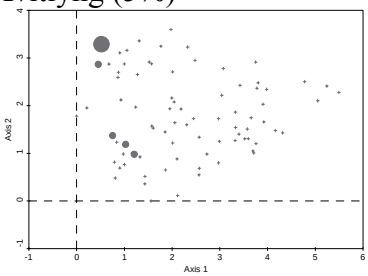
Athyrium distentifolium
Fjellburkne (20%)



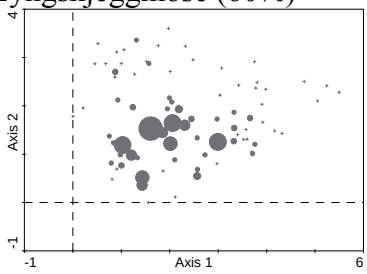
Betula nana
Dvergbjørk (80%)



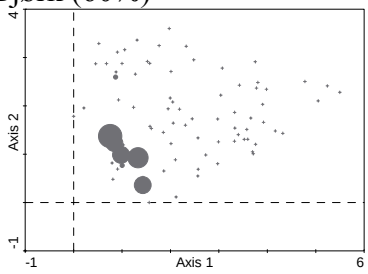
Andromeda polifolia
Kvitlyng (5%)



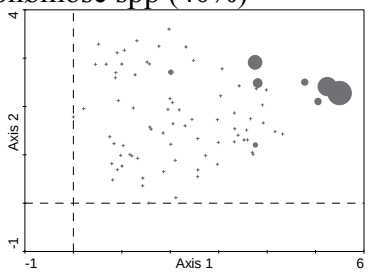
Barbilophozia floerkei
Lyngskjeggmose (60%)



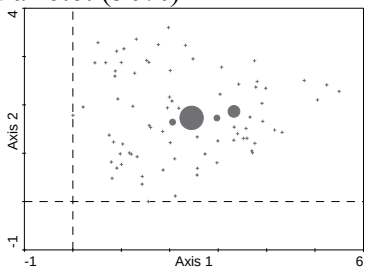
Betula pubescens ssp
Bjørk (60%)



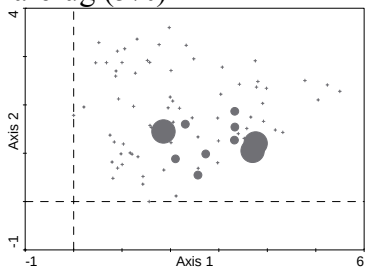
Anthelia spp
Snømose spp (40%)



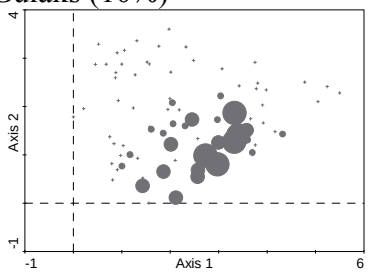
Barbiloph. kunzeana var
Varietet (50%)



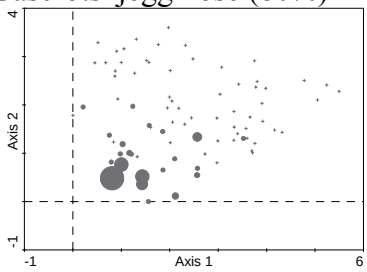
Bistorta vivipara
Harerug (5%)



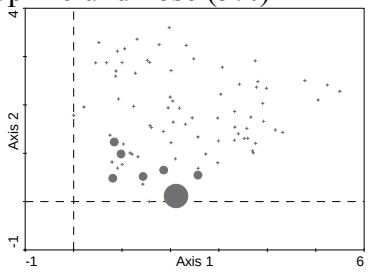
Anthoxanthum odoratum
Gulaks (10%)



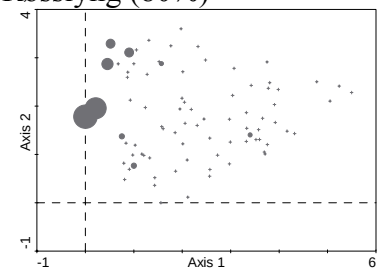
Barbiloph. lycopodoides
Gåsefotskjeggmose (80%)



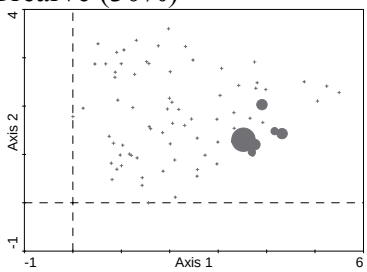
Brachythecium reflexum
Sprikelundmose (5%)



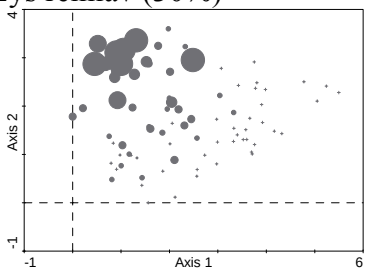
Calluna vulgaris
Røsslyng (80%)



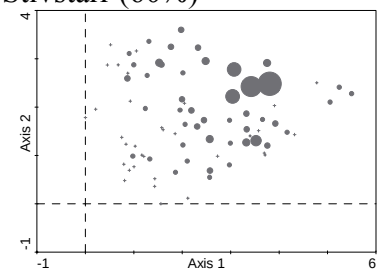
Cerastium cerastoides
Brearve (30%)



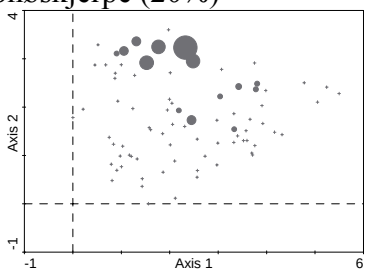
Cladonia arbuscula
Lys reinlav (30%)



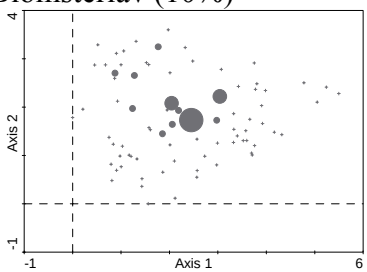
Carex bigelowii
Stivstarr (60%)



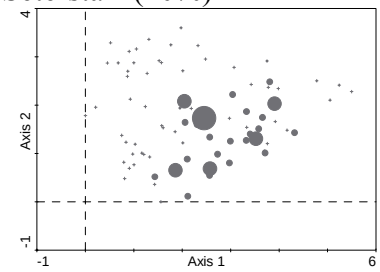
Cetraria delisei
Snøskjerpe (20%)



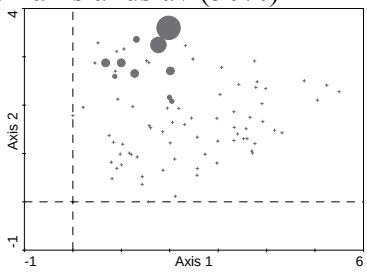
Cladonia bellidiflora
Blomsterlav (10%)



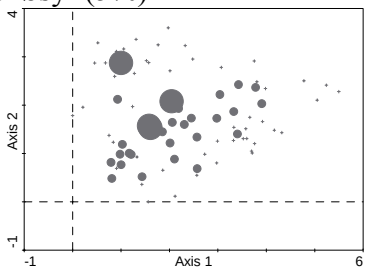
Carex brunnescens
Seterstarr (10%)



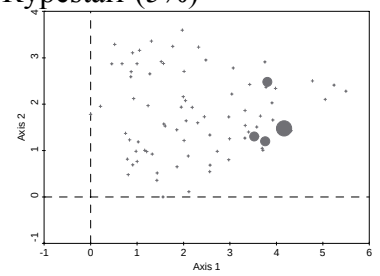
Cetraria ericetorum
Smal islandslav (50%)



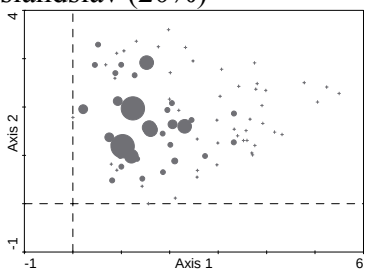
Cladonia ecmocyna
Snøsyl (5%)



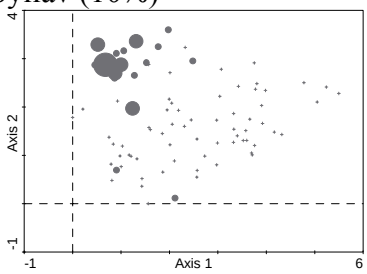
Carex lachenalii
Rypestarr (5%)



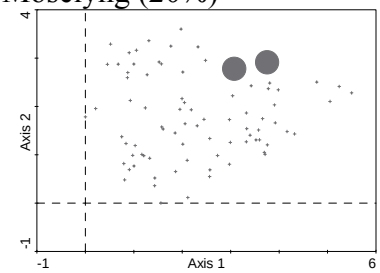
Cetraria islandica
Islandslav (20%)



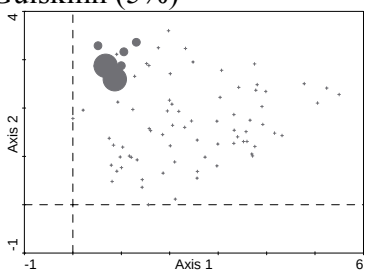
Cladonia gracilis
Syllav (10%)



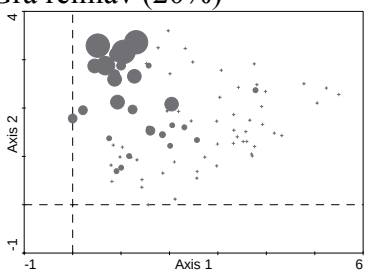
Cassiope hypnoides
Moselyng (20%)



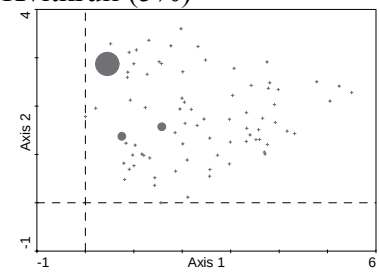
Cetraria nivalis
Gulskinn (5%)



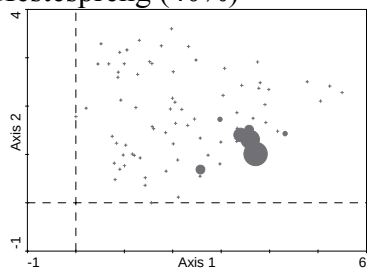
Clad. rangiferina
Grå reinlav (20%)



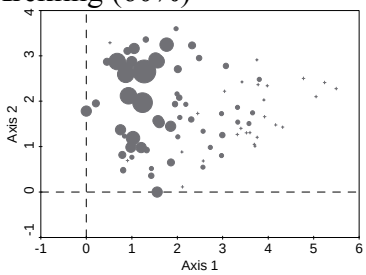
Cladonia stellaris
Kvitkrull (5%)



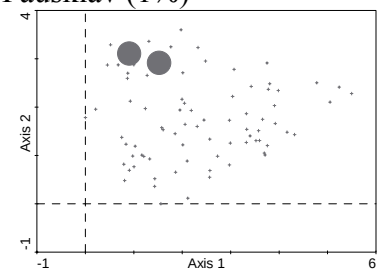
Cryptogramma crispa
Hestespreng (40%)



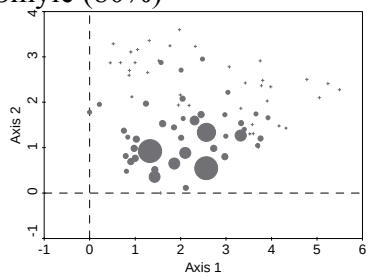
Empetrum nigrum ssp
Krekling (60%)



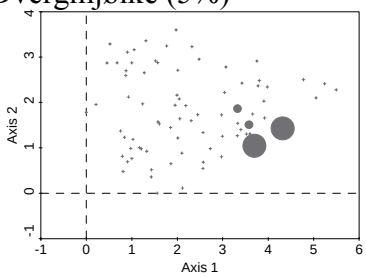
Cladonia sulpurina
Fausklav (1%)



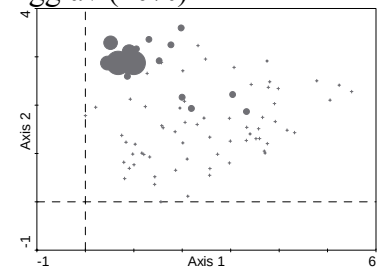
Deschampsia flexuosa
Smyle (80%)



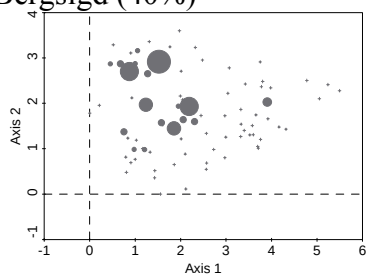
Epilob. anagallidiflorum
Dvergmjølke (5%)



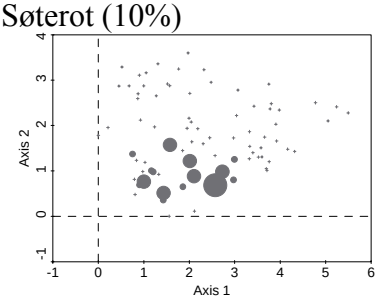
Cladonia uncialis
Pigglav (10%)



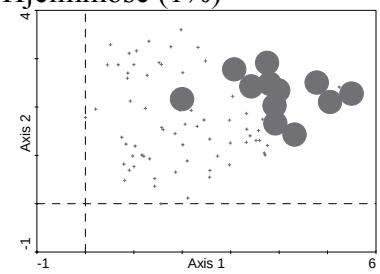
Dicranum fuscescens
Bergsigd (40%)



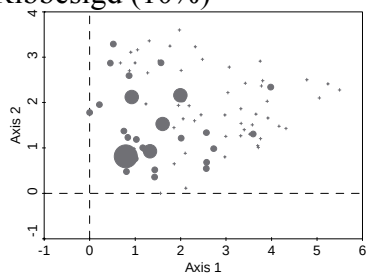
Gentiana purpurea
Søterot (10%)



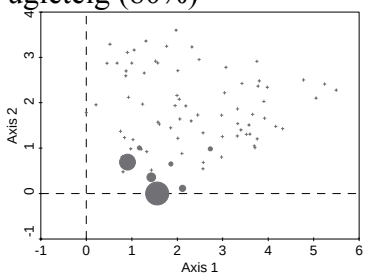
Conostomum tetragonum
Hjelmmose (1%)



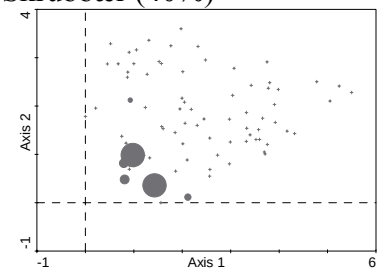
Dicranum scoparium
Ribbesigd (10%)



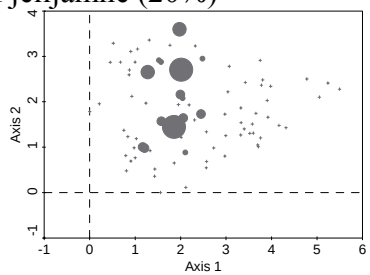
Gymnocarpium dryopteris
Fugletelg (80%)



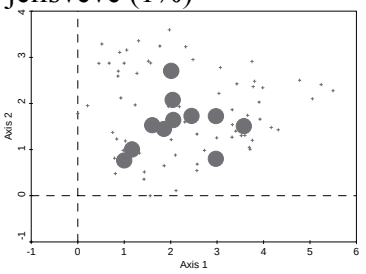
Cornus suecica
Skrubbær (40%)



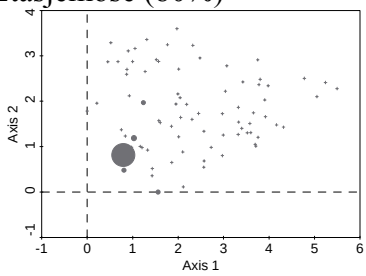
Diphasiastrum alpinum
Fjelljamne (20%)



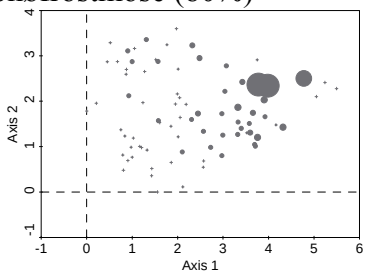
Hieracium alpinum
Fjellsveve (1%)



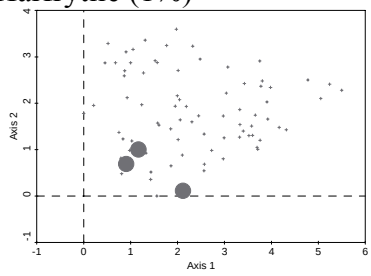
Hylocomium splendens
Etasjemose (80%)



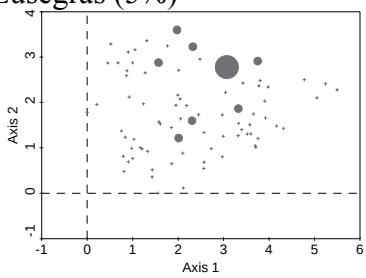
Kiaeria starkei
Snøfrostmose (80%)



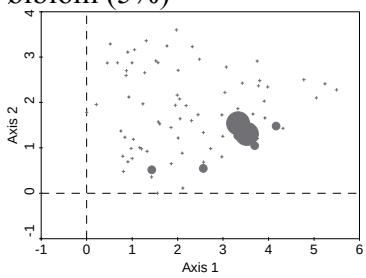
Luzula pilosa
Hårfrytlie (1%)



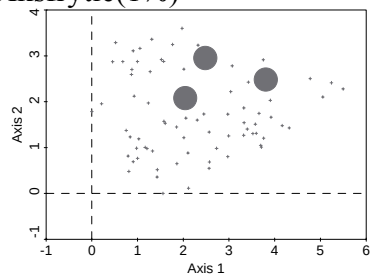
Huperzia selago ssp
Lusegras (5%)



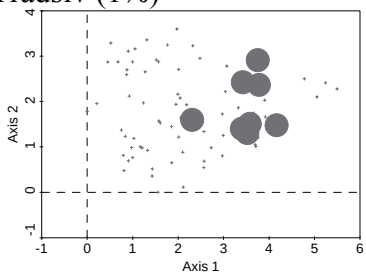
Leontodon autumnalis
Følblom (5%)



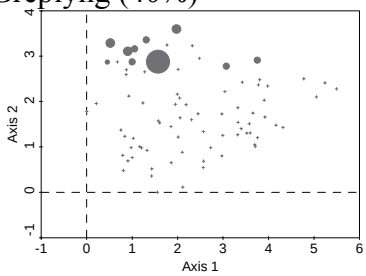
Luzula splicata
Aksfrytle(1%)



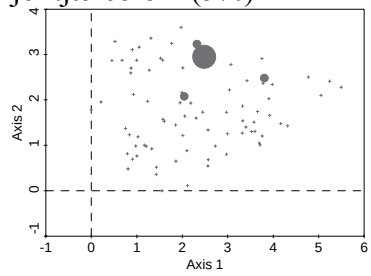
Juncus filiformis
Trådsiv (1%)



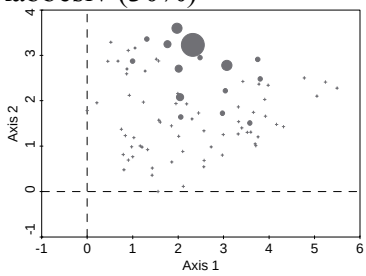
Loiseleuria procumbens
Greplyng (40%)



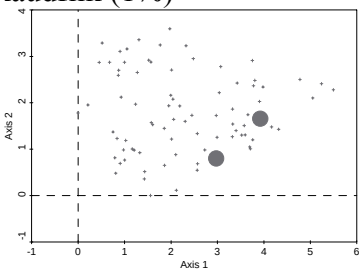
Lychnis alpina
Fjelltjæreblom (5%)



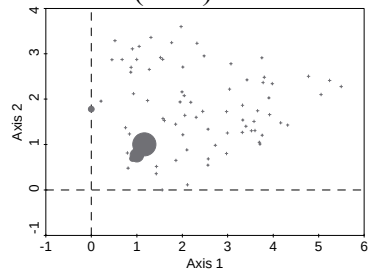
Juncus trifidus
Rabbesiv (30%)



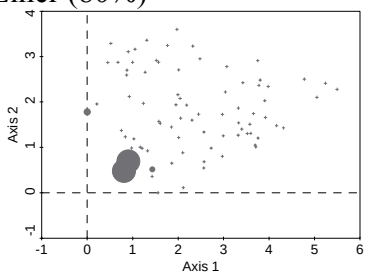
Lophozia sudetica
Raudflik (1%)



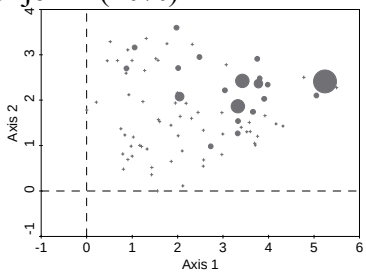
Maianthemum bifolium
Maiblomst(10%)



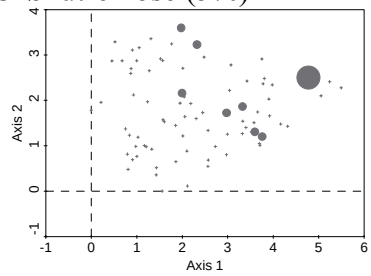
Juniperus communis ssp
Einer (80%)



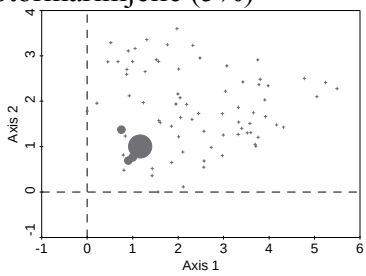
Lophozia wenzelii
Skjeflik (20%)



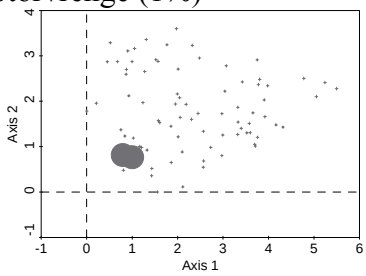
Marsupella brevissima
Snøhutremose (5%)



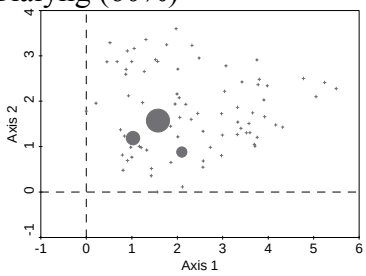
Melampyrum pratense
Stormarimjelle (5%)



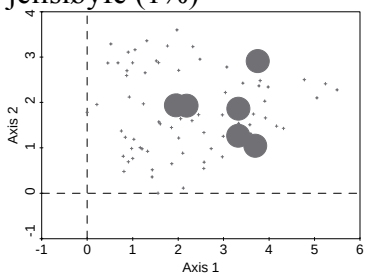
Nephroma arcticum
Storvrenge (1%)



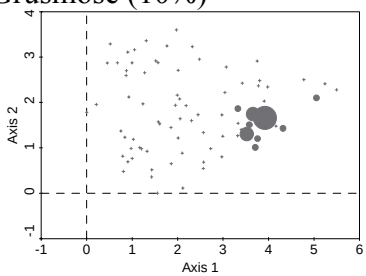
Phyllodoce caerulea
Blålyng (60%)



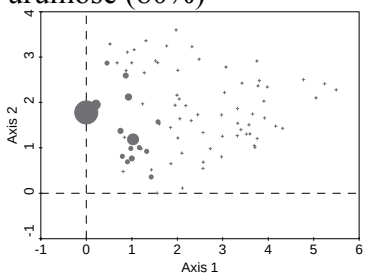
Moerckia blyttii
Fjellsløyfe (1%)



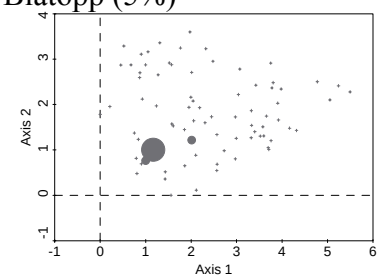
Oligotrichum hercynicum
Grusmose (10%)



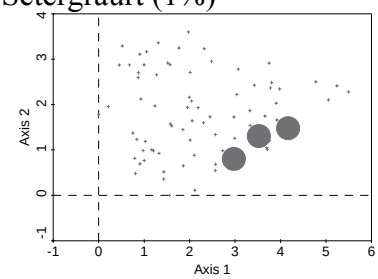
Pleurozium schreberi
Furumose (80%)



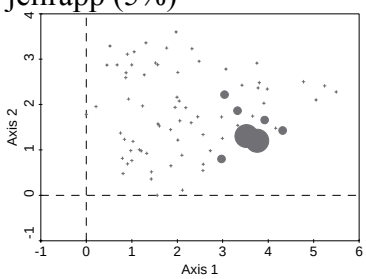
Molinia caeruela
Blåtopp (5%)



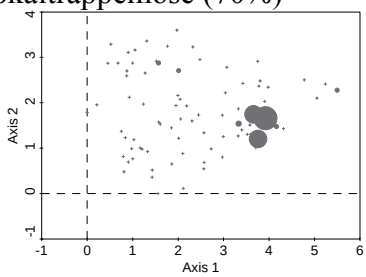
Omalotheca norvegica
Setergråurt (1%)



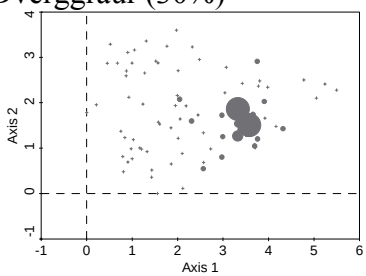
Poa alpina
Fjellrapp (5%)



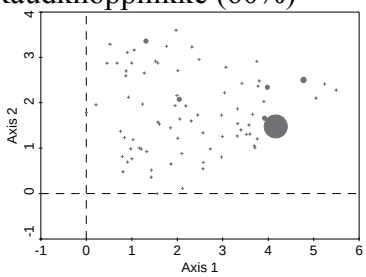
Nardia geoscyphus
Skåltrappemose (70%)



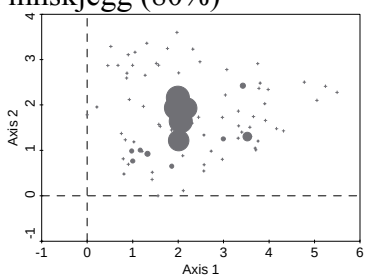
Omalotheca supinum
Dverggråur (30%)



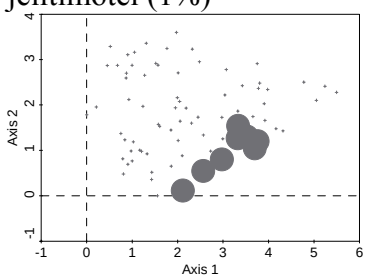
Pohlia drummondii
Raudknoppnikke (60%)



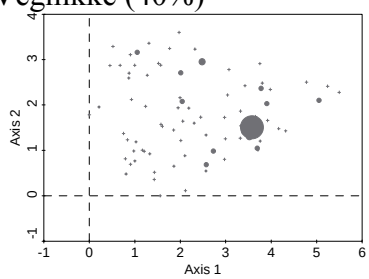
Nardus stricta
Finnskjegg (80%)



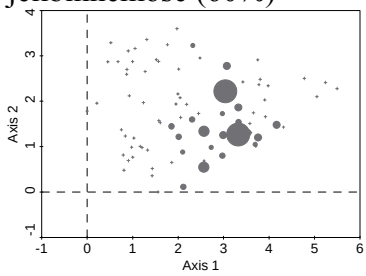
Phleum alpinum
Fjelltimotei (1%)



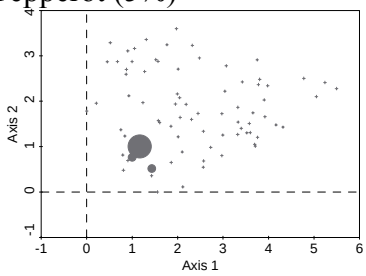
Pohlia nutans
Vegnikke (40%)



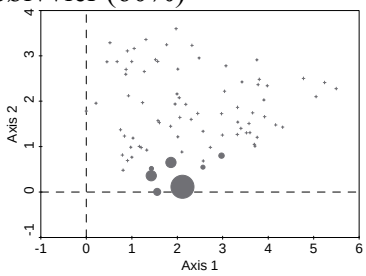
Polytrichastrum alpinum
Fjellbinnemose (60%)



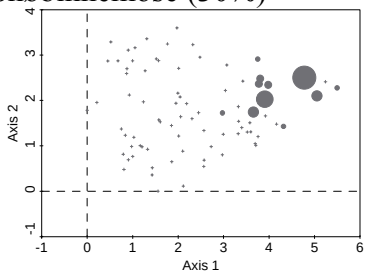
Potentilla erecta
Tepperot (5%)



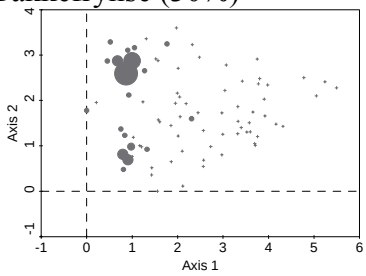
Salix glauca
Sølvvier (60%)



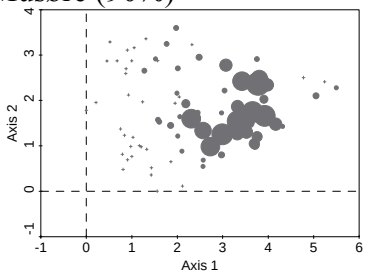
Polytrichastr. sexanguare
Snøbinnemose (30%)



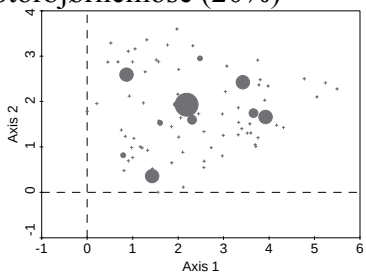
Ptilidium ciliare
Bakkefrynse (30%)



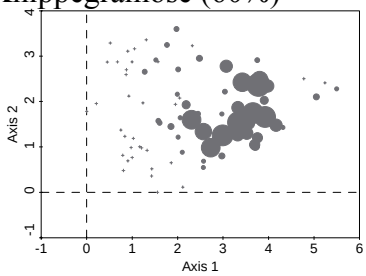
Salix herbacea
Musøre (90%)



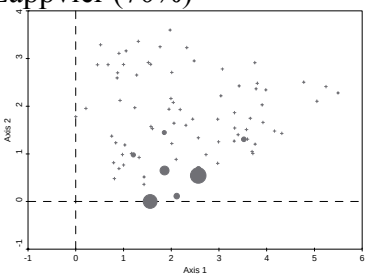
Polytrichum commune
Storbjørnemose (20%)



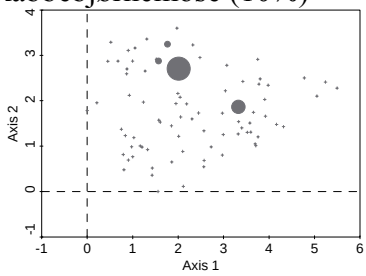
Racomitrium fasciculare
Knippegråmose (60%)



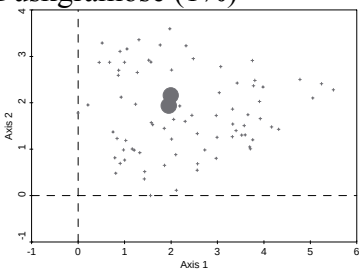
Salix lapponum
Lappvier (70%)



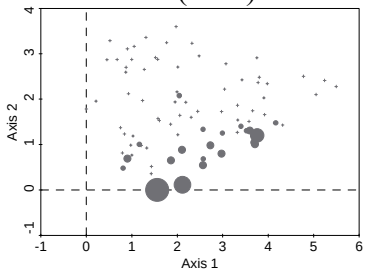
Polytrichum piliferum
Rabbebjørnemose (10%)



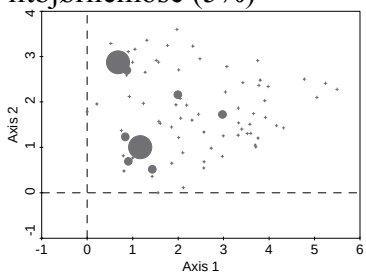
Racomitr. microcarpon
Duskgråmose (1%)



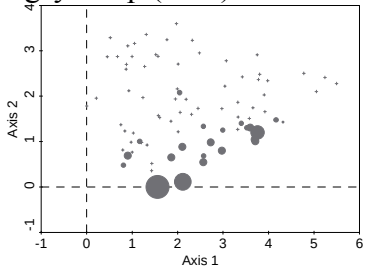
Sanionia uncinata
Klobleikmose (15%)



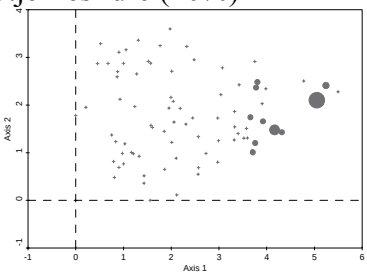
Polytrichum strictum
Filtbjørnemose (5%)



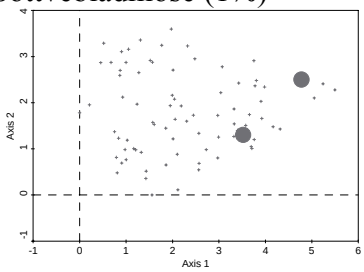
Rumex acetosa ssp
Engsyre ssp (30%)



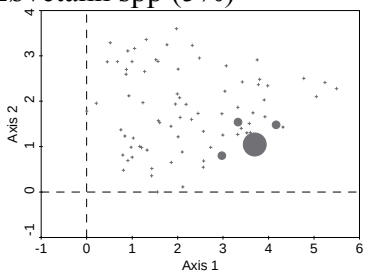
Saxifraga stellaris
Stjernesildre (10%)



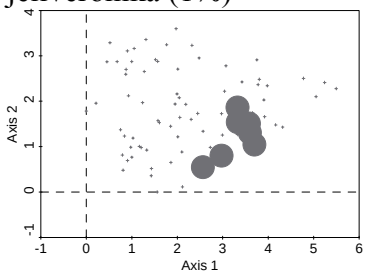
Scapania obscura
Sottvebladmose (1%)



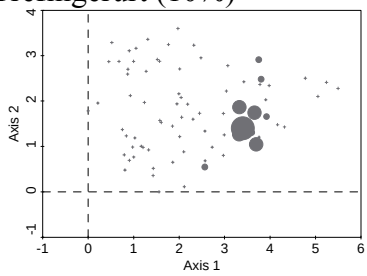
Taraxacum spp
Løvetann spp (5%)



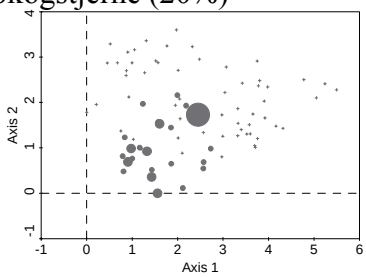
Veronica alpina
Fjellveronika (1%)



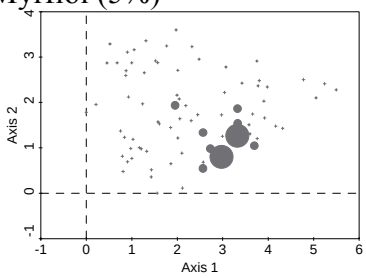
Sibbaldia procumbens
Trefingerurt (10%)



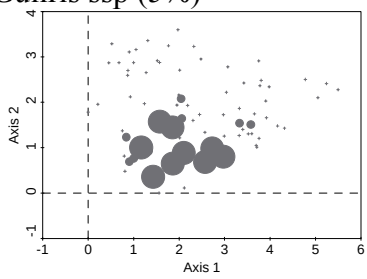
Trientalis europaea
Skogstjerne (20%)



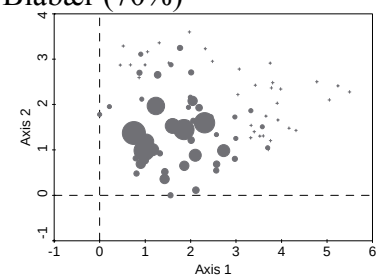
Viola palustris
Myrfiol (5%)



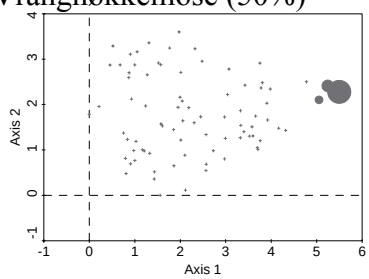
Soldiago virgaurea ssp
Gullris ssp (5%)



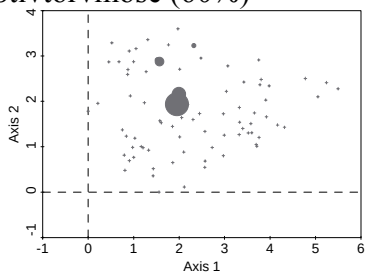
Vaccinium myrtillus
Blåbær (70%)



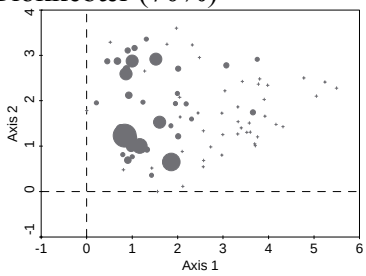
Warnstorfia exannulata
Vrangnøkkemose (50%)



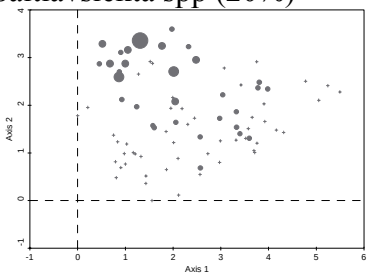
Sphagnum compactum
Stivtorvmose (60%)



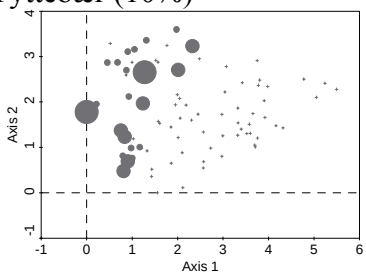
Vaccinium uliginosum
Blokkebær (70%)



Stereocaulon spp
Saltlavslekta spp (20%)



Vaccinium vitis-idaea
Tyttebær (10%)



Sammenhenger mellom artsutbredelse og miljøvariabler (CCA)

Egenverdiene på aksene er henholdsvis 0.515, 0.354, 0.234 og 0.196. Korrelasjonen mellom arter og miljø er meget sterk (r>0.90) for første aksen, mens den er sterk (0.70-0.89) for de tre andre aksene. Variansen over aksene avtar både for artsdatasettet og for arts-miljø forholdet (Tabell 17).

Tabell 17. Statistisk sammendrag av CCA ordinasjonen av hele datasettet.

CCA	Akse 1	Akse 2	Akse 3	Akse 4	Total inertia
Eigenvalues	0.515	0.354	0.234	0.196	6.343
Species-environment correlations	0.924	0.878	0.832	0.842	
Cumulative percentage variance					
of species data	8.1	13.7	17.4	20.5	
of species-environment relation	23.8	40.3	51.1	60.2	
Sum of all eigenvalues					6.343
Sum of all canonical eigenvalues					2.158

Akse 1. er høyest signifikant korrelert med pH, K, Våtv, Mold, Smaks, S=0, T>6. Variablene K og Mold er negative. **Akse 2.** er høyest signifikant korrelert med K, Mg, Ca og Hel. Alle variablene er negativt korrelerte til aksen. **Akse 3.** er høyest signifikant korrelert med P og Volv. Volv er negativt korrelert til aksen. **Akse 4.** er høyest signifikant korrelert med Ca, S=0, Hoh. Ca er negativt korrelert til aksen (Fig 40, Fig 41 og Tabell 18).

Tabell 18. Korrelasjonen mellom de fire første CCA aksene og inflasjonsfaktor (IF). ***p ≤ 0.001, **p ≤ 0.01 og *p ≤ 0,05

	Akse 1	Akse 2	Akse 3	Akse 4	IF
pH	0,826***	0,124	-0,123	-0,160	3.1342
P	-0,347***	-0,276*	0,380***	-0,066	2.0742
K	-0,437***	-0,632***	-0,160	0,214	4,4989
Mg	-0,271*	-0,580***	-0,279*	-0,035	8,2028
Ca	0,133	-0,523***	-0,235*	-0,352***	3.7428
Våtv	0,420***	0,287**	-0,260*	0,002	5,8667
Vann	-0,047	0,197	0,340**	-0,005	3,4868
Volv	0,303**	0,034	-0,400***	-0,075	9,6607
Mold	-0,419***	-0,213	0,155	0,034	5.5242
Smaks	0,616***	-0,249*	0,261*	0,142	3.6870
S=0	0,660***	-0,053	0,181	0,389***	4.6272
T>6	0,468***	0,234*	0,213	0,120	1.9242
Hoh	0,021	0,333**	-0,069	0,499***	1.5715
Hel	-0,127	-0,536***	-0,193	-0,002	1.2820
Eksp	-0,248*	-0,081	-0,001	-0,043	1.2365

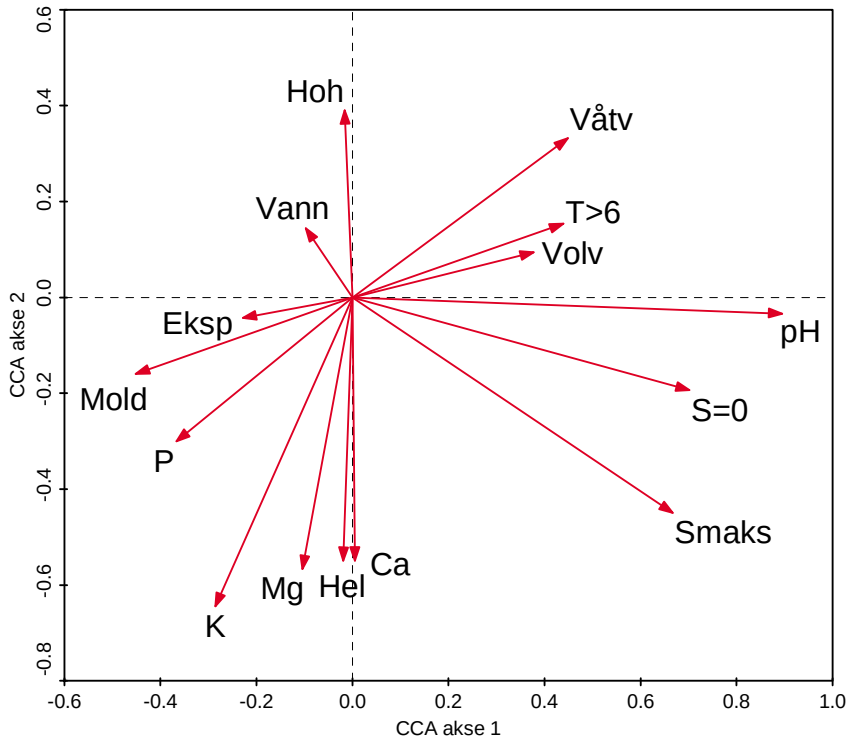


Fig 40. Miljøvariablene i CCA ordinasjonens akse 1. og 2. Ordinasjonen er meget lik DCA ordinasjonen (Fig 33).

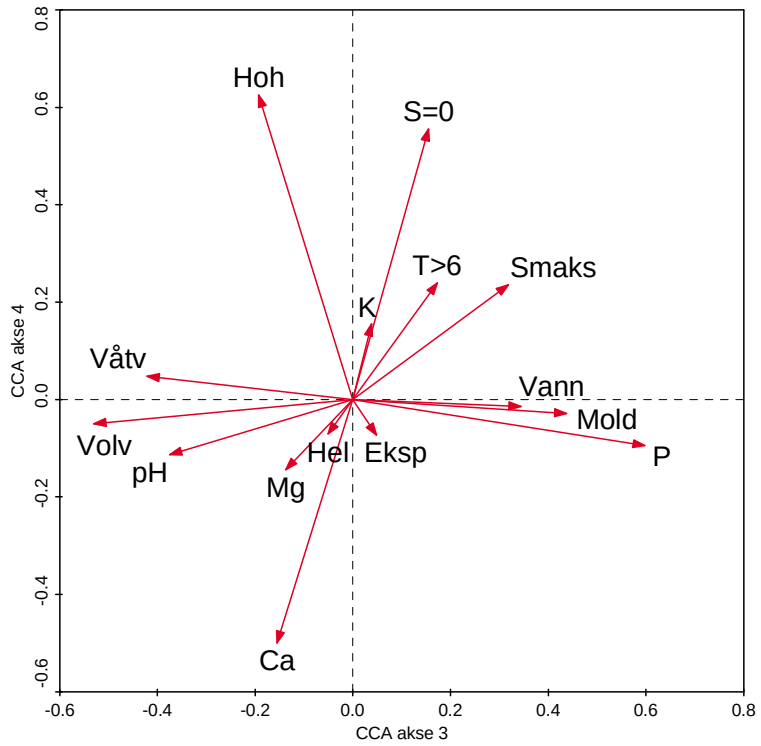


Fig 41. Miljøvariablene i CCA ordinasjonens akse 3. og 4.

Monte Carlo Permutation Test

Antall permutasjoner var satt til 499. Det ble foretatt både automatisk- og manuell seleksjon (Tabell 19). Ved automatisk seleksjon var miljøvariablene signifikante ($p<0.01$), med unntak av T>6, Hel, S=0 og Volv ($p<0.05$). Variablene Mold og Eksp var ikke signifikante ($p>0.05$). Ved den manuelle seleksjonen derimot var alle miljøvariablene signifikante ($p<0.01$) unntatt variabelen Eksp (p=1.208). Ved å fjerne denne variabelen i den manuelle seleksjonen, forklarer modellen 2.091 av 2.158 av variasjonen i datasettet.

Den individuelle variansen (marginal effect) er eigenverdien til hver miljøvariabel. Denne verdien oppgis som Lamda 1. Lamda A derimot er eigenverdien til en miljøvariabel når en tar hensyn til de foregående miljøvariabler (conditional effects).

Tabell 19. Resultatet fra den automatiske seleksjonen (t.v.) og den manuelle seleksjonen (t.h.)

Automatisk	Lambda A	P	F	Lambda1
pH	0.45	0.002	6,13	0.45
Smaks	0.25	0.002	3,41	0.35
K	0.19	0.002	2,79	0.24
Vann	0,16	0,002	2,35	0,16
Hoh	0.17	0.002	2,42	0.18
P	0.13	0.006	1,95	0.21
Ca	0.10	0.002	1,64	0.19
Våtv	0.11	0.010	1,57	0.22
Mg	0,09	0,010	1,46	0,17
T>6	0,10	0,014	1,45	0,19
Hel	0.09	0.020	1,49	0.15
S=0	0.09	0.028	1,39	0.34
Mold	0.07	0.166	1,17	0.21
Volv	0,09	0,020	1,42	0,18
Eksp	0.07	0.376	1,04	0.09

Manuel	P	F
pH	0,002	6,133
Smaks	0,002	4,696
S=0	0,002	4,575
K	0,002	3,09
Våtv	0,002	2,895
Mold	0,002	2,783
P	0,002	2,746
Ca	0,002	2,51
T>6	0,002	2,421
Volv	0,002	2,335
Hoh	0,002	2,321
Mg	0,002	2,192
Vann	0,002	2,047
Hel	0,002	1,925
Eksp	0,130	1,208

Forklaringsgrad til de ulike miljøvariablene

Miljøvariablene ble delt inn i fire grupper. Forklaringsprosenten til de fire gruppene ble beregnet ut fra eigenverdiene med kovariabler, mens samvariasjonen er differansen mellom eigenverdier uten kovariabler og med kovariabler (Tabell 20). Forklaringsgraden er henholdsvis 5.5% for snøfaktorer (S=0, Smaks, T>6), 11.0% for jordkjemi (pH, P, K, Mg, Ca), 6.7% for jordfysiologi (Volv, Våtv, Vann, Mold) og 4.3% for topografi (Hoh, Hel, Eksp). Samvariasjonen til det fire gruppene var på hele 7.5%. Totalt er det beregnet at 35.0% av variasjonen i datasettet forklart av 101%. På grunn av avrundingsregler blir den totale forklaringsprosenten 101%. Forklaringsprosenten til uforklart fått derfor fått verdien 65% istedenfor 66% (Fig 42).

Den sammenlagt inflasjonsfaktoren for jordkjemien er på 21.7, for snøvariablene 10.2, for jordfysiologi 24.5 og for topografi er på 4.1 (Tabell 18).

Tabell 20. Grunnlaget for beregning av forklaringsgrad for de ulike miljøvariablene.

	Eigenverdier u/kovariabler	Eigenverdier m/kovariabler	Forklaringsprosent
Total inertia	**6,343**		**100,0**
Alle miljøvariabler	**2,158**		
Snøfaktorer	**0,639**	**0,348**	**5,5**
Jordkjemi	**1,032**	**0,697**	**11,0**
Jordfysiologi	**0,557**	**0,427**	**6,7**
Topografi	**0,405**	**0,273**	**4,3**
Sum	**2,633**		
Samvaiasjon	**0,475**		**7,5**
Uforklart	**4,185**		**66,0**

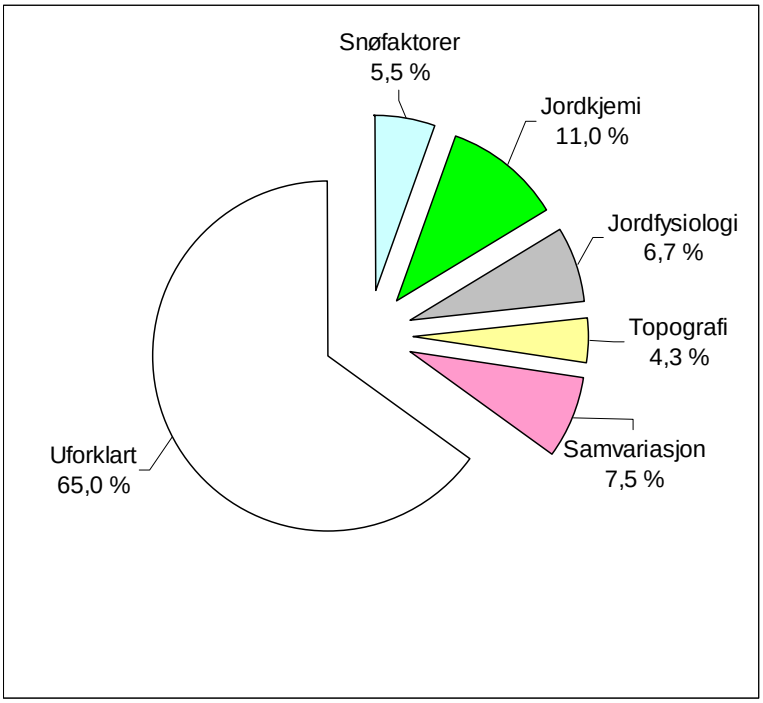


Fig 42. Forklaringsgraden i prosent til Snøfaktorer (S=0, Smaks og T>6), Jordkjemi (pH, P, K, Mg og Ca), Jordfysiologi (Volv, Våtv, Vann og Mold) og Topografi (Hoh, Hel og Eksp).

GLM (Fitted Generalized Linear Model)

Det ble utført GLM analyser med utgangspunkt i det tre miljøvariablene S=0, T>6 og Smaks. Resultatene fra GLM analysen er fremstilt grafisk (Fig 43-Fig 50) for alle arter som var signifikante ($p<0.05$) for miljøvariabelen S=0. Data fra GLM analysene for miljøvariablene S=0, T>6 og Smaks er alle samlet i Tabell 21.-Tabell 23. hvor artene er sortert med hensyn til den respektive miljøvariabelen.

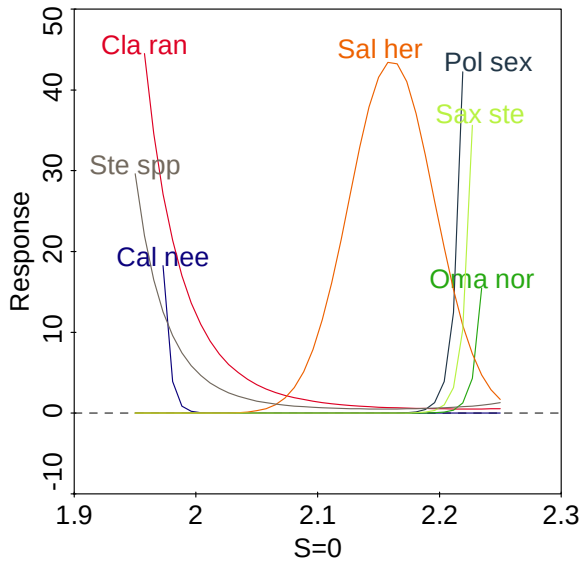


Fig 43. ***Cladonia rangiferna, Calypogeia neesiana, Omalotheca norvegica, Polytrichum sexangulare, Salix herbacea, Saxifraga stellaris og Stereocaulon* spp.**

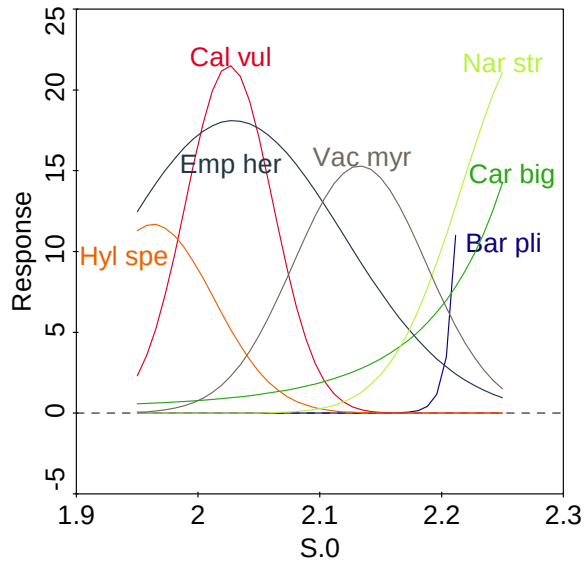


Fig 45. ***Barbilophozia kunzenan var plicata, Calluna vulgaris, Carex bigelowii, Empetrum nigrum* ssp, *Hylocominum spendens, Nardus stricta og Vaccinium myrtillus.***

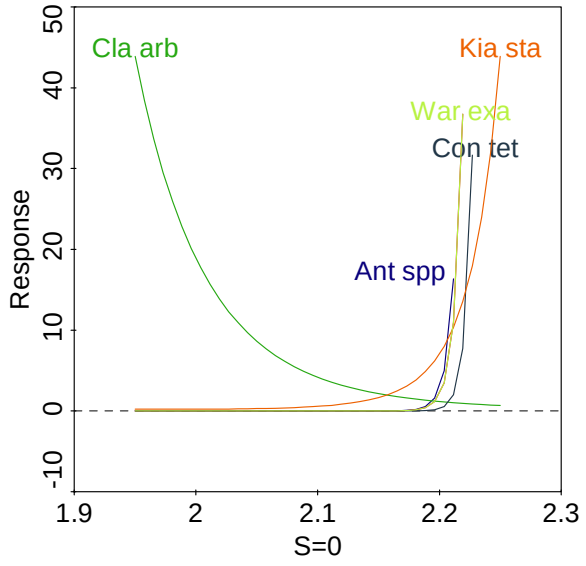


Fig 44. ***Anthelia* spp, *Cladonia arbuscula,Conostomum tetragonum, Kiaeria starkei og Warnstorfia exannulata.***

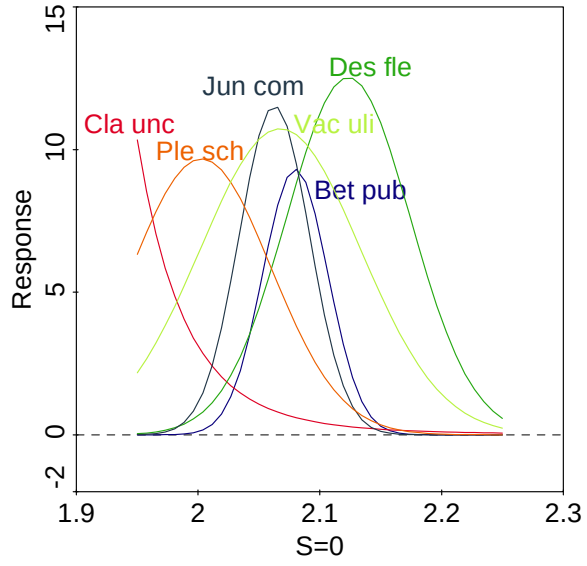


Fig 46. ***Betula pubescens* ssp, *Cladonia uncialis, Deschampsia flexuosa, Juniperus communis* ssp, *Pleurozium schreberi og Vaccinium uliginosum.***

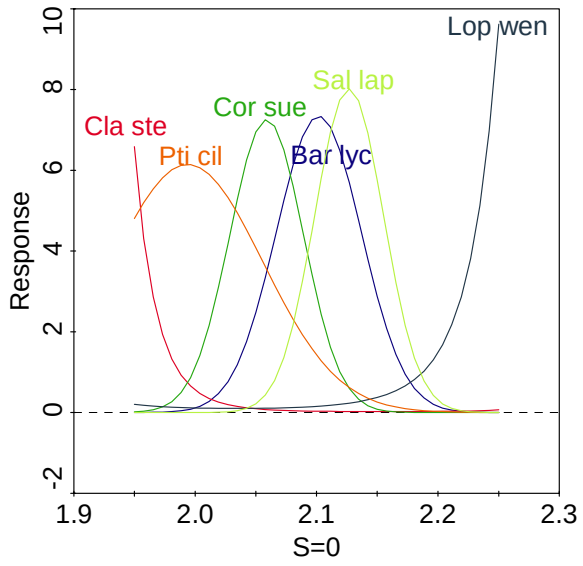


Fig 47. ***Barbilophozia lycopodies, Cladonia stellaris, Cornus suecica, Lophozia wenzelii, Ptilidium ciliare og Salix lapponum.***

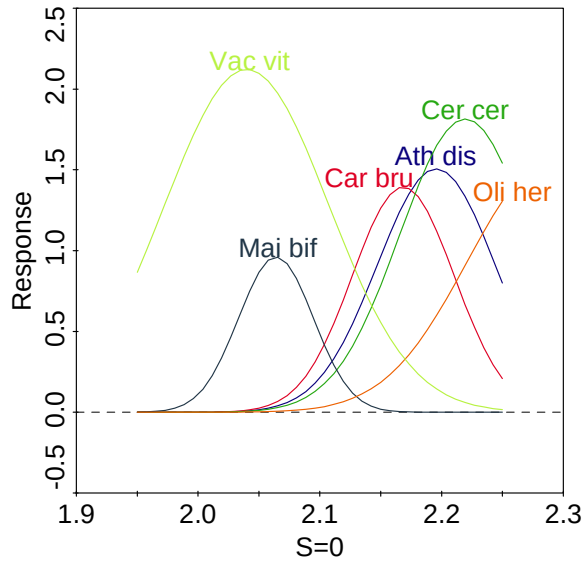


Fig 49. ***Athyrium disentiflorum, Carex brunnencens, Cerastium cerastoides, Maianthemum biflorum, Oligotrichum hercynicum og Vaccinium vitis-idaea.***

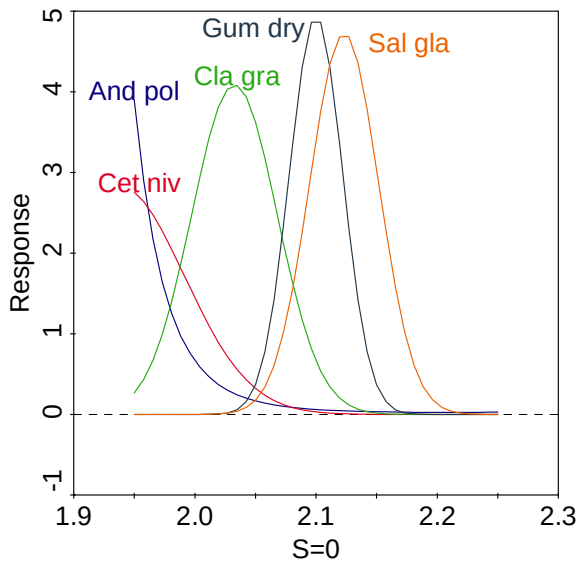


Fig 48. ***Andromeda polifolia, Cetraria nivalis, Cladonia gracilis, Gymnocarpium dryopteris og Salix glauca.***

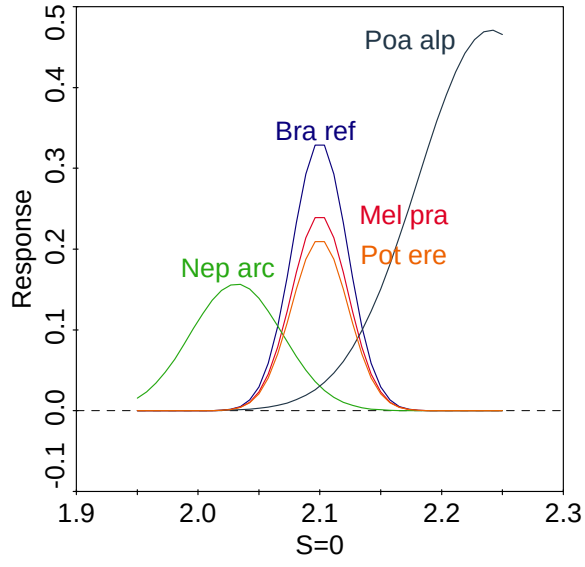


Fig 50. ***Brachythecium reflexum, Cladonia sulphurina*** **(overlapper Nep arc kurven)** ***Melampyrum pratense, Nephroma arcticum, Poa alpina og Potentilla erecta.***

Tabell 21. Signifikante arter for miljøvariabelen S=0. Optimum (Opt) og konfidensintervall fra laveste (Lav) til høyeste (Høy) verdi er oppgitt som "dag nr". Signifikansen (P) til analysen er under innstillingen "Quadratic". Artenes utbredelse er beskrevet som "lineær" eller "umodal" under kolonnen "Model". Lineære arter har optimum tidlig (>) eller sent (<).

		Opt	Lav	Høy	P	Model
Andromeda poliflolia	Kvitlyng	>			0,003	lineær
Cladonia arbuscula	Lys reinlav	>			0,000	lineær
Cladonia rangiferna	Grå reinlav	>			0,000	lineær
Cladonia stellaris	Kvitkrull	>			0,009	lineær
Cladonia uncialis	Pigglav	>			0,000	lineær
Stereocaulon spp	Saltlavslekta	>			0,000	lineær
Cetraria nivalis	Gulskinn	87			0,000	umodal
Hylocominum splendens	Etasjomose	91			0,000	umodal
Ptilidium ciliare	Bakkefrynse	98	54	105	0,026	umodal
Pleurozium schreberi	Furumose	100	79	106	0,000	umodal
Calluna vulgaris	Røsslyng	107			0,000	umodal
Cladonia gracilis	Syllav	107			0,000	umodal
Cladonia sulphurina	Fausklav	107			0,038	umodal
Empetrum nigrum ssp	Krekling	107	101	111	0,000	umodal
Nephroma arcticum	Storvrenge	107			0,038	umodal
Vaccinium vitis-idaea	Tyttebær	110	97	116	0,004	umodal
Cornus suecica	Skriubber	115			0,007	umodal
Juniperus communis ssp	Einer	115			0,017	umodal
Maianthemum biflorum	Maiblomst	115			0,021	umodal
Vaccinium uliginosum	Blokkebær	117	114	119	0,005	umodal
Betula pubescens ssp	Bjørk	120	116	139	0,000	umodal
Barbilophozia lycopodies	Gåsefotskjeggmose	126	122	130	0,000	umodal
Brachythecium reflexum	Sprikelundmose	126			0,000	umodal
Gymnocarpium dryopteris	Fugletelg	126			0,002	umodal
Melampyrum pratense	Stormarimjelle	126			0,007	umodal
Potentilla erecta	Tepperot	126			0,019	umodal
Deschampsia flexuosa	Smyle	132	131	135	0,016	umodal
Salix glauca	Sølvvier	132			0,011	umodal
Salix lapponum	Lappvier	135			0,019	umodal
Vaccinium myrtillus	Blåbær	135	134	137	0,044	umodal
Salix herbacea	Musøre	145			0,002	umodal
Carex brunnencens	Seterstarr	148			0,019	umodal
Athyrium disentiflorum	Fjellburkne	158			0,042	umodal
Cerastium cerastoides	Brearve	166			0,038	umodal
Poa alpina	Fjellrapp	174			0,026	umodal
Nardus stricta	Finnskjeg	191			0,001	umodal
Oligotrichum hercynicum	Grusmose	195			0,010	umodal
Anthelia spp	Snømose spp	<			0,002	lineær
Barbilophozia kun. var *plicata*	-	<			0,044	lineær
Carex bigelowii	Stivstarr	<			0,016	lineær
Conostomum tetragonum	Hjelmmose	<			0,000	lineær
Kiaeria starkei	Snøfrostmose	<			0,006	lineær
Lophozia wenzelii	Skjeflik	<			0,010	lineær
Omalotheca norvegica	Setergråurt	<			0,013	lineær
Polytrichum sexangulare	Snøbinnemose	<			0,001	lineær
Warnstorfia exannulata	Vrangnøkkemose	<			0,046	lineær

Tabell 22. Signifikante arter for miljøvariabelen T>6. Optimum for T>6 (Opt) og konfidensintervall fra laveste (Lav) til høyeste (Høy) verdi er oppgitt som "dag nr". Signifikansen (P) til analysen er under innstillingen "Quadratic". Artenes utbredelse er beskrevet som "lineær" eller "umodal" under kolonnen "Model". Lineære arter har optimum tidlig (>), sent (<) eller har et skift (><) langs gradienten.

		Opt	Lav	Høy	P	Model
Phegopteris connectilis	Hengeving	>			0,000	lineær
Pohlia nutans	Vegnikke	>			0,000	lineær
Salix glauca	Sølvier	>			0,006	lineær
Brachythecium reflexum	Sprikelundmose	111			0,000	umodal
Ptilidium ciliare	Bakkefrynse	141	130	144	0,009	umodal
Cetraria nivalis	Gulskinn	142			0,032	umodal
Vaccinium uliginosum	Blokkebær	143	139	145	0,028	umodal
Cladonia rangiferina	Grå reinlav	146	141	149	0,029	umodal
Cladonia spp	begerlav gruppe	146	140	149	0,040	umodal
Cladonia arbuscula	Lys reinlav	147	156	148	0,001	umodal
Cladonia squamosa	Fnaslav	147			0,004	umodal
Cladonia uncialis	Pigglav	147	138	150	0,046	umodal
Cladonia gracilis	Syllav	148	144	150	0,003	umodal
Potentilla erecta	Tepperot	149			0,040	umodal
Empetrum nigrum ssp	Fjellkrekling	149	174	150	0,002	umodal
Cetraria delisei	Snøskjerpe	149	146	151	0,032	umodal
Cetraria ericetorum	Smal islandslav	149	149	150	0,001	umodal
Vaccinium vitis-idaea	Tyttebær	149	147	151	0,001	umodal
Juniperus communis ssp	Einer	152	152	152	0,000	umodal
Nephroma arcticum	Storvrenge	152			0,000	umodal
Hylocomium splendens	Etasjemose	152	152	153	0,014	umodal
Vaccinium myrtillus	Blåbær	154	153	154	0,026	umodal
Phyllodoce caerulea	Blålyng	154	154	154	0,000	umodal
Cetraria islandica	Islandslav	155	154	155	0,000	umodal
Dicranum fuscescens	Bergsigd	156	156	157	0,002	umodal
Nardus stricta	Finnskjegg	158	157	158	0,004	umodal
Cladonia bellidiflora	Blomsterlav	158	157	162	0,044	umodal
Barbilophozia kun. var *plicata*	-	159	158	160	0,012	umodal
Barbilophozia floerkei	Lyngskjeggmose	159	158	160	0,026	umodal
Gymnomitrion concinnatum	Rabbeåmemose	165	166	165	0,000	umodal
Lophozia wenzelii	Skjeflik	165	163	172	0,003	umodal
Polytrichastrum sexangulare	Snøbjørnemose	166	164	170	0,004	umodal
Marsupella brevissima	Snøhutremose	167			0,012	umodal
Anthelia spp	Snømose spp	168	166	171	0,003	umodal
Warnstorfia exannulata	Vrangnøkkemose	169	167	173	0,046	umodal
Cassiope hypnoides	Moselyng	170	169	174	0,000	umodal
Conostomum tetragonum	Hjelmmose	187			0,000	umodal
Kiaeria starkei	Snøfrostmose	193	180	274	0,000	umodal
Juncus trifidus	Rabbesiv	><			0,036	lineær
Hieracium alpinum	Fjellsveve	><			0,044	lineær
Nardia geoscyphus	Skåltrappemose	<			0,000	lineær
Salix herbacea	Musøre	<			0,030	lineær
Sphangnum girgensohnii	Grantorvmose	<			0,002	lineær
Oligotrichum hercynicum	Grusmose	<			0,014	lineær
Huperzia selago ssp	Lusegras	<			0,022	lineær

Tabell 23. Signifikante arter for variabelen Smaks. Optimum (Opt) og konfidensintervall fra laveste (Lav) til høyeste (Høy) verdi er oppgitt i cm. Signifikansen (P) til analysen er under innstillingen "Quadratic". Ettersom noen av artene trolig har en lineær respons til Smaks, får disse ekstreme verdier for optimum til Smaks. Og arter med negativt respons til Smaks er gitt verdien 0 cm.

		Opt	Lav	Høy	P
Andromeda polifolia	Kvitbladlyng	0			0.001
Stereocaulon spp	Saltlavslekta	0			0.000
Cladonia rangiferina	Grå reinlav	3	0	5	0.000
Cladonia gracilis	Syllav	5	0	9	0.000
Cladonia arbuscula	Lys reinlav	7	5	9	0.000
Cetraria nivalis	Gulskinn	8	6	10	0.000
Cladonia uncialis	Pigglav	9	5	12	0.000
Cetraria delisei	Snøskjerpe	11	5	17	0.008
Cladonia spp	Begerlavgruppen	13	8	16	0.000
Ptilidium ciliare	Bakkefrynse	13	11	15	0.000
Arctostaphylos alpinus	Rypebær	14	12	17	0.003
Empetrum nigrum ssp	Fjellkrekling	17	14	19	0.000
Cetraria ericetorum	Smal islandslav	19	16	22	0.001
Calluna vulgaris	Røsslyng	21			0.002
Lophozia spp	Flikmose spp	24			0.005
Vaccinium vitis-idaea	Tyttebær	27	19	33	0.000
Pleurozium schreberi	Furumose	44	39	47	0.000
Lychnis alpina	Fjelltjæreblom	55			0.030
Barbilophozia lycopodioides	Gåsefotskjeggmose	63			0.005
Juniperus communis ssp	Einer	63	62	63	0.012
Luzula spicata	Aksfrytle	91			0.003
Maianthemum bifolium	Maiblomst	91	59	104	0.017
Melampyrum pratense	Stormarimjelle	98	79	108	0.000
Potentilla erecta	Tepperot	98	64	110	0.000
Cladonia bellidiflora	Blomsterlav	102	70	124	0.041
Vaccinium myrtillus	Blåbær	105	100	110	0.000
Deschampsia flexuosa	Smyle	110	105	115	0.000
Betula pubescens ssp	Bjørk	112	107	115	0.000
Trientalis europaea	Skogsstjerne	112	96	126	0.009
Soldiago virgaurea ssp	Gullris ssp	120	103	137	0.001
Gentiana purpurea	Søterot	132	101	170	0.037
Hieracium alpinum	Fjellsveve	132			0.000
Agrostis mertensii	Fjellkvein	138			0.037
Taraxacum spp	Løvetann spp	138			0.039
Veronica alpina	Fjellveronika	141			0.004
Rumex acetosa ssp	Engsyre ssp	148	133	163	0.019
Phleum alpinum	Fjelltimotei	155			0.004
Anthoxanthum odoratum	Gulaks	158	140	188	0.003
Dryopteris expansa	Sauetelg	158			0.000
Phegopteris connectilis	Hengeving	158			0.000
Viola palustris	Myrfiol	158			0.032
Bistorta vivipara	Harerug	162	133	239	0.010
Cryptogramma crispa	Hestespreng	162	155	175	0.030
Omalotheca norvegica	Setergråurt	174			0.000
Athyrium distentifolium	Fjellburkne	182	171	200	0.001
Omalotheca supinum	Dverggråurt	186	177	202	0.002

Warnstorfia exannulata	**Vrangnøkkemose**	**186**			**0.000**
Racomitrium fasciculare	**Knippegråmose**	**191**	**180**	**202**	**0.024**
***Anthelia* spp**	**Snømose spp**	**195**	**185**	**213**	**0.013**
Juncus filiformis	**Trådsiv**	**195**			**0.006**
Poa alpina	**Fjellrapp**	**210**	**172**	**516**	**0.006**
Saxifraga stellaris	**Stjernesildre**	**213**	**189**	**279**	**0.006**
Cerastium cerastoides	**Brearve**	**251**	**221**	**339**	**0.028**
Nardia geoscyphus	**Skåltrappemose**	**275**	**267**	**298**	**0.015**
Oligotrichum hercynicum	**Grusmose**	**316**			**0.000**
Salix herbacea	**Musøre**	**617**	**427**	**1455**	**0.000**
Conostomum tetragonum	**Hjelmmose**	**1072**			**0.000**
Polytrichastrum sexangulare	**Snøbjørnemose**	**1148**			**0.000**

DISKUSJON

Klima våren 2004 i forhold til normalen 1961-1990

Når det gjelder klimaet fra høsten 2003 til våren 2004 så avviker både temperatur og nedbør noe fra normalen. Midtlæger hadde en noe mildere vinter (unntatt januar), en varm mai, etterfulgt av en noe kaldere juni og juli måned (Vedlegg 4). Januar er litt kaldere og avviker -0.8 fra normalen, mens månedene november til mai avviker positivt fra normalen med en høyere middelverdier. Juni ligger -0.8 under normalen og juli -0.7 under normalen. Temperaturen stiger over 0°C i midten av april, da snøsmeltingen trolig starter. Mai får høye temperaturverdier fra den 6-11. mai. Temperaturen faller så og er forholdsvis lav frem til den 27. mai hvor temperaturen igjen stiger og holder seg rimelig konstant (Vedlegg 4). Den kalde perioden i mai resulterer i at nedbør faller som snø og snøsmeltingen stanser opp i mellomalpin sone. Noen ruter får også en økning i snødekke ettersom nedbøren faller som snø.

Nedbørsdata er hentet fra Vågsli klimastasjon hvor det var foretatt nedbørsmålinger i tidsrommet 2003-04 (Vedlegg 4). Klimastasjonen hadde generelt mindre nedbør, men med unntak av desember og januar, hvor nedbøren ligger henholdsvis 7.7 mm og 31.6 mm over normalen. I perioden november til mars ligger normalen på 480 mm, mens sesongen 2003-04 ligger på 420 mm. Nedbøren for november 2003 til mars 2004 ligger nedbøren 60 mm under normalen. Mai måned derimot har mer nedbør enn normalen og har trolig fremskyndet snøsmeltingen noe på lavere nivå (Vedlegg 4).

Upubliserte data fra Odland tyder på at det var 15-20 dager tidligere snøsmelting i nordboreal og lavalpin sone, mens det i mellomalpin sone nesten ikke er noen forskjell i snøsmeltingsmønsteret i forhold til tidligere år (Fig 51). Dette gav en tidlig vår i nordboreal og lavalpin sone, etterfulgt av en stagnasjon på grunn av lave temperaturer i juni og juli.

Fig 51. Bildet er tatt fra Haukeliseter brøytestasjon mot Kjelatind 10. Juli 2004. På bildet får man et inntrykk av hvor langt vekstsesongen har kommet i lavalpin sone, samtidig som det ennå ligger noe snø fra ca 1000 m.o.h.

Jordprøvene

Tidspunktet for innsamling av jordprøver var trolig ikke det mest gunstige med tanke på betydningen for plantene. Da fuktighetsforholdene i jorda har trolig større betydning for plantene tidlig på sesongen enn det har på høsten.

Metoden som ble brukt til jordprøvetaking er en grov metode med hensyn til prøvens våtvekt (Våtv) og vanninnhold (Vann), da jordprøvene trolig varierte noe i volum. Til tross for denne variasjonen viser dataene at både Våtv og Vann korrelerte med pH, Volv og Mold. Resultatene av jordprøvene viste, som forventet, en forholdsvis liten variasjon i de jordkjemiske verdiene. Selv om en i samplingsmetoden stratifiserte for oligotrof vegetasjon, var pH den variabelen som hadde størst forklaringsgrad. Dette henger sammen med at variasjonen i pH for tidlig snøbare ruter har større biologisk produksjon, og danner en større mengde humus og humussyrer som senker pH i jorden (Kudo og Ito 1992). Humusen produserer H^+-ioner som igjen senker pH i substratet, unntatt i snøleier som trolig har en høyere bufferkapasitet som binder frie H^+-ioner. Snøleiene har i tillegg en lavere biologisk produksjon og følgelig tilførsel av humussyrer igjennom strøfall. Ellers var det liten variasjon i de jordkjemiske variablene langs den viktigste gradienten, men langs de øvrige gradientene var de jordkjemiske variablene korrelert.

Som et indirekte mål på jordfuktighet ble Våtv og Volv brukt. Disse variablene ble brukt siden fuktighetsforholdene forandrer seg igjennom sesongen (Walker *et al*. 1994). Vann derimot viser innholdet av vann i selve jordprøven. Da vann er høyt korrelert med både Volv (r=-0.52) og Mold (r=0.50), tyder det på at innholdet av vann beskriver evnen til å holde på vann i selve jordprøven. Vann beskriver derfor trolig ikke de feltmessige forholden plantene blir utsatt for men jordtypen. Korrelasjonsmatrisen (Tabell 10) viser også at våtvekt og volumvekt er høyt korrelert (r=0.69) noe som også henger sammen med tettheten av til jordprøvene. Utvikling av humus krever tilgang på oksygen. Prøver med høyt innhold av humus har derfor trolig større tilgang på oksygen hele eller deler av sesongen. Prøver med lavt innhold av humus har trolig liten tilgang til oksygen på grunn av mye vann, eller liten produksjon av organisk materiale på grunn av kort vekstsesong. Utviklingen av humus henger derfor også sammen med varigheten til snødekket og produktiviteten til de planter som er tilstede. Et langvarig snødekke resulterer i liten produksjon av organisk materiale på grunn av den korte vekstsesongen (Wijk 1986).

Snø og vekstsesong

Snøens høye albedo reflekterer mye av engergien som tilføres av sollyset i vintersesongen. Men ettersom snø blir gammel, smelter eller blåser bort, vil bare flekker (rabber, stein, fjellskrenter, busker og trer) kommer til syne (Fig 53) sammen med partikler (planterester og jord) som blåser fra de snøbare rabber og ut på den hvite snøen. Dette resulterer i en lavere albedo for snødekket og følgelig mottar det mer energi og smeltehastigheten øker. Det ble observert en hurtigere smelting nær bare flekker og mørke gjenstander under feltarbeidet. Også regnvann tidlig i sesongen økte trolig hastigheten på snøsmeltingen. Walker *et al*. (1994) fant ut at nedbør tidlig i sesongen hadde stor betydning for S=0 og T>6. Grunnen til dette var at regnvannet tar opp energi fra luften og temperaturen i regnvannet stiger. På høyere nivå ble det også observert en stagnasjon i snøsmeltingen, da det falt nysnø mellom første og andre måling. Dette resulterte i en lavere smeltehastighet på høyere nivå, noe som også henger sammen med at lufttemperaturen generelt synker med økende høyde over havet (Körner 1999). Noen ruter på høyt nivå fikk til og med en liten økning i snødekke mellom første (26.-27. mars) og andre måling (24.-25. april).

Topografi, fremherskende vindretning, eksposisjon og helling er de viktigste faktorer for snødekket mektighet og sekundert varighet (Evans *et al*. 1989, Isard 1986). Under feltarbeidet ble det observert en raskere snøsmelting ved gunstig eksposisjon og helling til tross for svake korrelasjoner i korrelasjonsmatrisen (Tabell 10). I skog blir snø liggende mer stabilt, mens vinden lettere kan flytte snøen over skoggrensen (Fig 52). I de alpine sonene blir derfor snøen fjernet fra vindutsatte rabber og lagt igjen i søkk og lesider (Vestergren 1902), noe som danner grunnlaget for vegetasjonsgradienten fra rabber til lesider og snøleier. Rabbearter må tåle lave temperaturer og vindslitasje om vinteren, og tørke om sommeren. (Nordhagen 1943, Dahl 1957). Snøleiearter trenger ikke tåle lave vintertemperaturer på grunn av snøens isolasjon, men får følgelig en kort vekstsesong da snøen ligger lengre og jordvannet holder jordtemperaturen lav langet ut over sommeren (Gjærevoll 1956). Få arter klarer å overleve hele miljøgradienten som skapes direkte eller indirekte av snødekket (Wijk 1986).

Den tydeligste variasjonen mellom rabber, lesider og snøleier finner man i lavalpin sone, spesielt i O1 seksjonen (Moen 1998). I mellomalpin sone derimot bryter disse tydelige grensene mer eller mindre sammen til en mosaikk mellom snøleier og rabber, hvor snødekkets mektighet trolig er av sekunder betydning ettersom snøleier ikke krever et mektig snødekke (Moen 1998). På høyt nivå er gjerne snødybden mindre, men smelter senere bort. Andre faktorer enn snødekkets mektighet spiller derfor trolig en større rolle på høyt nivå.

Fig 52. Kraftig vind vil fjerne nysnø fra rabber over tregrensen ettersom det ikke er noen vegetasjon som holder på snøen. Her kan en se hvordan vinden har fjernet snø fra en rabbe. (27. mars 2004)

Framsmeltingen i lavalpin sone var 2-3 uker tidligere enn normalt, mens det i mellomalpin sone nesten ikke var noen forskjell i snøsmeltingen (Odland, upubliserte data). Grunnen til dette var trolig en snøfattig vinter etterfulgt av en varm mai måned. Det er fra tidligere kjent at mengden snø og fremsmeltingstidspunkt varierer fra år til år (Nordhagen 1943, Dahl 1957, Bilbrough og Welker 2000). Stanton *et al*. (1994) fant imidlertid en liten variasjon i fremsmeltingstidspunkt for snøleiesamfunn hvor fremsmeltingstidspunktet bare varierte med en uke mellom tre år. Derimot er trolig fordelingen av snødekket og Smaks relativt konstant (Gjærevoll 1956, Dahl 1957, Olster *et al*. 1982). Målingene til Olster *et al*. (1982) viser relativt stabile 1. april målinger (Smaks), mens fremsmeltingstidspunkt varierer mer mellom år, noe som kan være forklaringen på hvorfor flere arter er signifikante for Smaks enn for S=0 og T>6 i GLM analysen (Tabell 21, 22, 23). Undersøkelsen til Schaminée *et al*. (1992) og Stanton *et al*. (1994) viste at dato for fremsmelting (S=0) var den viktigste faktoren for å

forklare artsfordelingen i snøleiesamfunn. Av de tre snødataene i denne undersøkelsen (S=0, Smaks, T>6) var det S=0 som var høyest korrelert til DCA akse 1. (r=0.74) (Tabell 15). Sherard og Geale (1983) fant i likhet med denne undersøkelsen (Tabell 10) en høy korrelasjon mellom Smaks og S=0. Artenes fordeling kan derfor trolig gjenspeile snøforholdene, og snøgradienten er trolig av stor betydning. Walker *et al* (1994) fant ut, på grunnlag av levende plantemasse, at tørre vegetasjonstyper var avhengige av forrige års nedbør, mens fuktige vegetasjonstyper var avhengige av årets nedbør. Snøleier derimot var avhengeige av snøfri dato (S=0).

Fig 53. Foto er tatt 27. mars 2004 fra lavalpin sone mot syd. Fjelltoppen man skimter er Vassdalseggi 1658. En lavere albedo, på grunn av mørke gjenstander som trær og fjellskrenter, forsterker trolig smeltehastigheten på lavere nivå i tillegg til temperaturen. Ettersom flere mørke gjenstander smelter frem, forsterkes smeltehastigheten ytterligere.

Korrelasjoner mellom miljøvariablene

PCA analysen over miljøvariablene viser at PCA akse 1. har en egenverdi på 0.955. Høyest korrelert med 1. aksen er snødataene. Innenfor snødataene var det T>6, S=0 og Smaks som hadde den høyeste signifikante korrelasjonene. Det kan derfor tyde på at det har lykkes å samle inne et relativt oligotroft datasett, hvor snøgradienten forklarer den største variasjonen i datasettet.

Ettersom PCA analysen tar utgangspunkt i normalfordelte data, ble noen av miljøvariablene transformert med log(x+1). Dette påvirket resultatet slik at miljøvariablene T>6, P og Mold, som ikke var transformert slo sterkere ut i analysen enn Hoh som var transformert. Særlig har T>6 en meget høy gjennomsnittsverdi (154) og følgelig en høy verdi for varianse (68) sammenlignet med de andre miljøvariablene. Gjennomsnittsverdier for de andre miljøvariablene lå alle på verdier under 6 med en varians på under 2. Dette forklarer hvorfor T>6 slår så sterkt ut i PCA analysen. Men, variabler som pH, K, Våtv, Smaks, og S=0 slo sterkt ut til tross for at disse ble transformert. Det tyder derfor på, om man tar hensyn til transformasjons-forskjeller, at variablene T>6, Smaks, S=0 slår sterkest ut på PCA akse 1. og Volv, Våtv, pH, Mold, Vann, K og P slår sterkest ut på PCA akse 2. (Fig 31).

Jorddataene viser at snøleiegradienten er en kompleks faktor der både jordkjemiske og jordfysikalske forhold er svært viktige. Korrelasjonene mellom de ulike jorddataene (Tabell 10) og DCA aksene (Fig 33) samsvarer med andre lignende norske undersøkelser som Økland og Bendiksen (1985) og Rydgren (1994).

pH er den miljøvariabelen som slo sterkest ut på 1. aksen i DCA og CCA analysen. Korrelasjonsmatrisen (Tabell 10) viser at både P, K, Våtv, Vann, Volv, Mold, Smaks, S=0 og T>6 er signifikant korrelerte til variabelen pH. En økning i snødekkets dybde og varighet, vil virke positivt på pH (Stanton *et al*. 1994). Korrelasjonen mellom pH og Volv henger sammen med humusinnholdet (Mold) (diskutert tidligere s.58). Vekten på uorganisk jord (sand, grus) er høyere enn organisk jord på grunn av en høyere tetthet i uorganisk jord. Jord som er utsatt for et langvarig snødekke, får en liten produksjon av humus og følgelig en høy Volv. Prosessene som styrer humusproduksjonen er blant annet produksjonslengde (vekstsesong) og planteart (evne til å produsere strøfall).

Næringsstoffene fosfor P, kalium K, magnesium Mg og kalsium Ca, er alle signifikant negativt korrelerte til DCA (akse 2.) og CCA (akse 2.). P og K er positivt signifikant korrelerte til Mold og negativt til Våtv. P og K sammen med Mold viser derfor en negativ signifikant sammenheng i forhold til økende snødekket. Stanton *et al*. (1994) fant samme mønster hvor jord i sent fremsmeltede ruter hadde redusert organisk innhold, redusert P og høyere pH enn tidlig fremsmeltede ruter. Mg og Ca er også negativt korrelert til Hoh. Ettersom pH i prøverutene er forholdsvis sur (pH 3.7-5.3) vil Ca og Mg løses ut i jordvannet. Ruter på høyere nivå får derfor trolig mindre tilgang til sigevann da disse oftere ligger på rabber (Fig 34). Den svake korrelasjonen mellom Mg og T>6 henger trolig sammen med at tidlig fremsmeltede ruter har høge Ca verdier. De høge Ca verdiene er trolig et resultat av høyere humusinnhold (Mold) i ruter med en lang vekstsesong.

Volv er korrelert med DCA (akse 3.) og CCA (akse 1. og 3.). Variabelen er signifikant korrelert med pH, Mg, Ca, Våtv, Vann og Mold. Volv er målt ut fra tørket vekt, men likevel høyt korrelert med Våtv. Vann og Mold er negativt korrelert med Volv. Ved økende humusinnhold (Mold), synker tettheten (Volv) og pH, vanninnholdet (Vann) øker og vekten til den totale jordprøven (Våtv) avtar. Grunnen til at Mg og Ca stiger ved økende Volv er trolig at de sent fremsmeltede ruter har høyere Volv og ligger slik topografisk plassert at de mottar surt sigevann.

Våtv er korrelert til DCA (akse 1. og 2.) og CCA (akse 1. og 2.). Variabelen er korrelert til pH, P, K, Volv, Mold, S=0, T>6 og Eksp. Vekten av våt jord (Våtv) er på samme måte som for Volv bestemt av tettheten, men i tillegg spiller vanninnholdet i jordprøven inn. Metoden for innsamling av jordprøver gjør at det er en variasjon i volum mellom de ulike jordprøvene. Våtv fanger derfor opp fuktigheten som er bundet i jordprøven, og beskriver trolig de feltmessige forholdene bedre enn Volv. En skal også være oppmerksom på at fuktigheten i jorden varierer gjennom sesongen (Gjærevoll 1956, Walker *et al*. 1994) og med jordtype. Disse tre faktorene gjør at variabelen Våtv har en større variasjon enn variabelen Volv. Våtv er også korrelert til P, K, Eksp, S=0, T>6. Det tyder derfor på at Våtv er korrelert til både kompleksgradienten "snødekke" og kompleksgradienten høyde over havet.

Vann er korrelert til DCA (akse 3.) og CCA (akse 3.). Vann er positivt korrelert til Mold, noe som tyder på at humus holder på vann i selve jordprøvene. Vann er også negativt korrelert til Volv og pH. En økning i Volv skyldes høyere tetthet og større innhold av sand og grus som holder dårlig på vann. Den negative korrelasjonen til pH henger trolig sammen med innholdet av humus i de mest vannrike jordprøvene. Det blir ofte hevdet at det er en sterk korrelasjon mellom snødekkets varighet og substratets fuktighet (Økland og Bendiksen 1985). Denne undersøkelsen viser imidlertid at dette ikke er tilfelle generelt sett (r=-0.047ns i Tabell 18). Tilsvarende lav sammenheng er også påvist ved Evans og Fonda (1990), Stanton *et al*. (1994) og Rydgren (1994).

Mold er negativt korrelert til DCA (akse 1.) og CCA (akse 1.). Variabelen er positivt korrelert til P og K. Utviklingen av humus ser derfor ut til å styre innholdet av P og K. Ved økende "snødekke" minker produksjonen av humus (Olster *et al*. 1982) og følgelig P og K. Et stort innhold av organisk materiale senker også tettheten (Volv) og vekten på jordprøvene (Våtv). Selv om Mold ikke er signifikant negativt korrelert til Hoh vil en minking i vekstsesong og temperatur minke produksjonen av organisk materiale og verdiene for Mold. Dette kommer frem ved den sterke negative korrelasjonen med Våtv og Volv. Hoh er også negativt korrelert til Mold, men ikke signifikant ($p>0.05$).

Hoh er den miljøvariabelen som er høyest signifikant korrelert med DCA (akse 2.) og CCA (akse 2. og 4.). Miljøvariabler som er signifikant korrelert med Hoh er Mg, Ca og Hel. Alle disse variablene er svakt korrelerte. Hoh og Hel er negativt korrelert med hverandre. Grunnen til dette er trolig den generelle formen på fjell i området, med relativt bratte fjellsider som flater ut mot et platå på toppen (Fig 1). Ruter som ble valgt ut på lavere nivå ligger oftere i hellende terreng, mens ruter som ble valgt på høyt nivå oftere ligger i flatt terreng. Den negative korrelasjonene til Mg og Ca henger trolig sammen med at ruter på høyere nivå oftere ligger på rabber eller topper og derfor unngår å få tilgang til Mg og Ca fra sigevann.

Eksp har en signifikant svak negativ korrelasjon til DCA (akse 1.) og CCA (akse 1.). Eksp er også svakt negativt korrelert til Våtv. Eksposisjon sammen med topografi påvirker varigheten av snødekket og jordfuktigheten (Fridel 1961, Helm 1982, Evans *et al*. 1989). En gunstig eksposisjon gir derfor en raskere snøsmelting og fordampning (Isard 1986). Et resultat av gunstig eksposisjon er derfor en forlenget vekstsesong og variasjon i sonegrenser (Tabell 2). Ved ugunstig Eksp derimot kan en få langvarig snødekke, noe som gir høy Våtv (diskutert tidligere, s.61).

Hel er negativt korrelert til DCA (akse 2. og 3.) og CCA (akse 3.). Variabelen påvirker evnen til fordampning og drenering (Isard 1986, Swanson *et al*. 1988). Hel er kun svakt korrelert til Ca og Hoh (diskutert tidligere, Hoh). Ruter som ble valgt ut på lavt nivå ligger derfor generelt i mer hellende terreng enn ruter på høyt nivå. Den positive korrelasjonen til Ca henger trolig sammen med at ruter på lavere nivå, som generelt har høyere hellingsgrad, får større tilgang på næringsrikt sigevann fra høyereliggende områder (Vedlegg 3).

Smaks er korrelert til DCA (akse 1. og 2.) og CCA (akse 1. og 3.), og trolig den mest stabile miljøvariabelen fra år til år ettersom den hovedsakelig styres av topografi og vind (Johnson og Billings 1962, Isard 1986, Barbour *et al*. 1991, Walker *et al*. 1993). Smaks er negativt korrelert med DCA akse 2. Det tyder derfor på at Smaks avtar med Hoh (diskutert tidligere, s.60). Dette gir et generelt tynnere snødekke, som kombinert med lavere temperatur resulterer i at lesidevegetasjon går ut i mellomalpin sone (Moen 1998). Variabelen Smaks er også korrelert til miljøvariablene pH, S=0 og T>6 som alle er positivt korrelerte til "snøgradienten".

S=0 er den miljøvariabel som påvirker overlevelsen til fjellplanter direkte (Galen og Stanton 1995, Heegaard 2002). Tidlig fremsmeltede ruter blir utsatte for ekstreme temperaturer og vindslitasje. Snøleier har et isolerende snødekke gjennom vinteren men får forkortet sin vekstsesong (Gjærevoll 1956, Billings og Bliss 1959, Holway og Ward 1963). Lesider derimot har det ideelle snøvern igjennom vinteren, og smelter frem etter at lufttemperaturen holder seg relativt høy. S=0 er korrelert til Våtv og Mold i tillegg til snøvariablene. Det tyder derfor på at tidlig snøfrie ruter inneholder mer Mold og har lavere våtvekt (diskutert tidligere, s.58).

T>6 avgjør trolig hvor lang vekstsesongen egentlig er. For karplanter hvor mange undersøkelser viser at jordtemperaturen må overstige en "terskeltemperatur" som ligger mellom 5-7°C før de kan begynne å vokse (Kaspar og Bland 1992, Odland 1995, Karlsson og Nordell 1996, Bjerketvedt *et al*. 2003). Generelt er det stor sammenheng mellom jordtemperatur og lufttemperatur (Bilbrough og Welker 2000), men rabber inneholder ofte tele og vil ikke få en økning i jordtemperaturen før telen er smeltet ut. I lesider og snøleier derimot forekommer sjelden tele, og jordtemperaturen vil derfor begynne å stige så snart snøen forsvinner. I ruter som var sent fremsmeltet ble det observert jordtemperaturer på over 6°C bare få cm fra snøkanten. Likevel når rabber en jordtemperatur på over 6°C (T>6) før lesidegruppen (våren 2004) da det er signifikant forskjell på gruppene (Mann-Witney P=0.0262). Forskjellen mellom lesider og snøleier er derimot ikke signifikant (Mann-Withney 0.067) da en mulig forklaring på dette ligger i en tidlig snøsmelting i forhold til normalen. Dahl (1957) fant samme mønster i jordtemperatur mellom rabber, lesider og snøleier ved å bruke automatisk temperatur måler. På lik linje med de andre snøvariablene er jordtemperatur positivt korrelert med "snøgradienten" og svakt positivt korrelert til økende høyde over havet Lufttemperaturen synker med økende Hoh, men det gjør også Smaks. Ruter på høyere nivå (rabber) vil derfor motta sol-energi i en lengre periode, enn ruter som er dekket med snø på samme tidspunkt.

Forklaringsgrad og signifikans til miljøvariablene

Miljødataene som er samlet i denne undersøkelsen er beregnet til å forklare 35.0% av variasjonen i datasettet (Fig 42). Denne forklaringsgraden representerer en "normalverdi" for datasett korrelert til miljødata (Økland og Eilertsen 1994). Jordkjemi har høyest forklaringsgrad med 11.0%, snøfaktorer står for 5.5%, topografi for 4.3% og jordfysiologi for 6.7%. Undersøkelsen viser derfor at den indirekte og langsiktige effekten av snødekke gjennom å påvirke de edafiske forholdene er viktigere enn de direkte årvisse avsmeltingsforløpet. Jordfuktigheten (som ble målt på høsten) har imidlertid liten forklaringsgrad (Tabell 19). Hele 7.5% er samvariasjon mellom de fire gruppene noe som viser at variablene er komplekse og påvirker hverandre.

Hvilke av miljøvariablene som er viktigst av snøfaktorer eller jordfuktighet i kompleksgradienten "snødekke", er tidligere diskutert av Poore og McVean (1957) og Økland og Bendiksen (1985). I denne undersøkelsen tyder det på at jordvariablene er noe viktigere enn snøvariablene (Fig 42 og Tabell 18), men at snøvariablene styrer utviklingen av jordsmonn gjennom miljø og vekstsesongen til plantene. Til tross for at jordfuktigheten en variabel faktor, som forandrer seg gjennom sesongen på grunn av smeltevann og nedbør (Gjærevoll 1956, Isard 1986, Walker *et al*. 1994), fikk de jordfysikalske variablene en større forklaringsprosent enn snøvariablene.

Signifikansen til miljøvariablene ble testet med Monte Carlo Permutation Test (Tabell 19). I den automatiske seleksjonen ble 13 av miljøvariablene signifikante ($p<0.05$), mens det i den manuelle seleksjonen ble hele 14 signifikante miljøvariabler ($p<0.01$). Grunnen til at færre variabler ble signifikante i den automatiske seleksjonen var at den automatiske seleksjonen tar hensyn til den foregående miljøvariabel (blir lagt inn som kovariabel), mens den manuelle seleksjonen bare tar hensyn til den enkelte miljøvariabel. Variablene Eksp og Mold var ikke signifikant i den automatiske seleksjonen. Eksp var heller ikke signifikant ($p>0.05$) i den manuelle seleksjonen. Grunnen til at Mold og Eksp ikke er signifikant i den automatiske seleksjonen, er trolig at disse variabelene korrelerer med viktige variabler som pH, Våtv og Volv. Eksp er heller ikke signifikant i den manuelle seleksjonen, grunnen til dette kan være den subjektive utvelgelsen av fastruter.

TWINSPAN-klassifikasjon

Generell vegetasjonsbeskrivelse og klassifikasjon er ikke noe sentralt tema i denne undersøkelsen. TWINSPAN-klassifikasjonen er bare tatt med for å vise likhet og variasjon mellom de rutene som inngår i datasettet, og hvordan vegetasjonen kan relateres fra "Norsk fjellvegetasjon" *sensu* Fremstad (1997). Det ble funnet hensiktsmessig å dele datasettet inn i fem hovedgrupper som kunne skilles over de tre første aksene i DCA ordinasjonen (Fig 34 og 35). Gruppenes miljøvariabler (Tabell 11) er grunnlaget for å kvantifisere forskjeller mellom de ulike TWINSPAN-gruppene, hvor Mann-Withney test (M.W.) ble brukt ved sammenligning av to grupper og Kruskal-Wallis test (K.W.) ved sammenligning av flere grupper.

Gruppe 1. Rabbe samfunn: Gruppen har i likhet med gruppe 2. og gruppe 3. en lav pH, og det er ingen signifikant forskjell på de tre første gruppene (K.W. $p>0.05$). Grupppe 1. forekommer generelt på noe høyere nivå (K.W. $p=0.046$). Rabbene har tynt snødekke (Smaks), er tidlig snøfri (S=0) og jordtemperaturen stiger rask (T>6), til tross for eventuell teledannelse om vinteren og er signifikant forskjellig fra gruppe 3. (M.W. $p=0.000$, $p=0.005$, $p=0.0262$). På grunn av manglende snødekke er rabbene utsatt for tørkestress, lave temperaturer og mekanisk slitasje i vinterhalvåret (Isard 1986, Körner og Larcher 1988). De domineres derfor av kuldetolerante (chinofobe) planter og lav. Noen av disse artene tåler dårlig å bli dekket av snø (Benedict 1990). Rabbene har høy Volv og lav P, og er ikke signifikant forskjellig fra gruppe 4. snøleie og gruppe 5. ekstremsnøleie samfunn (K.W. begge $p>0.05$). Bare sammenlignet med gruppe 5. er det ingen signifikant forskjell i Ca (M.W. $p>0.05$). Og sammenlignet med gruppe 4. er det ingen signifikant forskjell for K (M.W. $p>0.05$). Gruppe 1. skiller seg derfor klarest ut med det tynne snødekket, at den er tidlig snøfri og har lang vekstsesong.

Gruppe 2. Nardussnøleie samfunn: Gruppen har mektig snødekke (Smaks), er sent snøfri (S=0) og jordtemperatur vil ikke stige over 6°C (T>6) før snøen er smeltet bort på lik linje med gruppe 4. (M.W. alle $p>0.05$). Forskjellen er at denne gruppen har lavere pH og Volv enn gruppe 4. (M.W. $p=0.017$, $p=0.0014$). Gruppe 2. har samme Smaks, T>6, Volv, Våtv, innhold av K og P som gruppe 3. (M.W. alle $p>0.05$). Til forskjell fra gruppe 3. er nardussnøleie senere snøfrie (M.W. $p=0.045$). Gruppen domineres av *Nardus stricta* Finnskjegg. Green (1968) påpeker imidlertid at denne arten også kan forekommer i fuktige vannsig og ikke nødvendigvis bare under langvarig snødekke.

Gruppe 3. Leside samfunn: Mektig snødekke om vinteren, men tidlig fremsmelting om våren. Sammenlignet med gruppe 4. har leside samfunn lavere pH, et tynnere snødekke (Smaks) og er tidligere snøfri (S=0) (M.W. $p=0.000$, $p=0.001$, $p=0.000$). Jordtemperaturen stiger også raskt om våren ettersom det mektige snødekket gjør at jorden ikke fryser. Til sammenligning med gruppe 4. er leside samfunn ikke signifikant forskjellig for T>6 (M.W. $p>0.05$). Leside samfunn forekommer i noe mer hellende terreng (Hel), selv om gruppen er variabel, i likhet med gruppe 4. (M.W. $p>0.05$). Her finner man arter som ikke tåler vinterfrost (chinofile) og krever en forholdsvis lang vekstsesong. Den lave Våtv skyldes trolig høyere og tykkere humusinnhold, noe som fører til bedre drenering av jordvann og større evne til utvikling av humus. Gruppen har høye verdier for Ca og Mg på lik linje med gruppe 4 (M.W. begge $p>0.05$) trolig på grunn av god tilgang på surt sigevann.

Gruppe 4. Snøleie samfunn: Mektig snødekke (Smaks) og sen fremsmelting (S=0). Sammenlignet med gruppe 5. har denne gruppen en lavere pH (M.W. p=0.018). Snøleie samfunn har også høyere verdier for Hel, Mg og K enn gruppe 5. (M.W. p=0.027, p=0.007, p=0.003). De høye verdiene for Mg og Ca kan trolig forklares med en høyere tilførsel av surt sigevann på lik linje med gruppe 3. Det er derimot ingen signifikante forskjeller mellom snøleie- og ekstremsnøleie samfunn for Smaks, S=0, T>6, Volv, Våtv, Ca og P (M.W. alle p>0.05). De fleste arter i denne gruppen er chinofile og tilpasset en kortere vekstsesong (snøleiearter). Snøleie samfunn er en mellomgruppe som ligger mellom de tre første gruppene og ekstremsnøleiene samfunnene (K.W. p=0.000) (Fig 34 og Fig 35).

Gruppe 5. Ekstremsnøleie samfunn: Mektig snødekke (Smaks) og sen fremsmelting (S=0). Gruppen skiller seg tydelig ut med høyest pH og lavest innhold av K. Forekommer til likhet med gruppe 1. i flatt terreng (M.W. p>0.05). Ekstremsnøleie samfunn har få karplanter og skiller seg meget tydelig ut, da moser dominerer (Fig 34 og Fig 35). Likevel er denne gruppen variabel (Gjærevoll 1956).

Ved å øke antallet ruteanalyser ytterligere, kunne en foreta en enda finere inndeling til typer eller utforminger (jf. Fremstad 1997). Ved å gjøre dette ville variansen innen hver gruppe trolig gå ned og flere miljøvariabler ville trolig bli signifikante. En ville også trolig lettere kunne skille de ulike gruppene ved hjelp av signifikant forskjellige miljøvariabler.

Floristisk variasjon i analyserutene

DCA analysen er utgangspunktet for hvordan miljøvariablene fordeler seg på grunnlag av artsdatasettet. DCA (akse 1.) beskriver, i likhet med CCA (akse 1. og 3.), kompleksgradienten "snødekke". Mens DCA (akse 2.) beskriver, i likhet med CCA (akse 2. og 4.), kompleksgradienten høyde over havet. De to første DCA aksene har de klart høyeste egenverdier og gradientlengdene. Og miljødatasettet er sterkest korrelert (r>0.70) med de tre første aksene som brukes til å skille de 5 TWINSPAN gruppene (Fig 34-Fig 35).

CCA analysen skiller seg altså lite ut fra DCA analysen (Tabell 14 og Tabell 17). Dette indikerer at de miljøvariablene som er benyttet er viktige for å beskrive forskjellene mellom analyserutene som er samlet inn. Arts-miljø korrelasjonen for de fire første CCA aksene er høye og har verdier på henholdsvis 0.920, 0.868, 0.830 og 0.834. Forskjeller i miljøvariabler mellom DCA og CCA er minimale for første aksen, mens mindre forskjeller forekommer i akse 2. for svakt korrelerte variabler. Variabelen Mold er viktig for å skille TWINSPAN gruppene i DCA ordinasjonens akse 3. I CCA ordinasjonen er derimot Mold ikke signifikant (p>0.05) for tredje aksen. Akse 4. er korrelert til Hoh (p<0.001) i CCA ordinasjonen mens variabelen ikke er signifikant til akse 4. i DCA ordinasjonen. (Tabell 15 og Tabell 18)

DCA ordinasjonens akse 1. har en tydelig diskontinuitet i rutescorenes frekvensfordeling mens akse 2. har en kontinuitet (Fig 37). I likhet med Odland (i trykk) kan den diskontinuerlige frekvensfordelingen langs DCA akse 1. deles inn i tre soner. Med utgangspunkt i TWINSPAN-delingen havner rabbe, leside og nardussnøleie i første gruppen (n=51), snøleie i andre (n=27) og ekstremsnøleie i tredje (n=4). Miljøvariabelen som er høyest korrelert med akse 1. i DCA ordinasjonen er pH (Fig 38). pH er ikke signifikant forskjellig mellom de tre første TWINSPAN gruppene (Fig 19). Imidlertid er det signifikant forskjell mellom de tre gruppene som danner diskontinuitet langs DCA akse 1. (K.W. p=0.000). Gjennomsnittelig pH for hver av disse tre gruppene er henholdsvis: 4.2±0.2 for første gruppen, 4.6±0.2 for andre gruppen og 5.0±0.3 for tredje gruppen. Miljøvariablene Smaks, S=0, T>6, Våtv og Volv viser en lignende trend, men ikke så tydelig som pH. En mulig forklaring på denne diskontinuiteten er derfor at det forekommer et skift i arter mellom de tre

gruppene over "snøgradienten". De tre gruppene inneholder spesialiserte arter i forhold til snødekket (Körner og Larcher 1988), og en forandring i miljøforholdene vil trolig forrykke denne artssammensetningen (Huston 1979). Ruter innenfor hver enkelt TWINSPAN gruppe har liten overlapp mellom gruppene (Fig 34 og Fig 35). Miljøet innen gruppene krever stor grad av tilpasning og få arter klarer å overleve forstyrrelsen over flere grupper. Med forstyrrelse menes konkurranse, stress og miljøforstyrrelse (Grime 1979).

Arters respons på de ulike snøvariablene

Snødekket er mer eller mindre konstant, selv om snømengden og fremsmeltingstidspunkt varierer fra år til år (Nordhagen 1943, Gjærevoll 1956, Dahl 1957, Fridel 1961, Johnson og Billings 1962, Walker *et al*. 1995, Bilbrough og Welker 2000). Dette er trolig noe av forklaringen på hvorfor så mange arter ble signifikante til Smaks i GLM analysen. En av hovedgrunnene til at snødekket er så konstant fra år til år, er topografi og herskende vindretning (Vestergren 1902, Evans *et al*. 1989). Den tidlige vårløsningen med fremsmeltingstidspunkt tidligere enn normalen (Odland, upubliserte data), påvirket trolig noen arter slik at disse ikke ble signifikante til miljøvariablen S=0 og T>6. Klug-Pumpel (1982) påpeker hvordan små forskjeller i fremsmeltingstidspunkt gir signifikante forskjeller i vegetasjonsdekket. Den tidlige fremsmeltingen på lavere nivå, resulterte derfor trolig i at artenes optimum i GLM analysen ble noe tidligere enn de skulle i et "normalår". For å fange opp denne variasjonen måtte en gjennomføre undersøkelser fra år til år og korrigere disse etter sesongens klimadata. Men, det relative forholdet mellom arter i denne undersøkelsen tyder på å samsvare bra med resultat fra Heegaard (2002).

Det er fra tidligere kjent at noen arter som rabbesiv *Juncus trifidus*, skifter habitat, fra å være en rabbeart til å bli en snøleie art ved økende høyde (Peet 1978). Det tyder på at fjellsveve *Hieracium alpinum* kan vise samme skift i habitat som rabbesiv *Juncus trifidus* ut fra responsen til S=0 i GLM analysen (Tabell 22). Wijk (1986) diskuterer om slike arter er uavhengige av "snøgradienten". Noen av disse artene kan være konkuranssesvake, men har stor toleranse for miljøvariasjon. Et godt eksempel på en konkurransesvak art er musøre *Salix herbacea*. Musøre *Salix herbacea* vokser raskest i tidlig fremsmeltede snøleier, men blir fortrengt av andre arter om miljøforholdene blir for gode (Wijk 1986).

Arter med smalt økologisk optimum i forhold til T>6 (±1 dag) i GLM analysen var arter som smal islandslav *Cetraria ericetorum*, einer *Juniperus communis coll*, blålyng *Phyllodoce caerulea*, etasjemose *Hylocomium splendens*, blåbær *Vaccinium myrtillus*, bergsigd *Dicranum fuscescens* og finnskjegg *Nardus stricta* (Tabell 22). Ettersom sesongvariasjoner mellom år er større enn konfidensintervallet til de enkelte artene, vil T>6 være relativ. Til tross for dette vil artens respons gi et inntrykk artenes individuelle fordeling langs "snøgradienten".

GLM analysenes resultat stemmer også godt overens med Kudo og Itos (1992) generelle fordeling av plantegrupper i forhold til vekstsesong: lav ↔ busker/lyng ↔ urter ↔ gramnoider ↔ moser. Det er også kjent fra tidligere norske undersøkelser at stein-, mose- og lav-dekningen er korrelert til DCA akse 1. og akse 2. (Tabell 16). Hvor lav-dekningen er negativt korrelert til mose-dekningen og at lavdekket og prosent bar jord øker langs DCA akse 2. (Rydgren 1994, Heegaard 2002)

Forslag til faktortall for snø

Ellenberg (1979) utarbeidet et system for økologiske faktortall for Sentral-Europa. For noen arter har disse faktortall senere blitt justert til skandinaviske forhold av Diekmann (1995). Grunnlaget for økologiske faktortall er å gjenspeile arters nisje i forhold til miljøkrav som lys, temperatur, kontinentalitet, markfuktighet, jordreaksjon, nitrogen, ol. Ut fra arters toleranse oppgis som regel faktortallene fra 1-9 (1-12).

Det er her på grunnlag av GLM analysene gitt forslag til faktortall for snø. Hovedvekten ble lagt på optimum for dag snøfri (S=0). Ellenberg (1996) påpeker at planteabundans gir bedre verdier for faktortall i ekstreme miljø. Faktortallene for hver enkelt art vises i Vedlegg 1. Figurer fra DCA analysen (Fig 34), "attribute plots" (Fig 39) og forekomst i TWINSPAN-gruppene (Vedlegg 1) ble i tillegg brukt ved vurdering av faktortall for snø. Forslagene til norske navn til gruppene følger inndelingen Moen (1998) bruker i seksjonsinndeling av arter.

Faktortall 1. (F1) **Sterkt snøskyende** (chinofobe) **arter** (*sensu* Nordhagen 1943, Dahl 1957) bør reserveres til ekstreme rabbeplanter som har sin hovedutbredelse i mer kontinentale fjell. Disse vokser på områder som er snøfrie det meste av året. Slike arter forekommer ikke i dette datasettet da feltområdet befinner seg innenfor sone O1. Arter i denne gruppen har en lineær respons til S=0 på lik linje med faktortall 2. Arter i denne gruppen vil trolig ikke forekomme i snøleier.

Faktortall 2. (F2) **Klart snøskyende arter** med lineær respons til S=0. Signifikante arter ($p<0.05$) i denne gruppen er kvitlyng *Andromeda polifolia,* lys reinlav *Cladonia arbuscula,*grå reinlav *Cladonia rangiferina,* kvitkrull *Cladonia stellaris,* pigglav *Cladonia uncialis,* ribbesigd *Dicranum scoparium og* saltlavslekta *Stereocaulon* spp. Kvitlyng *Andromeda polifolia* er primært en myrplante men den kan tydeligvis vokse på rabber. Artene i F2 har hovedforekomst i TWINSPAN-gruppene Rabbe eller Leside (ribbesigd *Dicranum scoparium*). I tillegg har de fleste av disse artene en viss spredning i DCA ordinasjonen og kan sporadisk forekomme i snøleier.

Faktortall 3. (F3) **Moderat snøskyende arter** med et optimum for S=0 < dag 110 (≤2.04). Signifikante arter i denne gruppen er etasjemose *Hylocomium spendens,* storvrenge *Nephroma arcticum,* krekling *Empetrum nigrum* ssp, furumose *Pleurozium schreberi,* tyttebær *Vaccinium vitis-idaea,* bakkefrynse *Ptilidium ciliare,* røsslyng *Calluna vulgaris,* gulskinn *Cetraria nivalis,* syllav *Cladonia gracilis* og fausklav *Cladonia sulphurina* tilhører denne gruppen. Arter med F3 forekommer i TWINSPAN-gruppene Rabbe og/eller Leside. Bare krekling *Empetrum nigrum* ssp har en bred utbredelse av disse og forekommer i snøleier. Av disse artene forekommer gulskinn *Cetraria nivalis,* syllav *Cladonia gracilis* og fausklav *Cladonia sulphurina* bare i Rabbe gruppen. Og etasjemose *Hylocomium splendens* og storvrenge *Nephroma arcticum* bare i Lesidegruppen. De andre artene forekommer relativt spredt over de to gruppene Rabbe og Leside. F3 artene inneholder derfor trolig de ruter som er tidligst fremsmeltet, av de umodalt forekommende artene, innen TWINSPAN gruppene Rabbe og Leside.

Faktortall 4. (F4) **Arter med snøskyende tendens**. Disse arter har et optimum for S=0 dag 111-126 (2.05-2.09). Signifikante arter i denne gruppen er gåsefotskjeggmose *Barbilophozia lycopodioides,* sprikelundmose *Brachythecium reflexum,* fugletelg *Gymnocarpium dryopteris,* einer *Juniperus communis* ssp, hårfrytle *Luzula pilosa,* skrubbær *Cornus suecica,* maiblomst *Maianthemum bifolium,* stormarimjelle *Melampyrum pratense,* tepperot *Potentilla erecta,* bjørk *Betula pubescens* ssp *og* blokkebær *Vaccinium uliginosum.* Artene med F4 forekommer hovedsakelig i TWINSPAN-gruppen Leside, med unntak av blokkebær *Vaccinium uliginosum* som også forekommer innen gruppen Rabbe. Alle signifikante artene innen F4 er karplanter som hovedsakelig forekommer på noe lavere nivå enn artene med faktortall 3.

Faktortall 5. (F5) **Indifferente arter**. Arter med optimum for S=0 dag 127-135 (2.10-2.13). Signifikante arter i denne gruppen er lappvier *Salix lapponum,* sølvvier *Salix glauca,* smyle *Deschampsia flexuosa* og blåbær *Vaccinium myrtillus*. Arter med F5 forekommer hovedsakelig i TWINSPAN-gruppen Leside, men vokser også inn i Snøleiegruppen. Skillet mellom F5 og F6 er tydelig og tidligere beskrevet som øvre skille til snøleievegetasjon (Gjærevoll 1956, Wijk 1986).

Faktortall 6. (F6) **Arter med snøelskende** (chinofile) **tendens**. Disse artene har et optimum for S=0 dag 145-158 (2.16-2.20). Signifikante arter i denne gruppen er fjellsveve *Hieracium alpinum,* fjellburkne *Athyrium distentifolium* og musøre *Salix herbacea.* Arter med F6 har en bred forekomst i DCA ordinasjonen med et optimum i TWINSPAN-gruppen Snøleie. Bare fjellburkne *Athyrium distentifolium* begrenser forekomsten til bare Snøleie. De andre to artene derimot ser ut til å ha en bred toleranse til voksested.

Faktortall 7. (F7) **Moderat snøelskende arter**. Arter med et optimum for S=0 dag over 160 (>2.20). Signifikante arter i denne gruppen er finnskjegg *Nardus stricta,* fjellrapp *Poa alpina,* brearve *Cerastium cerastoides,* grusmose *Oligotrichum hercynicum* og skåltrappemose *Nardia geoscyphus.* Arter med F7 forekommer hovedsakelig i TWINSPAN-gruppen Snøleie, med unntak av finnskjegg *Nardus stricta* som domminerer totalt i Nardussnøleiene. Gruppen har mektig snødekke som verner mot vinterfrost og forkortet vekstsesong.

Faktortall 8. (F8) **Klart snøelskende arter**. Arter med en lineær respons med β_0 >-100 og β_1<70. Signifikante arter i denne gruppen er snøfrostmose *Kiaeria starkei,* skjeflik *Lophozia wenzelii* og stivstarr *Carex bigelowii*. Disse har en stor toleranse for snø og en forkortet vekstsesong. Arter i F8 forekommer med optimum i TWINSPAN-gruppe Snøleie (snøfrostmose *Kiaeria starkei* og stivstarr *Carex bigelowii*) eller Ekstremsnøleie (skjefik *Lophozia wenzelii*). Disse tre artene har stor toleranse i forhold til voksested og spres over DCA ordinasjonen. På lik linje med neste gruppe dominerer mosearter og noen få karplanter.

Faktortall 9. (F9) **Sterkt snøelskende arte**r. Arter med en lineær respons med β_0 <-100 og β_1>70. Signifikante arter for denne gruppen er duskgråmose *Racomitrium microcarpon,* varietet av myrskjeggmose *Barbilophozia kunzeana var plicata,* setergårurt *Omalotheca norvegica,* rypestarr *Carex lachenalii,* raudflik *Lophozia sudetica,* moselyng *Cassiope hypnoides,* vrangnøkkemose *Warnstorfia exannulata,* snømose spp *Anthelia* spp, snøbinnemose *Polytrichastrum sexangulare,* hjelmmose *Conostomum tetragonum,* sottvebladmose *Scapania obscura og* stjernesildre *Saxifraga stellaris.* Arter med F9 forekommer hovedsakelig innen TWINSPAN-gruppen Snøleie og/eller Ekstremsnøleie. Unntak er arten duskgråmose *Racomitrium microcarpon* som bare forekommer i Nardussnøleie. Arter som har F9 har mindre toleranse til voksested i forhold til arter med F8.

Ved å sammenligne artenes i denne undersøkelsen med transektanalyser fra Gjærevoll (1956) tyder det på at faktortallene er fornuftige for arter som er felles for undersøkelsene (Fig 55). Noen unntak derimot forekommer. Det tyder på at faktortall for arten setergråurt *Omalotheca norvegica* og stivstarr *Carex bigelowii* mulig burde vært lavere. Ved sammenligning av "attribute plots" (Fig 39) forekommer setergråurt *Omalotheca norvegica* bare tre ganger i snøleie samfunn med 1% dekningsgrad. Stivstarr *Carex bigelowii* derimot har en bred abundans og har trolig fått riktig faktortall ut fra en stigende forekomst ved økende snøvarighet (S=0). Ellenberg (1996) påpeker også usikkerheten av å gi faktortall til arter med bred forekomst og arter som skifter habitat ved for eksempel økende høyde. Arter som *Juncus trifidus* underbygger dette ettersom arten ikke er signifikant for S=0 i GLM analysen.

Hovedskillene mellom faktortallene kan skilles mellom lineære og umodale. Faktortall F1, F2, F8 og F9 er lineære, og F3, F4, F5, F6 og F7 er umodale med et optimum for S=0 (Fig 54). Videre skilles ekstremene F1 og F9 fra F2 og F8 ved hjelp av korrelasjonskoffesiente β_0 og β_1 hvor F1 og F9 forekommer som ekstremene. Da det ikke forekom noen ekstremt chinofobe arter er grensen mellom F1 og F2 usikker. Skillet mellom de lineære artene ble på grunnlag av regresjonskoeffisientene satt til:

$$\mathbf{F2} < 40\ (\beta_0) < \mathbf{F1} < -25(\beta_1) < \mathbf{F2}$$

$$\mathbf{F8} > -100\ (\beta_0) > \mathbf{F9} > 70\ (\beta_1) > \mathbf{F8}$$

De unimodale artene var noe vanskeligere å skille fra hverandre. Skillene mellom de ulike faktortallene ble satt på grunnlag av hvilke arter som befant seg i de forskjellige gruppene. Ut fra disse artene kunne en sette relative skiller for S=0 og disse ble satt til dag nr:

$$\mathbf{F3} \leq 110 < \mathbf{F4} \leq 126 < \mathbf{F5} \leq 140 < \mathbf{F6} \leq 159 < \mathbf{F7}$$

Skilleartene med nedre grense for F3 var tyttebær *Vaccinium vitis-idaea*. Øvre arter for F4 var einer *Juniperus communis coll* og skrubbær *Cornus suecica* Skrubbær. Nedre grense for F4 var artene gåsefotskjeggmose *Barbilophozia lycopodioides*, fugletelg *Gymnocarpium dryopteris*, tepperot *Potentilla erecta*. Øvre grense for F5 var smyle *Deschampsia flexuosa* og sølvvier *Salix glauca*. Nedre grense for F5 var blåbær *Vaccinium myrtillus* og lappvier *Salix lapponum*. Øvre grense for F6 var musøre *Salix herbacea*, mens nedre grense var fjellburkne *Athyrium distentifolium*. Øvre grense for F7 var brearve *Cerastium cerastoides*.

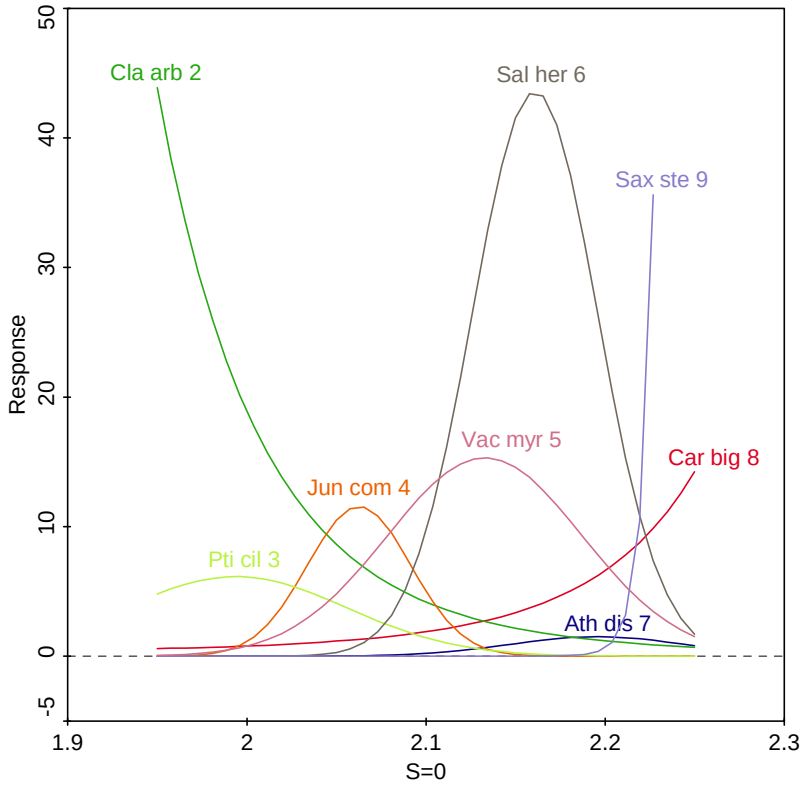


Fig 54. Illustrasjon av hvordan signifikante arter fordeles i forhold til S=0 (transformert). Faktortall er oppgitt bak artsnavnet.

For å teste holdbarheten av faktortallene ble en transekt-analyse, med 40 analyseruter fra leside til ekstremsnøleie på fattig grunn fra Sognefjell i Sogn og Fjordane (1450 m.o.h.) brukt. Transektet er hentet fra Gjærevoll (1956, fig 12). I transektet var hele 35 av de 44 artene felles med arter i denne undersøkelsen (Vedlegg 1). Ved å ta et gjennomsnittelig faktortall for hver rute ut fra forekomst av arter i transektet ble korrelasjonslinjen signifikant med en meget høy korrelasjonskoiffisient (Fig 55). En transekt-rute med gjennomsnittlig faktortall på 6 ville derfor trolig være snøfri en dag mellom dag 141-159 våren 2004 (se s. 69).

Ved å beregne et vektet gjennomsnitt (O) steg korrelasjonskoffisienten ytterligere til r=0.982 (p=0.000). Det vektede gjennomsnitt ble utregnet etter formelen:

$$O = (X_1Y1+X_1Y_2+...+X_{40}Y_{40}) / (Y_1+Y_2+...+Y_{40})$$

(Y= verdi 1-5 fra 5-gradig Hult-Senander-Du Rietz`skala og X= 1-9 fra faktortall for snø). Ut fra de høye signifikante korrelasjonskoiffisientene kan en slå fast at "faktortallene for snø" har stor prediktiv verdi når det gjelder å estimere relativ posisjon til en aktuell vegetasjon langs en rabb-snøleie-gradient.

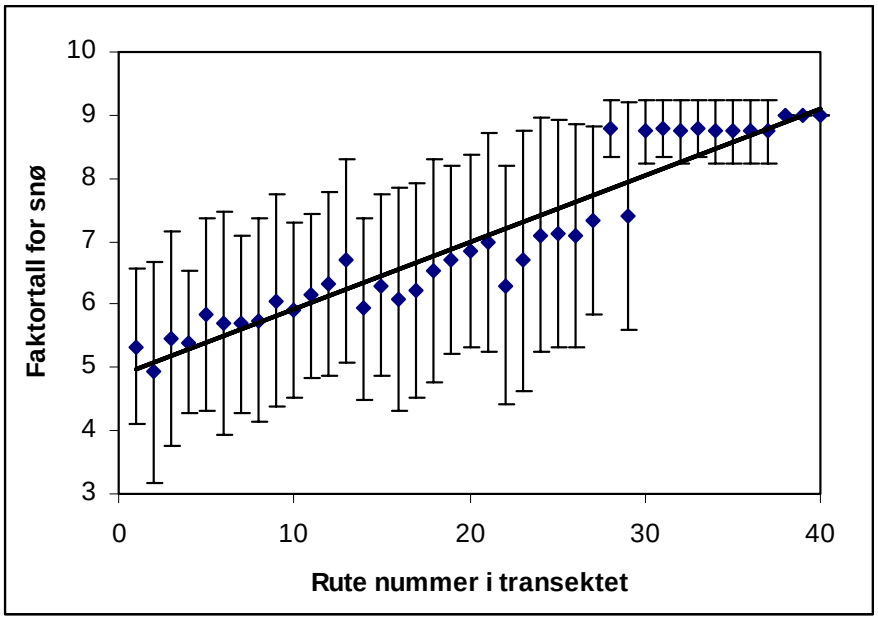


Fig 55 Gjennomsnittelig faktortall med SD på grunnlag på grunnlag av Gjærevolls (1956, fig 12.) transekt fra leside til ekstremsnøleie på fattig grunn, Sognefjell i Sogn og Fjordane (1450 m.o.h.). Verdien for den lineære regresjonslinjen er Y=0.1059x+4.8756. Korrelasjonskoffisienten for gjennomsnittlig faktortallverdi fra rute 1 til 40 er R=0.952 (p=0.000).

Mulige feilkilder

Bestander ble subjektivt valgt ut, mens selve "fastrutene" innenfor bestandene ble valgt ut tilfeldig. Grunnen til at denne utvelgelsesmetoden likevel ble valgt, var for å effektivisere metoden. Den valgte metoden gjorde det mulig å dekke opp stor variasjon i høyde, topografi, snøforhold og vegetasjonsdekke. Tilsvarende samplingsstrategier er benyttet av blant annet Baker (1983), Evans og Fonda (1990) og Loewen *et al*. (2001). Når vegetasjonen/planter skal relateres til målte miljøvariabler skulle en viss grad av subjektivitet i utvalg av "fastruter" ikke spille så stor rolle, spesielt når antallet ruter er stort.

GPSen skulle ha en feilmargin på gjennomsnittlig ±15 meter. Denne feilmarginen var trolig mye lavere på grunn av en fri sikt til satellittene i store deler av feltområdet. Unntaket var nær høye klipper. Nær klipper hadde en derimot mulighet for fastpunkt til å finne igjen fastrutene.

Selve snømålingen ble foretatt med en søkestang. Problemer kunne oppstå for ruter som lå nær steinblokker, skrenter eller steder med is-linser i snøen. I slike fastruter kunne feilmålinger forekomme. Variabelen som ble hardest rammet av dette var trolig Smaks. Grunnen var problemet med islinser i snøen. Islinsene forsvant utover våren da lufttemperaturen steg og snøen ble "råtten". Problemet med steinblokker og skrenter derimot ble løst ved å foreta flere målinger i hver fastrute. Ved å gjøre dette kunne en danne seg et bilde av overflaten sammen med tidligere innsamlede data om hellning og vegetasjonstype.

Jordtemperatur er en variabel faktor som påvirkes av lufttemperatur og nedbør (Bilbrough og Welker 2000). Kombinasjonen høy temperatur og nedbør gir høye jordtemperaturer da regnvannet absorberer energi fra lufta. Dette ble observert 17. mai da jordtemperaturen ble "unormalt" høy under måling for rutene: 103, 104, 105, 161 da det lokalt regnet kraftig i kombinasjon med en høy lufttemperatur (Vedlegg 4).

Snøsmeltings- og jordtemperaturkurvene er trolig relativt nøyaktige. Ut fra fremsmeltingsforløp og avstand til gjenværende snø etter fremsmelting var det mulig å subjektivt interpolere S=0 rimelig nøyaktig (Fig 11-Fig 17) Innenfor en og samme rute kunne det derimot gå flere dager fra ruten smeltet frem til den var helt fremsmeltet. Noen ruter smeltet så sakte frem at jordtemperaturen steg til over 6°C flere dager før hele ruten var fremsmeltet. Dette galdt særlig sent fremsmeltede ruter.

GLM analysen ble signifikant for arter som bare forekom i en rute med lav dekning. Disse artene ble signifikante, men ble ikke fremstilt siden de bare forekom en gang og ikke kunne vise en trend. I tillegg ekstrapolerte programmet f.eks. Smaks (Tabell 23) for arter som hadde en lineær sammenheng i forhold til snødekket. Rabbearter fikk optimum ved negative verdier f.eks. saltlavslekta *Stereocaulion* spp som fikk optimum for Smaks på -0.26 cm.. På samme måte ble arter fra ekstremsnøleiene, som f.eks. snøbinnemose *Polytrichstrum sexangulare* ekstrapolert til å ha et optimum for Smaks på 1148 cm.

LITTERATUR

Arft, A.M., J. Alatalo, M.S. Bret-Harte, M. Dale, M. Deimer, F. Gugerli, J. Gurevitch, G.H.R. Henry, R. Hollister, M.H. Jones, I.S. Jónsdóttir, K. Laine, E. Lévesque, G.M. Marion, U. Molau, P. Molgaard, U. Nordenhäll, V. Raszhivin, C.H. Robinson, G. Starr, A. Stenström, M. Stenström, Ø. Totland, L. Turner, L. Walker, M.D. Walker, P.J. Webber, J.M. Welker & P.A. Wookey. 1999. Responses of tundra plants to experimental warming: meta-analysis of the International Tundra Experiment. Ecological Monographs 69: 491-511.

Aune, E. 1993. Temperatur normaler normalperiode 1961-1990. Det Norske Meteorologiske Institutt. Universitetsforlaget, Oslo.

Baker, W.L. 1983. Alpine vegetation of Wheeler Peak, New Mexico, U.S.A.: Gradient analysis, classification, and biogeography. Artic and Alpine Reserarch 15: 223-240.

Barbour, M.G., N.H. Berg, T.G.F. Kittel & M.E. Kunz. 1991. Snowpack and the distribution of a major vegetation ecotone in the Sierra Nevada of California. Journal of Biogeography 18: 141-149.

Barry, R.J. 1981. Mountain weather and climate. Methuen, London (3,4,7)

Benedict, J.B. 1990. Lichen mortalety due late-lying snow. Result of a transplant study. Artic and Alpine Reserarch 22: 81-89 (1).

Bilbrough, C.J. & J.M. Welker. 2000. Early spring nitrogen uptake by snow-covered plants: A comparison for arctic and alpine plant function under the snowpack. Arctic and Alpine Research 32: 404-411 (4).

Billings, W.D. & L.C. Bliss. 1959. An alpine snowbank environment and its effects on vegetation, plant development, and productivity. Ecology 40: 388-397 (4,5).

Billings, W.D. 1987. Constraints to plant growth, reproduction, and establishment in artic environments. Arctic and Alpine Research 19: 357-365 (4).

Bjerketvedt, D.K., A. Odland, J. Naujalis & J. Lazutka. 2003. The growth and phenology of herb Paris (*Paris quadrifolia L. Trilliaceae*): relation to soil and air temperatures. Ekologija 1: 75-80

Bowman, W.D. 1992. Imputs and storage of nitrogen in winter snowpack in an alpine ecosystem. Artic and Alpine Reserarch 24: 211-215 (3).

Dahl, E. 1957. Rondane. Mountain vegetation in South Norway and its relation to the environment. Norske Vitensk.-Akad. Oslo Skr. I. Mat.-naturv. Kl. 1956, 3: 1-374.

Diekmann, M. 1995. Use and improvement of Ellenberg's indicator values in deciduous forests of the Boreo-nemoral zone in Sweden. Ecography 18: 178-189.

Du Rietz, G.E. 1925. Die regionale Gliderung der skandinavischen Vegetation - Ibid., 8. Upsala och Stoccholm.

Ellenberg, H. 1979. Zeigerwerte der Gefäβpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9. 2nd ed. Göttingen. Goltze

Ellenberg, H. 1996. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historicher Sicht. 5. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Evans, B.M., D.A. Walker, C.S. Benson, E.A. Nordstrand & G.W. Petersen. 1989. Spatial interrelationsships between terrain, snow distribution and vegetation patterns at an artic foothills site in Alaska. Journal of Holarctic Ecology 12: 270-278.

Evans, R.D. & R.W. Fonda. 1990. The influence of snow on subalpine meadow community pattern, North Cascades, Washington. Canadian Journal of Botany 68: 212–220.

Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. NINA Temahefte 12: 1-297.

Fridel, H. 1961. Schneedeckendauer und Vegetationsverteilungen im Gelände. Mitt Forsl. Bundes Versuchsanst Mariabrunn (Wien) 59: 317-369 (1,4,5).

Friend, A.D. & K.I. Woodland. 1990. Evolutonary and ecopysiological responses of mountian plants to the growing-season environment. Advances Ecological Research 20: 59-124

Fries, Th.C.E. 1913. Botanische undersuchungen im nördlichen Sweden. Dissertation. Uppsala. 1-361.
Frisvoll, A.A., A. Elvebakk, K.I. Flatberg & R.H. Økland. 1995. Skjekkliste over norske mosar. Vitenskapeleg og norsk navneverk. – NINA Temahefte 4: 1-101.
Førland, E.J. 1993. Nedbørnormaler normalperiode 1961-1990. Det Norske Meteorologiske Institutt. Universitetsforlaget, Oslo.
Galen, C. & M.L. Stanton. 1995. Responses of snowbed plant species to changes in growing-season length. Ecology 76: 1546-1557 (4,5).
Geiger, R. 1965. The climate near the ground. Harvard University Press, Cambridge, MA (4,5)
Gjærevoll, O. 1956. The plant communities of the Scandinavian alpine snow-beds. Kongelig Norske Vitenskapelige Selskaps Skrifter 1: 1-405 + vedlegg
Green, F.H.W. 1968. Persistent snow beds in the western Cairngorms. Weather 23: 206-208.
Grime, J.P. 1979. Plant Strategies and Vegetation Processes. John Wiley & Sons, New York.
Heegaard, E. 2002. A model of alpine species distribution in relation to snowmelt time and altitude. Jornal of Vegetation Science 13: 493-504.
Helm, D. 1982. Multivariate analysis of alpine snow-patch vegetation cover near Milner Pass, Rocky Mountain Nasjonal Park, Colorado, U.S.A. Artic and Alpine Research 14: 87-95 (2).
Hill, M.O. 1979. TWINSPAN-AFORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, New York
Holway, J.G. & R.T. Ward. 1963. Snow and Meltwater Effects in an Area of Colorado Alpine. The American Midland Naturalist 69: 189-197 (1).
Hultèn, E. 1971. Atlas överväxternas utbdning i Norden. 2 uppl, Stockholm.
Huston, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. The American Naturalist 113: 81-101.
Isard, S.A. 1986. Factors influencing soil moisture and plant community distrubution on Niwot Ridge, Front Range, Colorado, USA. Artic and Alpine Research 18: 83-96 (4,9).
Johnson, P.L. & W.D. Billings. 1962. The alpine vegetation of the Beartooth Plateau in relation to cryopedogenic processes and patterns. Ecological Monographs 32: 105-135.
Karlsson, P.S. & K.O. Nordell. 1996. Effects of soil temperature on the nitrogen economy and growth of mountain birch seedlings near its presumed low temperature distribution limit. Ecoscience 3: 183–189.
Kaspar, T.C. & W.L. Bland, 1992. Soil temperature and root growth. Soil Science 154: 290–299.
Klug-Pümpel, B. 1982. Effects of microrelief on species distribution and phytomass variations in a Caricetum curvulae stand. Vegetatio 48: 249-254 (5,15).
Krog, H., H. Østhagen & T. Tønsberg. 1994. Lavflora. Norske busk- og bladlav. Universitetsforlaget, Oslo. 1-368.
Kudo, G. & K. Ito. 1992. Plant distribution in relation to the length of the groing season in a snow-bed in the Taisetsu Mountains, Northern Japan. Vegetatio 98: 165-174 (4).
Kudo, G., U. Nordenhall & U. Molau. 1999. Effects of snow-melt timing on leaf traits, leaf production and shoot growth of alpine plants: Comparisons along a snow-melt gradient in northern Sweden. Ecoscience 6: 439-450.
Körner, C. & W. Larcher. 1988. Plant life in cold climates. En Long, S.F. Woodward, F.I. (eds.). Plants and Temperature, Cambridge University Press, Cambridge, 25-47.
Körner, C. 1999. Alpine plant life. Springer-Verlag, Berlin.

Loewen, D.C., G.A. Allen & J.A. Antos. 2001. Autecology of *Erythronium grandiflorum* in western Canada. Canadian Journal of Botany 79: 500-509.
Lid, J. & T.D. Lid. 1994. Norsk Flora 6.utgave ved R. Elven. Det norske samlaget, Oslo.
Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: vegetasjon, Statens kartverk. Hønefoss. 1-199.
Nordhagen, R. 1943. Sikildsdalen og Norges fjellbeiter. En plantesosiologisk monografi. Bergen Museums Skrifter 22: 1-607.
Odland, A. 1995. Frond development and phenology of *Thelypteris limbosperma*, *Athyrium distentifolium* and *Matteuccia struthiopteris* in Western Norway. Nordic Journal of Botany. 15: 225-236.
Odland, A. 1996. Holoene treeling oscillations, denrochronology and palaeclimate – Palaoklimaforschung palaecoclimate Resarch 20: 43-59.
Odland, A. (i trykk). Oligotrophic and mesotrophic vegetation in southern Scandinavian mouintains. Gradients in species and community distribution extracted by numerical anaylses of earlier published vegetation descriptions. Phytocoenologia.
Oksanen, J. & P.R. Minchin. 1997. Instability of ordination results under changes in input order: explanations and remedies. Journal of Vegetation Science 8: 447–454.
Ostler, W.K., K.T. Harper, K.B. McKnight & D.C. Andersen. 1982. The effects if increasing snowpack on a subalpine meadoe in the Unita Mountains, Utah, USA. Artic and Alpine Research 14: 203-214 (5).
Pedersen, A. Pers. med. 2003.
Peet, R.K. 1978. Latiudinal variation in Southern Rocky Mountain forestests. Journal of Biogeography 5: 275-289.
Poore, M.E.D. & D.N. McVean. 1957. A new approach to Schottish mountain vegetation. Journal of Biogeography 45: 1-401.
Rydgren, K. 1994. Low-alpine vegetation in Gutulia National Park, Engerdal, Hedmark, Norway, and its relation to the environment. Sommerfeltia 21: 1-47.
Sakai, A. & W. Larcher. 1987. Frost survival of plants. Responses and adaption to freezing stress. Ecological studies, vol 62. Springer, Berlin Heidelberg New Yourk (4,5,7,8,12).
Sherard, J.W. & D.W. Geale. 1983. Vegetation studies at Polar Bear Pass, Bathurst Island, N.W.T. II. Vegetation environment relationships. Canadian Journal of Botany 61: 1637-1646.
Station, M.L., M. Rejmanek & C. Galen. 1994. Changes in vegetation and soil fertility along a predictable snowmelt gradient in the Mosquito Range, Colorado, USA. Artic and Alpine Reserarch. 26: 364-374 (4,5,6).
Swanson, F.J., T.K. Kratz, N. Cane & R.G. Woodmansee. 1988. Lansform effects on ecosystem patterns and prosesses. BioScience 38: 92-98.
ter Braak, C. J. F. & P. Šmilauer. (2002). CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power (Ithaca NY, USA), 1-500.
Vestergren, T. 1902. Om den olikformiga snöbeteckningens innflytande på vegetasjonen i Sarekfjällen. Botaniske Notiser. 241-268.
Walker, D.A., J.C. Halfpenny, M.D. Walker & C.A. Wessman. 1993. Long-term Studies of Snow-Vegetation Interaction. BioScience 43: 287-301 (5).
Walker, M.D., P.J. Webber, E.H. Arnold & D. Ebert-May. 1994. Effects of Interannual Climate Variation on Aboveground Phytomass in Alpine Vegetation. Ecology 75: 393-408 (2).
Walker, M.D., R.C. Ingersoll & P.J. Webber. 1995. Effects and Interannual Climate Variation on Phenology and Growth of Two Alpine Forbs. Ecology 76: 1067-1083 (4).
Wijk, S. 1986. Salix herbacea and the alpine snow-bed environment. PhD thesis, Lund University, Lund, Sweden, 1-55.

Økland, R.H. & E. Bendiksen. 1985. The vegetation of the forest-alpine transition in the Grunningsdalen area, Telemark, S. Norway. Sommerfeltia 2: 1-224.
Økland, R.H. 1990. Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia. Sommerfeltia Supplement 1: 1-233.
Økland, R.H. & O. Eilertsen. 1994. Canonical Correspondence Analysis with variation partitioning: some comments and an application. Journal of Vegetation Science 5: 117-126.

Kart

Jansen, I.J. 1983, Telemark, Kvartærgeologisk kart Geo 01, 1:250000, Fylkeskartkontoret i Telemark
Landskapsdivisjonen 1994, HAUKELISÆTER 1414 IV, Topografisk hovedkartserie – M711, Statens Kartverk.
Naterstad, J., 1988, HAUKELISÆTER 1414 IV, Berggrunnskart M 1:50 000, Norges geologiske undersøkelser.

Internettadresser.

Statens kartverk, Norgesglasset per 26. august 2004.
http://ngis2.statkart.no/norgesglasset/default.html
Meterologisk institutt, Eklima per 26. august 2004.
http://shimmer.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=35,96278,35_96303&_dad=portal&_schema=PORTAL

VEDLEGG 1

På grunnlag av artsdatasettet er artene sortert etter TWINSPAN delingen. Arter med fet skrift er signifikante (p<0.05) for GLM analysen i forhold til S=0.

Kode = forkortelsen av artsnavn.
R = antall forekomster i TWINSPAN-gruppe R (Rabbesamfunn).
N = antall forekomster i TWINSPAN- gruppe N (Nardussamfunn).
L = antall forekomster i TWINSPAN- gruppe L (Lesidensamfunn).
S = antall forekomster i TWINSPAN- gruppe S (Snøleiesamfunn).
E = antall forekomster i TWINSPAN- gruppe E (Ekstremsnøleiesamfunn).
DCA1 = Species scores for DCA akse 1.
DCA2 = Species scores for DCA akse 2.
Snitt = Gjennomsnittsverdi for CCA akse 1.
Dev0 = Null model deviance (GLM).
Dev = Fitted model deviance (GLM).
P = Modellsignifikans (GLM).

Mod = Artens respons til S=0 (GLM).
b0 = Reggresjonskoffisient $\beta_{0.}$
b1 = Reggresjonskoffisient $\beta_{1.}$
b2 = Reggresjonskoffisient $\beta_{2.}$
Opt = optimum for S=0 for arter med umodal respons.
OptL = laveste verdi i 0.95 konfidensintervall Optimum.
Opt H = høyeste verdi i 0.95 konfidensintervall Optimum.
Tol = toleransen til den umodale kurven.
SdT = estimert standard avvik til Toleransen.
Maks = Predikert responsverdi for Optimum.
FS = Forslag til faktortall for snø for signifikante arter (P<0.05).
IS = Forslag til faktortall for snø for ikke signifikante arter (P>0.05).

	Kode	R	N	L	S	E	DCA 1	DCA 2	Snitt	Dev0	Dev	P	Mod	b0	b1	b2	Opt	OptL	OptH	Tol	SdT	Maks	FS	FI
Salix lapponum	Sal lap			7	1		2,2889	-0,543	2,22	1078,4	839,9	0,008	umodal	-2773,5	2610,0	-613,6	2,13			0,03	0,01		5	
Salix glauca	Sal gla			6	1		1,9460	-0,8569	1,43	710,0	540,2	0,011	umodal	-2773,7	2614,2	-615,6	2,12			0,03	0,01	4,7	5	
Barbilophozia lycopodioides	Bar lyc	1		20	2		1,0119	-0,2548	3,04	1156,6	772,4	0,000	umodal	-1783,0	1698,5	-404,0	2,10	2,09	2,11	0,04	0,00	7,3	4	
Brachythecium reflexum	Bra ref			7			1,3196	-0,5738	0,13	60,3	40,3	0,000	umodal	-4275,5	4070,9	-969,1	2,10			0,02	0,03	0,3	4	
Dryopteris expansa	Dry exp			2			1,4264	-1,4526	0,67	451,3	351,1	0,073	umodal	-4104,6	3905,7	-930,1	2,10			0,02	0,01	1,7		4
Epilobium angustifolium	Epi ang			2			0,8537	-0,5969	0,07	47,5	42,4	0,366	umodal	-2205,7	2068,4	-485,3	2,13			0,03	0,04	0,2		5
Gymnocarpium dryopteris	Gum dry			6	1		0,9951	-0,9026	1,99	1034,5	737,6	0,002	umodal	-4563,7	4363,2	-1038,9	2,10			0,02	0,01	4,9	4	
Juniperus communis ssp	Jun com	1		4			-0,5317	-0,509	2,15	1195,8	926,0	0,017	umodal	-2532,2	2457,7	-595,7	2,06			0,03	0,01	11,5	4	
Luzula pilosa	Luz pil			3			0,8411	-0,5727	0,04	19,9	12,4	0,001	umodal	-4144,8	3944,1	-939,2	2,10			0,02	0,05	0,1	4	
Phegopteris connectilis	Phe con			2			2,3640	-0,9928	0,67	451,3	386,5	0,248	umodal	-2649,8	2490,5	-585,0	2,13			0,03	0,02	2,5		5
Silene dioica	Sil dio			3			2,1803	-0,8953	0,04	19,9	18,6	0,495	umodal	-1803,0	1684,0	-393,5	2,14			0,04	0,06	0,1		6
Cornus suecica	Cor sue	1		5			0,2058	-0,4572	1,29	644,0	491,4	0,007	umodal	-2291,3	2227,7	-541,0	2,06			0,03	0,01	7,3	4	
Trientalis europaea	Tri eur		2	20	1		1,3639	0,1194	0,80	245,0	233,9	0,491	umodal	-593,8	556,1	-130,2	2,14	2,09	2,02	0,06	0,01	1,3		6
Carex vaginata	Car vag			3			0,5497	0,0687	0,04	19,9	19,0	0,387	umodal	-1352,4	1250,7	-289,6	2,16			0,04	0,10	0,1		6
Hylocomium splendens	Hyl spe			6			-0,3632	-0,246	1,09	702,7	391,0	0,000	umodal	-769,5	786,5	-200,3	1,96			0,05	0,05	11,7	3	
Cladonia furcata	Cla fur			3			0,9684	0,4687	0,21	19,9	19,0	0,837	umodal	-1352,4	1250,7	-289,6	2,16			0,04	0,10	0,1		6
Maianthemum bifolium	Mai bif	1		3			-0,3245	-0,0003	0,21	115,7	89,7	0,021	umodal	-2244,8	2175,2	-526,9	2,06			0,03	0,02	1,0	4	
Melampyrum pratense	Mel pra			4			-0,1957	-0,0022	0,10	53,3	38,8	0,007	umodal	-4135,4	3936,0	-937,3	2,10			0,02	0,03	0,2	4	

	Kode	R	N	L	S	E	DCA 1	DCA 2	Snitt	Dev0	Dev	P	Mod	b0	b1	b2	Opt	OptL	OptH	Tol	SdT	Maks	FS	FI
Molinia caerulea	Mol cae			3			0,5420	0,0959	0,09	50,5	43,9	0,233	umodal	-2285,9	2144,9	-503,4	2,13			0,03	0,04	0,3		5
Nephroma arcticum	Nep arc			2			-0,3879	-0,2884	0,02	14,9	11,4	0,038	umodal	-1445,3	1421,1	-349,7	2,03			0,04	0,09	0,2	3	
Potentilla erecta	Pot ere			3			0,1776	-0,0707	0,09	50,5	37,8	0,019	umodal	-4076,6	3879,9	-923,9	2,10			0,02	0,03		4	
Betula pubescens ssp	Bet pub	1		7			-0,1057	0,0992	2,84	1281,5	867,4	0,000	umodal	-3001,1	2888,3	-694,4	2,08	2,06	2,14	0,03	0,00	9,3	4	
Phyllodoce caerulea	Phy cae			3			1,0511	0,5755	1,34	750,6	710,1	0,424	umodal	-1843,3	1708,0	-395,2	2,16			0,04	0,04	3,8		6
Cetraria islandica	Cet isl	10	1	20	3		0,9692	1,4936	1,63	405,5	376,4	0,164	umodal	-662,9	623,1	-146,2	2,13	2,11	2,14	0,06	0,01	2,7		5
Betula nana	Bet nan	4		10	2		0,3367	0,1474	4,37	1743,1	1624,5	0,393	umodal	-58,5	65,3	-17,4	1,87			0,17	0,05	13,5		3
Deschampsia flexuosa	Des fle	6		25	13		2,1954	0,3552	6,59	1505,7	1290,7	0,016	umodal	-865,8	917,8	-192,6	2,12	2,12	2,13	0,05	0,00	12,5	5	
Soldiago virgaurea ssp	Sol vir	1		15	4		2,0711	0,2409	0,68	187,6	174,4	0,133	umodal	-1779,1	1656,8	-385,5	2,15			0,04	0,02	2,0		6
Sphangnum girgensohnii	Sph gir			3	1		2,8032	0,2192	0,10	53,3	51,3	0,301	umodal	-1412,3	1309,2	-303,6	2,16			0,04	0,05	0,2		6
Cladonia ecmocyna	Cla ecm	3	1	17	8		2,1658	1,3326	0,55	118,4	110,1	0,141	umodal	-190,7	171,3	-38,5	2,22			0,11	0,09	0,8		7
Hieracium alpinum	Hie alp	2		6	3		2,3674	1,2977	0,13	44,2	40,2	0,082	umodal	-1544,7	1727,9	-330,1	2,16			0,04	0,08	0,3	6	
Luzula multiflora ssp frigida	Luz fri			2	1		2,7976	0,0219	0,04	19,9	18,6	0,495	umodal	-1803,0	1684,0	-393,5	2,14			0,04	0,06	0,1		6
Gentiana purpurea	Gen pur			13	3		1,8503	0,1249	0,90	193,1	181,4	0,250	umodal	-1647,0	1530,7	-355,4	2,15			0,04	0,03	1,6		6
Plagiothecium spp	Pla spp	1		10	2		1,8323	-0,2042	0,16	47,9	47,7	0,309	lineær	1,4	-1,5									2
Vaccinium myrtillus	Vac myr	10	3	27	8		1,4348	0,6151	8,71	1687,0	1511,8	0,044	umodal	-765,3	720,2	-168,9	2,13	2,13	2,14	0,05	0,00	15,3	5	
Barbilophozia floerkei	Bar flo	5	3	22	10		2,0419	0,8313	4,83	1222,0	1121,3	0,116	umodal	-550,2	508,3	-1170,2	2,17	2,16	2,22	0,07	0,01	7,2		6
Dicranum scoparium	Dic sco	8	1	16	4		1,1007	0,8558	0,66	155,6	142,7	0,044	lineær	13,9	-6,8								2	
Nardus stricta	Nar str		3	7	3		2,2398	1,3899	5,06	2099,0	1586,9	0,001	umodal	-741,1	654,0	-143,7	2,28			0,06	0,10	23,2	7	
Cladonia bellidiflora	Cla bel	4	1	4	2		2,3035	2,8515	0,34	138,4	119,7	0,065	umodal	-1209,5	1108,5	-254,0	2,18			0,04	0,07	0,7		6
Polytrichum strictum	Pol str	2	1	4	1		0,5474	1,5141	0,20	84,5	73,4	0,090	umodal	-193,2	194,8	-49,3	1,98			0,10	0,05	0,6		3
Empetrum nigrum ssp	Emp her	20	3	22	11		1,0028	2,4179	8,77	1348,0	1027,7	0,000	umodal	-244,6	244,0	-60,1	2,03	2,00	2,05	0,09	0,01	18,1	3	
Vaccinium uliginosum	Vac uli	13	3	17	3		0,7125	1,8688	5,22	1298,0	1046,8	0,005	umodal	-490,5	476,7	-115,3	2,07	2,06	2,08	0,07	0,00	10,7	3	
Dicranum fuscescens	Dic fus	7	2	8	1		1,4204	2,8351	2,27	780,9	758,0	0,435	umodal	-417,1	393,7	-92,7	2,12	2,11	2,14	0,07	0,01	3,3		5
Diphasiastrum alpinum	Dip alp	7	1	8			1,6821	2,6837	1,17	398,0	365,3	0,173	umodal	-1616,1	1497,3	-346,5	2,16			0,04	0,03	3,0		6
Andromeda polifolia	And pol	2		3			-0,7509	2,5395	0,11	55,9	40,3	0,003	lineær	38,0	-19,3								2	
Cladonia stellaris	Cla ste	1		2			-0,5810	2,5233	0,09	50,5	38,0	0,017	lineær	38,7	-19,7								2	
Pleurozium schreberi	Ple sch	5		10			-0,8208	0,8613	1,99	895,4	608,8	0,000	umodal	-611,8	613,3	-153,1	2,00	1,90	2,03	0,06	0,01	9,7	3	
Vaccinium vitis-idaea	Vac vit	13		9			0,0247	2,0845	0,83	230,2	173,9	0,004	umodal	-459,4	451,2	-110,6	2,04	1,99	2,06	0,07	0,01	2,1	3	
Cladonia squamosa	Cla sqa	2		2			0,6215	2,4239	0,05	24,2	21,0	0,102	lineær	22,8	-12,2									2
Ptilidium ciliare	Pti cil	12		8			-0,2709	2,4153	1,26	447,3	269,3	0,000	umodal	-512,6	515,6	-129,3	1,99	1,74	2,02	0,06	0,01	6,1	3	
Cladonia arbuscula/mitis	Cla arb	21	3	13	3		0,8284	3,4017	4,33	901,1	533,4	0,000	lineær	31,4	-14,2								2	
Alchemilla alpina	Arc alp	7					3,6273	0,4794	2,59	1215,0	1089,9	0,197	umodal	-1526,9	1407,9	-324,1	2,17			0,04	0,03	5,7		6
Calluna vulgaris	Cal vul	6		2	1		-0,9998	2,4244	2,83	1289,5	778,6	0,000	umodal	-1596,8	1579,6	-389,8	2,03			0,04	0,02	21,5	3	

	Kode	R	N	L	S	E	DCA 1	DCA 2	Snitt	Dev0	Dev	P	Mod	b0	b1	b2	Opt	OptL	OptH	Tol	SdT	Maks	FS	FI
Cetraria nivalis	Cet niv	6					-0,3792	4,3097	0,17	81,7	29,6	0,000	umodal	-642,4	664,3	-171,5	1,94			0,05	0,17	2,8	3	
Cladonia rangiferina/stygia	Cla ran	15		11	2		0,2442	3,2861	2,17	540,4	272,4	0,000	lineær	37,7	-17,6								2	
Cladonia gracilis	Cla gra	14		3			0,2069	3,8572	0,56	179,7	97,3	0,000	umodal	-1651,2	1626,1	-399,8	2,03			0,04	0,03	4,1	3	
Cladonia sulphurina	Cla sul	2					0,3867	4,6263	0,02	14,9	11,4	0,038	umodal	-1445,3	1421,1	-349,7	2,03			0,04	0,09	0,2	3	
Cetraria ericetorum	Cet eri	9	1				1,2539	4,5896	1,56	681,6	584,3	0,080	umodal	-607,7	588,7	-142,3	2,07	2,05	2,08	0,06	0,00	3,8		4
Gymnocolea inflata	Gym inf	2	1				2,1187	3,9874	0,04	19,9	18,6	0,495	umodal	-1803,0	1684,0	-393,5	2,14			0,04	0,03	0,1		5
Sphagnum capillifolium	Sph cap	1		1			1,3522	3,771	0,20	133,6	112,3	0,205	umodal	-2458,1	2314,8	-545,1	2,12			0,03	0,02	0,6		5
Racomitrium microcarpon	Rac mic		2				1,8748	2,2507	0,02	14,9	12,0	0,016	lineær	-206,2	92,4								9	
Sphagnum compactum	Sph com	3	2				1,7502	3,0806	1,30	719,7	653,2	0,330	umodal	-1568,6	1445,3	-332,6	2,17			0,04	0,05	2,9		6
Trichophorum cespitosum coll	Tri ces	2	2				1,4951	3,6612	0,32	168,0	160,3	0,386	umodal	-1724,0	1608,6	-375,1	2,14			0,04	0,02	0,9		5
Cladonia uncialis	Cla unc	12	2		2		0,5927	4,1206	0,56	193,6	119,8	0,000	lineær	37,8	-18,3								2	
Loiseleuria procumbens	Loi pro	9			2		1,4973	4,6824	1,29	505,3	422,8	0,057	umodal	-303,7	303,0	-75,3	2,01	1,91	2,04	0,08	0,08	3,5		3
Cetraria delisei	Cet del	7	1	1	5		2,4479	4,2959	0,89	326,0	288,6	0,072	umodal	-416,3	404,4	-98,1	2,06	2,01	2,09	0,07	0,01	1,8		4
Lychnis alpina	Lyc alp	3			1		2,9790	4,1422	0,10	53,3	48,5	0,344	umodal	-1909,9	1788,3	-418,9	2,13	0,04	0,03	0,30				5
Polytrichum piliferum	Pol pil	3			1		2,6197	3,6203	0,21	115,7	102,8	0,240	umodal	-1003,1	913,5	-208,2	2,19			0,05	0,10	0,4		6
Stereocaulon spp	Ste spp	16		5	10		2,0139	3,6634	1,17	294,3	226,5	0,001	lineær	24,7	-11,6								2	
Cladonia spp (begerlavgr.)	Cla spp	19	1	10	12		1,9729	3,2947	1,55	357,6	323,0	0,152	umodal	-183,2	181,6	-44,7	2,03	1,73	2,07	0,11	0,02	2,8		3
Juncus trifidus	Jun tri	8		1	6		2,6966	4,2327	0,90	359,6	336,3	0,361	umodal	-771,2	726,2	-170,9	2,13	2,09	2,14	0,05	0,01	1,6		5
Luzula spicata	Luz spi	2			1		3,2253	3,5631	0,04	19,9	20,0	0,387	umodal	-1352,4	1250,7	-289,6	2,16			0,04	0,10	0,1		6
Cephalozia /Cephaloziella spp	Cep spp	5		6	5		2,5757	2,204	0,20	52,3	52,1	0,094	umodal	-31,2	29,4	-7,3	2,02			0,26	0,99	0,2		3
Polytrichum commune	Pol com	2	5	4	3		2,7143	1,8189	0,90	351,4	346,0	0,479	lineær	-9,3	4,3									2
Racomitrium lanuginosum	Rac lan	1		1	2		2,5954	1,1473	0,05	24,2	24,0	0,293	lineær	2,7	-2,7									2
Geranium sylvaticum	Ger syl			1	1		2,8073	-0,637	0,02	14,9	14,4	0,235	umodal	-1729,0	1607,8	-374,2	2,15			0,04	0,11	0,1		6
Barbilophozia kunzeana	Bar kun			2	2		3,0190	2,1029	0,98	547,2	432,4	0,012	lineær	-197,0	89,8								9	
Rumex acetosa spp	Rum ace	1		9	11		2,9123	-0,2117	1,45	461,4	412,1	0,096	umodal	-2183,4	2041,4	-476,8	2,14			0,03	0,02	5,3		5
Sanionia uncinata	San unc		1	6	9		3,3968	0,4601	0,37	141,6	124,9	0,165	umodal	-2189,9	2049,4	-479,5	2,14			0,03	0,03	1,3		5
Dicranum bergeri	Dic ber			1	2		3,8259	2,2426	0,04	19,9	19,0	0,387	umodal	-1352,4	1250,7	-289,6	2,16			0,04	0,10	0,1		6
Carex brunnescens	Car bru	1		9	15		3,2322	0,8753	0,66	171,7	146,7	0,019	umodal	-1344,4	1240,2	-285,9	2,17			0,04	0,04	1,4		6
Anthoxanthum odoratum	Ant odo	1		13	12		3,0070	0,5143	1,30	318,1	293,3	0,090	umodal	-1883,1	1752,9	-407,6	2,15			0,04	0,02	4,1		6
Euphrasia frigida	Eup fri			1	2		3,6878	0,9827	0,04	19,9	18,6	0,495	umodal	-1803,0	1684,0	-393,5	2,14			0,04	0,06	0,1		5
Bistorta vivipara	Bis viv			4	6		3,4197	0,6168	0,27	106,2	100,4	0,400	umodal	-1627,7	1510,2	-350,2	2,16			0,04	0,04	0,7		6
Huperzia selago ssp	Hup sel	3		2	3		2,9950	3,7574	0,15	62,2	57,3	0,282	umodal	-1288,9	1188,7	-274,3	2,17			0,04	0,06	0,3		6
Scapania curta	Sca cur	1			1		3,3831	3,6204	0,02	14,9	14,4	0,235	umodal	-1729,0	1607,8	-374,2	2,15			0,04	0,11	0,1		6
Lophozia spp	Lop spp	2			4		2,7007	2,7615	0,12	57,2	54,2	0,392	umodal	-454,5	435,3	-104,6	2,08			0,07	0,02	0,2		4

	Kode	R	N	L	S	E	DCA 1	DCA 2	Snitt	Dev0	Dev	P	Mod	b0	b1	b2	Opt	OptL	OptH	Tol	SdT	Maks	FS	FI
Marsupella brevissima	Mar bre	2	1		4	1	3,9699	2,8006	0,15	62,2	55,0	0,141	umodal	-1088,3	996,6	-228,5	2,18			0,05	0,08	0,3		6
Marsupella spp	Mar spp	1			2	1	3,9780	1,6648	0,05	24,2	22,5	0,398	umodal	-1267,2	1167,5	-269,3	2,17			0,04	0,11	0,1		6
Pohlia nutans	Poh nut	4		1	7	1	3,8091	2,0057	0,73	364,7	324,1	0,267	umodal	-943,6	894,4	-211,9	2,11	2,08	2,13	0,05	0,01	1,5		5
Moerckia blyttii	Moe bly		2		4		3,5602	1,9972	0,07	31,4	27,8	0,127	umodal	-1159,9	1062,8	-243,8	2,18			0,05	0,13	0,1		6
Pohlia spp	Poh spp	2		2	4		3,1084	1,5469	0,10	37,2	35,2	0,293	umodal	-1643,4	1524,3	-353,6	2,15			0,04	0,07	0,3		6
Phleum alpinum	Phl alp			2	6		3,6825	0,1297	0,10	37,2	35,3	0,314	umodal	-1816,9	1690,9	-393,5	2,15			0,04	0,06	0,3		6
Ranunculus acris ssp	Ran acr			1	3		3,6530	0,4453	0,05	24,2	23,2	0,423	umodal	-1657,4	1541,8	-358,9	2,15			0,04	0,07	0,1		6
Alchemilla spp	Alc spp			1	2		3,9965	0,4154	0,15	92,2	77,6	0,182	umodal	-2321,6	2184,5	-514,0	2,12			0,03	0,02	0,5		5
Athyrium distentifolium	Ath dis			2	11		3,7266	0,5673	0,82	331,1	277,1	0,042	umodal	-1032,2	940,5	-214,1	2,20			0,05	0,06	1,5	6	
Cryptogramma crispa	Cry cri			1	7		4,1001	0,5667	1,38	638,6	597,3	0,387	umodal	-1621,5	1501,7	-347,3	2,16			0,04	0,03	3,5		6
Arctostaphylos alpinus	Alc alp			2	6		3,6273	0,4797	1,30	697,3	545,7	0,078	umodal	-1863,1	1826,0	-446,9	2,04			0,03	0,01	9,2		3
Pyrola minor	Pyr min				2		3,2278	0,9559	0,02	14,9	14,4	0,235	umodal	-1729,0	1607,8	-374,2	2,15			0,04	0,11	0,1		6
Veronica alpina	Ver alp			1	6		3,8625	0,6927	0,09	34,5	32,4	0,303	umodal	-1877,3	1749,9	-408,0	2,14			0,04	0,06	0,3		5
Viola palustris	Vio pal		1	1	7		3,4272	0,767	0,21	85,7	80,0	0,308	umodal	-1453,3	1344,3	-310,9	2,16			0,04	0,05	0,5		6
Polytrichastrum alpinum	Pol alp	1		6	15		3,4813	1,2634	3,23	1019,8	905,6	0,088	umodal	-1744,3	1614,8	-373,1	2,16			0,04	0,02	8,4		6
Omalotheca supina	Oma sup	1		2	16		3,9629	1,3789	1,15	460,8	438,9	0,449	umodal	-1850,8	1722,7	-400,5	2,15			0,04	0,02	3,5		6
Leontodon autumnalis	Leo aut			2	5		3,7868	0,5457	0,18	83,2	79,3	0,450	umodal	-1773,3	1652,3	-384,9	2,15			0,04	0,04	0,5		6
Omalotheca norvegica	Oma nor				3		4,1945	0,5786	0,04	19,9	15,6	0,003	lineær	-192,5	86,3								9	
Taraxacum spp	Tar spp				4		4,2248	0,5141	0,10	53,3	48,5	0,344	umodal	-1909,9	1788,3	-418,9	2,13			0,04	0,03	0,3		5
Epilobium anagallidiflorum	Epi ana				5		4,8862	0,9121	0,16	80,1	77,1	0,342	umodal	-1646,7	1531,4	-356,1	2,15			0,04	0,04	0,4		6
Poa alpina	Poa alp				8		4,2493	0,9452	0,20	84,5	68,6	0,026	umodal	-697,9	622,3	-138,9	2,24			0,06	0,18	0,5	7	
Carex lachenalii	Car lac				4		4,9093	1,3615	0,10	53,3	41,9	0,010	lineær	-210,4	94,9								9	
Cerastium cerastoides	Cer cer				9		4,7151	0,8208	0,89	391,3	321,1	0,038	umodal	-857,7	773,5	-174,3	2,22			0,05	0,08	1,8	7	
Oxyria digyna	Oxy dig				2		5,0631	0,7604	0,49	307,5	291,3	0,349	umodal	-1565,9	1447,6	-334,4	2,16			0,04	0,05	1,2		6
Lophozia bicrenata	Lop bic	1			2		3,8676	3,2674	0,15	92,2	81,5	0,341	umodal	-763,1	685,9	-154,4	2,22			0,06	0,15	0,3		7
Sibbaldia procumbens	Sib pro			1	10		4,1235	1,3748	0,44	169,7	161,3	0,418	umodal	-1664,3	1549,2	-360,3	2,15			0,04	0,03	1,2		6
Salix herbacea	Sal her	6	2	10	27	2	3,8147	1,9532	15,24	2778,3	2277,4	0,002	umodal	-1903,0	1764,8	-408,3	2,16			0,04	0,01	43,6	6	
Lophozia sudetica	Lop stu				2		4,0444	0,6318	0,02	14,9	12,0	0,016	lineær	-206,2	92,4								9	
Oligotrichum hercynicum	Oli her				9	1	4,7815	1,1018	0,33	138,3	107,7	0,010	umodal	-582,4	509,6	-111,4	2,29			0,07	0,26	1,5	7	
Juncus filiformis	Jun fil			1	7		4,1631	2,1426	0,10	37,2	34,0	0,145	umodal	-1426,7	1316,6	-304,0	2,16			0,04	0,09	0,2		6
Agrostis mertensii	Agr mer	2		1	8		3,9397	1,7662	0,18	67,1	62,7	0,293	umodal	-1491,6	1381,7	-320,1	2,16			0,04	0,05	0,4		6
Nardia geoscyphus	Nar geo	2			5	1	4,5165	1,4401	2,18	1114,0	907,1	0,033	umodal	-741,8	658,6	-145,8	2,26			0,06	0,10	7,2	7	
Cassiope hypnoides	Cas hyp				2		4,1324	4,4283	0,49	297,1	239,7	0,016	lineær	-186,8	84,9								9	
Gymnomitrion concinnatum	Gym con				2		4,5782	4,0708	0,50	351,9	293,1	0,082	lineær	-184,4	83,8									9

	Kode	R	N	L	S	E	DCA 1	DCA 2	Snitt	Dev0	Dev	P	Mod	b0	b1	b2	Opt	OptL	OptH	Tol	SdT	Maks	FS	FI
Warnstorfia exannulata	War exa					3	6,4830	1,6215	0,98	561,0	446,3	0,013	lineær	-196,6	89,7								9	
Anthelia spp	Ant spp	1			3	4	5,8845	2,5859	1,37	627,4	466,7	0,001	lineær	-204,6	93,5								9	
Racomitrium fasciculare	Rac fas				5	2	5,7460	2,1367	1,15	631,5	507,0	0,087	lineær	-94,8	43,5									8
Polytrichastrum sexangulare	Pol sex				8	3	5,4342	2,4282	1,09	449,8	321,9	0,000	lineær	-202,6	92,5								9	
Conostomum tetragonum	Con tet		1		8	3	5,1860	2,7581	0,15	46,1	28,9	0,000	lineær	-219,2	99,1								9	
Pohlia drummondii	Poh dru	2			3	1	4,9674	1,9851	0,84	531,2	449,6	0,115	lineær	-72,9	33,4									8
Scapania obscura	Sca obs				1	1	5,3378	1,4918	0,02	14,9	12,0	0,016	lineær	-206,2	92,4								9	
Saxifraga stellaris	Sax ste				8	2	5,5280	1,4703	0,29	123,9	89,4	0,000	lineær	-206,1	93,5								9	
Kiaeria starkei	Kia sta	7		4	23	1	4,0884	2,5199	3,68	1287,1	1008,4	0,002	lineær	-49,9	23,6								8	
Lophozia wenzelii	Lop wen	6			12	2	4,1813	2,932	0,79	274,3	223,2	0,004	lineær	-43,6	20,0								8	
Carex bigelowii	Car big	12	3	11	18	3	3,2953	2,9217	4,06	932,8	795,7	0,004	lineær	-24,5	12,0								8	

Sjeldent forekommende arter med lav dekningsgrad delt inn etter hvilke TWINSPAN gruppene forekommer i (Noen få arter forekommer i to grupper):

Rabbe: *Cetraria cucullata, Ochrolechia frigida, Physcia spp, Barbilophozia atlantica, Festuca vivipara, Luzula arcuata* ssp *confusa*
Leside: *Bryum* spp, *Brachythecium* spp, *Calamagrostis purpurea, Deschampsia cespitosa, Diphasiastrum complanatum* spp, *Listera cordata, Straminergon stramineum, Potentilla palustris, Rubus chamaemorus, Polytrichastrum formosum, Vahlodea atropurpurea*
Snøleie: *Bryum* spp, *Calypogeia neesiana, Epilobium lactiflorum, Lotus corniculatus, Silene rupestris, Epilobium hornemannii, Gentiana nivalis, Jumgermannia* spp, *Kiaeria blyttii, Pleurocladula albescens, Poa annua, Pohlia longicollis, Psoroma hypnorum, Sagina saginoides, Carex saxatilis, Deschampsia alpina, Lophozia excisa, Polytrichum juniperinum, Scapania* spp
Ekstremsnøleie: *Eriophorum angustifolium, Eriophorum scheuchzeri, Kiaeria falcata, Paludella squarrosa, Scapania* spp

VEDLEGG 2

Miljødata som var grunnlaget for analysene. Alle fastrutene er sortert på grunnlag av TWINSPAN delingen.

Nr = Fastrute nummer.
Frem = Vegetasjos type, gruppe og utforming etter Fremstad (1997).
TWINSPAN = TWINSPAN gruppe på grunnlag av en deling i fem samfunn.
Volv = Beregnet volumvekt av jordprøvene (kg/L).
pH = pH målt i jordprøven.
P = Innholdet av lettløselig fosfor i jordprøven (mg).
K = Innholdet av lettløselig kalium i jordprøven (mg).
Mg= Totalinnhold av magnesium i jordprøven (mg).
Ca = Totalinnhold av kalsium i jordprøven (mg).
Mold = Vurdert jordart ut fra volumvekt. Tallverdi fra 1-6 etter økende humusinnhold.
Smaks = Maksimal snøtykkelse målt 26-27 mars 2004 (cm).
S=0 = Interpolert fremspeltingsdag (dag nummer).
T>6 = Interpolert dag jordtemperaturen oversteg 6ºC i ca 5cm jorddybde (dag nummer).
Hoh = Fastrutens høyde over havet (m).
Hel = Rutens hellningsgrad fra 0-90º (º).
Eksp = Rutens eksposisjon omgjordt til tallverdi 1-8.

Våtv = Total våtvekt av hele jordprøven (g).
Tørv = Total tørrvekt av hele jordprøven (g).
VanP = Beregnet vanninnhold i den totale jordprøven (%).
Tett = Beregnet tetthet av jordprøven (g/cm^3).
VanV = Beregnet vekt av vanninnhold i jordprøven (g).
EK = Eksposisjon, se Eksp hvor verdiene er omgjort til tallverdier.
hA = Høyden på tresjikt (m).
tA = Dekningsprosent tresjikt (%).
tB = Dekningsprosent busksjikt (%).
tC = Deksningsprosent feltsjikt (%).
tD = Dekningsprosent bunnsjikt (%).
Sten = Dekningsprosent av bar stein (%).
Jord = Dekningsprosent av bar jord (%).
Mose = Dekningsprosent av totalt mosedekke (%).
Lav = Dekningsprosent av totalt lavdekke (%).

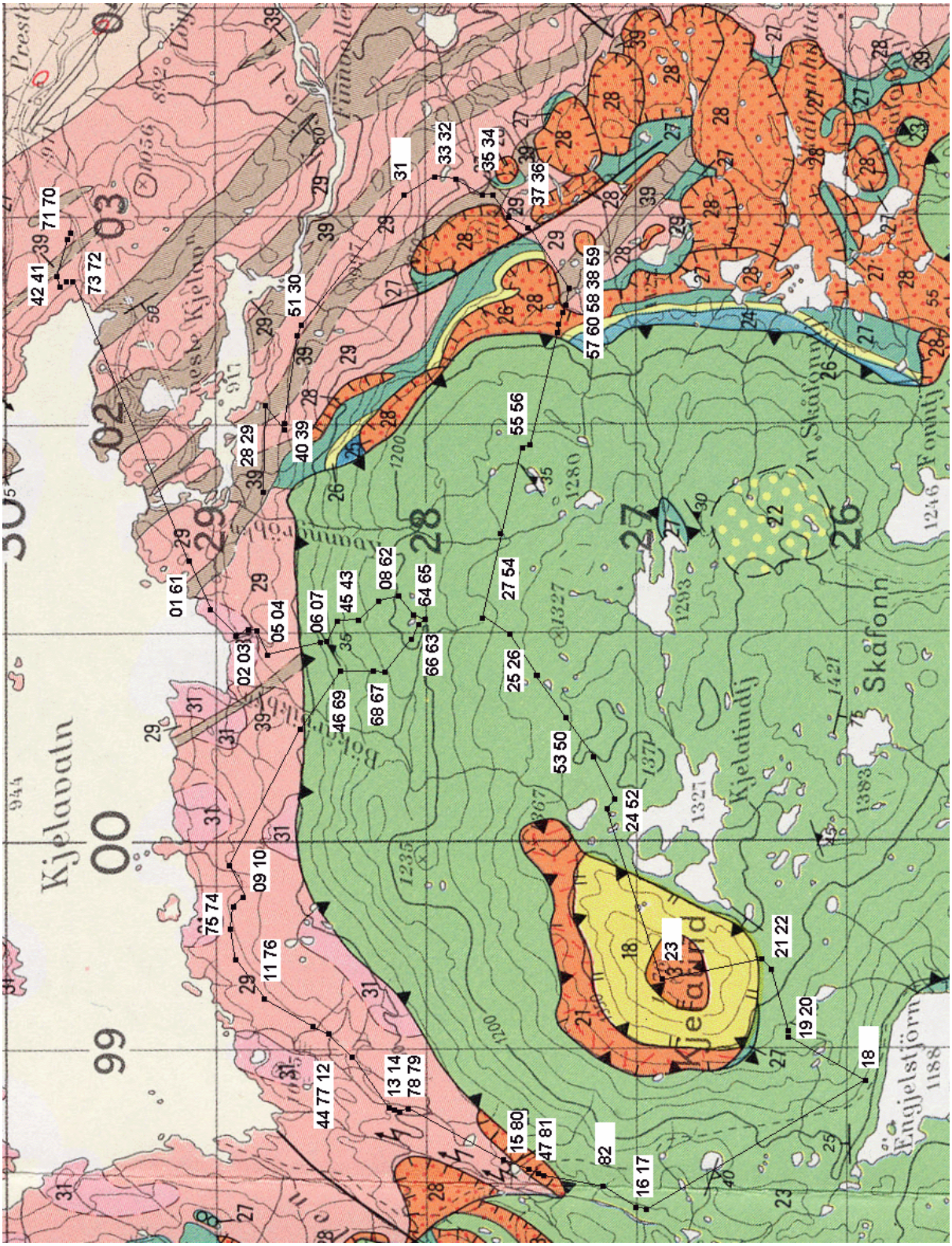
Nr	Frem	TWINSPAN	Volv	pH	P	K	Mg	Ca	Mold	Smaks	S=0	T>6	Hoh	Hel	Eksp	Våtv	Tørv	VanP	Tett	VanV	EK	hA	tA	tB	tC	tD	Sten	Jord	Mose	Lav
56	T1a	Nardus	0,15	4,3	1	9	2	3	6	110	149	152	1278	10	6	476,0	115,6	75,7	0,15	360,4	SE				90	60			60	1
9	T1a	Nardus	0,85	4,3	2	20	12	30	5	210	155	155	989	6	6	748,0	431,3	42,3	0,56	316,7	SE				80	70	1		60	10
20	T1a	Nardus	0,14	4,1	1	7	2	4	6	190	157	162	1326	24	2	489,3	147,6	69,8	0,19	341,7	N				80	40		5	40	1
22	T1e	Rabbe	1,02	4,7	1	14	6	18	6	90	156	163	1375	24	6	361,4	293,8	18,7	0,38	67,6	SE				40	50	10		10	40
24	R1c	Rabbe	1,08	4,5	0	6	4	8	3	110	147	150	1340	1	5	681,0	603,6	11,4	0,78	77,4	W				30	40	20	5	10	30
19	R2c	Rabbe	0,22	3,9	2	9	4	15	6	50	124	147	1325	8	8	313,9	141,5	54,9	0,18	172,4	SW				80	50	10		5	40
26	R5e	Rabbe	0,80	4,4	1	10	5	10	5	85	138	148	1291	6	5	609,6	442,3	27,4	0,57	167,3	W				40	60	10		10	50
53	R5e	Rabbe	0,93	4,4	0	6	4	10	4	70	139	150	1361	2	5	602,0	490,5	18,5	0,64	111,5	W				30	60	20	10	1	60
23	R5e	Rabbe	1,03	4,3	0	8	6	12	3	25	130	148	1460	15	2	698,3	500,5	28,3	0,65	197,8	N				40	70	10		10	50
50	R5e	Rabbe	0,92	4,3	0	7	5	10	4	50	133	150	1321	6	2	685,9	516,9	24,6	0,67	169,0	N				30	60	5		1	60
49	R1a	Rabbe	0,39	4,2	1	11	4	7	6	110	140	147	1219	8	5	605,0	252,1	58,3	0,33	352,9	W				60	40	5	15	30	10
55	R1a	Rabbe	0,76	4,3	2	14	6	11	5	100	140	152	1282	4	6	736,0	438,5	40,4	0,57	297,5	SE				70	80	5		50	30
74	R2c	Rabbe	0,87	4,0	1	10	6	31	4	45	122	152	978	20	2	560,8	345,0	38,5	0,45	215,8	N				70	50			40	20
11	R2c	Rabbe	0,31	4,0	1	11	5	11	6	10	90	141	981	5	8	556,6	211,8	61,9	0,28	344,8	SW				40	90			40	40
77	R2c	Rabbe	0,07	3,7	1	4	3	10	6	40	120	149	992	15	5	302,0	108,4	64,1	0,14	193,6	W				50	50			15	40

Nr	Frem	TWINSPAN	Volv	pH	P	K	Mg	Ca	Mold	Smaks	S=0	T>6	Hoh	Hel	Eksp	Våtv	Tørv	VanP	Tett	VanV	EK	hA	tA	tB	tC	tD	Sten	Jord	Mose	Lav
5	R2b	Rabbe	0,72	4,1	1	11	8	30	6	5	90	150	1039	4	2	572,5	338,9	40,8	0,44	233,6	N			10	60	50		20	30	70
8	R2b	Rabbe	0,45	4,1	1	10	4	9	6	20	118	149	1188	4	2	515,8	245,5	52,4	0,32	270,3	N			10	40	90	10		20	70
66	R2b	Rabbe	1,00	4,4	0	6	4	10	3	2	90	148	1220	6	1	645,3	490,0	24,1	0,64	155,3	NE				10	80	10		1	80
62	R1b	Rabbe	0,45	4,0	1	10	4	9	6	2	90	148	1213	1	3	481,5	254,7	47,1	0,33	226,8	NW			1	40	60			1	60
44	R1b	Rabbe	0,65	3,9	3	20	10	37	6	45	102	146	1030	4	1	535,9	263,2	50,9	0,34	272,7	NE				70	50			1	50
15	R1b	Rabbe	0,28	3,8	1	8	6	26	6	20	100	146	1090	26	7	484,6	203,6	58,0	0,26	281,0	S				40	50		5	1	50
32	R1b	Rabbe	0,79	4,1	1	10	5	15	5	3	90	150	1037	3	6	726,0	428,8	40,9	0,56	297,2	SE			30	50	1			1	60
71	S1a	Rabbe	0,75	4,0	1	11	5	15	5	70	122	151	1002	14	7	687,0	443,5	35,4	0,58	243,5	S				70	40			20	20
41	S1a	Rabbe	0,35	4,0	2	12	5	20	6	50	105	153	977	20	8	428,8	230,6	46,2	0,30	198,2	SW			10	80	90			80	10
21	S3a	Leside	0,39	4,3	2	12	4	10	6	135	156	156	1365	2	3	353,8	268,0	24,3	0,35	85,8	NW				50	80	20		60	20
63	S3a	Leside	0,73	4,1	2	17	7	10	5	130	159	160	1212	20	1	536,4	313,8	41,5	0,41	222,6	NE				80	50			50	5
35	S3a	Leside	0,20	4,2	2	15	5	8	6	180	149	154	1062	10	1	524,5	151,1	71,2	0,20	373,4	NE			5	80	40			40	5
51	S3a	Leside	0,75	4,2	1	17	9	29	5	220	151	152	943	20	2	560,3	308,2	45,0	0,40	252,1	N				90	50	5		40	15
48	S3a	Leside	0,35	4,1	2	16	6	15	6	150	147	152	1220	12	5	410,3	192,1	53,2	0,25	218,2	W				70	90	5		60	40
58	S3a	Leside	0,37	3,9	2	14	6	19	6	125	132	152	1159	6	1	427,1	226,2	47,0	0,29	200,9	NE				70	70			30	40
67	S3a	Leside	0,83	4,3	1	10	7	22	5	160	157	162	1182	28	3	482,0	331,4	31,2	0,43	150,6	NW			1	90	50	5		40	5
17	S3a	Leside	0,43	3,9	3	17	8	23	6	200	153	153	1121	4	5	359,6	184,4	48,7	0,24	175,2	W				80	30	1		10	20
16	S3a	Leside	0,80	4,1	5	26	11	34	5	140	153	153	1124	24	5	484,0	266,6	44,9	0,35	217,4	W				90	10	5		2	10
70	A4c	Leside	0,20	3,8	2	9	3	7	6	90	123	152	1000	6	7	444,4	165,9	62,7	0,22	278,5	S	3	60	40	80	15			10	5
61	A4c	Leside	0,17	4,0	2	11	6	17	6	130	132	145	948	9	7	386,4	144,9	62,5	0,19	241,5	S	3	20	40	90	2			1	1
76	A7b	Leside	0,68	4,0	3	18	10	25	6	120	131	145	960	5	6	389,0	227,4	41,5	0,30	161,6	SE	7	50	1	90	5			5	1
1	A4b	Leside	0,40	3,9	2	13	9	30	6	140	140	146	960	6	1	448,4	226,0	49,6	0,29	222,4	NE	4	10	30	80	10	1		10	5
4	S2a	Leside	0,79	3,8	2	13	8	22	6	35	100	152	990	30	2	430,3	273,1	36,5	0,35	157,2	N			70	50	90			90	1
45	S2a	Leside	0,28	4,1	1	8	6	18	6	160	143	153	1141	14	2	487,7	149,6	69,3	0,19	338,1	N			80	30	30			20	10
31	S2a	Leside	0,10	3,9	1	7	5	14	6	80	130	155	980	24	2	361,0	103,4	71,4	0,13	257,6	N	4	5		90	90			80	20
59	S2a	Leside	0,27	4,1	2	12	5	37	6	70	131	150	1136	4	7	424,8	142,3	66,5	0,18	282,5	S			60	30	70			70	1
73	S2a	Leside	0,21	4,0	2	10	4	20	6	120	132	152	959	14	8	319,6	129,1	59,6	0,17	190,5	SW			70	70	50			50	2
72	S2a	Leside	0,75	4,2	4	21	10	34	5	110	132	148	963	26	8	475,6	321,9	32,3	0,42	153,7	SW			1	80	15			10	5
3	S6a	Leside	0,85	4,4	2	13	9	25	6	165	124	151	982	32	2	568,0	403,4	29,0	0,52	164,6	N			90	90	10			10	
40	S6a	Leside	0,58	4,8	1	22	12	36	6	150	131	138	965	28	1	415,2	199,4	52,0	0,26	215,8	NE			70	100	20			20	1
29	S6a	Leside	0,20	4,1	1	12	4	12	6	120	135	155	925	20	2	481,9	152,0	68,5	0,20	329,9	N	6	40	20	90	60			60	
12	S6a	Leside	0,15	4,0	2	11	6	31	6	80	131	147	980	9	3	326,6	109,9	66,4	0,14	216,7	NW			50	90	5			5	1
69	S6a	Leside	0,90	4,7	1	12	8	36	4	90	132	149	1100	9	2	664,0	463,1	30,3	0,60	200,9	N			70	90	30			30	
18	S6a	Leside	0,87	4,7	0	14	8	16	4	170	147	150	1240	1	7	631,8	518,5	17,9	0,67	113,3	S			5	50	5	40		5	1

Nr	Frem	TWINSPAN	Volv	pH	P	K	Mg	Ca	Mold	Smaks	S=0	T>6	Hoh	Hel	Eksp	Våtv	Tørv	VanP	Tett	VanV	EK	hA	tA	tB	tC	tD	Sten	Jord	Mose	Lav
42	S2a	Leside	0,87	4,3	2	15	7	23	4	75	115	152	970	10	7	514,4	333,6	35,1	0,43	180,8	S			80	90	10			10	1
36	S2a	Leside	0,54	4,0	3	19	9	35	6	45	117	152	1098	12	4	421,1	216,4	48,6	0,28	204,7	E			80	40	80			80	1
52	T10a	Snøleie	0,98	4,5	0	10	6	14	3	185	169	169	1350	16	4	515,8	422,5	18,1	0,55	93,3	E				20	10	70		10	1
14	T10b	Snøleie	0,97	4,7	0	6	5	23	4	150	138	138	1031	24	6	470,9	354,7	24,7	0,46	116,2	SE				50	40	60		40	
13	T10b	Snøleie	0,88	4,6	0	11	6	20	4	130	132	137	1031	26	6	497,0	372,3	25,1	0,48	124,7	SE				40	10	70		10	2
37	T10b	Snøleie	0,35	4,3	1	10	3	8	6	200	160	161	1088	26	1	549,1	241,3	56,1	0,31	307,8	NE				60	5	50		5	
57	T10b	Snøleie	0,91	4,8	0	5	5	14	4	120	157	159	1158	24	6	576,7	504,2	12,6	0,66	72,5	SE				40	10	80		10	1
33	T1b	Snøleie	0,88	4,9	1	12	9	46	4	150	141	146	1035	31	4	643,2	401,0	37,7	0,52	242,2	E			5	70	10	20		10	1
47	T1b	Snøleie	0,51	4,3	3	23	8	20	6	110	138	147	1092	9	5	345,0	202,5	41,3	0,26	142,5	W				90	5	10		5	1
80	T1b	Snøleie	0,82	4,3	2	19	9	31	5	310	170	170	1088	18	2	559,5	348,1	37,8	0,45	211,4	N				90	50	5	5	50	
65	T1c	Snøleie	0,39	4,2	1	12	4	6	6	120	147	150	1220	5	5	500,9	222,1	55,7	0,29	278,8	W				40	70	20		60	10
81	T1c	Snøleie	0,25	4,4	0	11	3	4	6	135	139	149	1093	10	5	434,7	190,3	56,2	0,25	244,4	W				80	40	5		40	5
7	T1c	Snøleie	0,94	4,6	0	13	7	19	4	215	156	162	1100	26	2	672,2	448,6	33,3	0,58	223,6	N				70	70	15		70	1
38	T1c	Snøleie	0,86	4,5	2	16	12	84	5	130	140	144	1136	4	1	725,9	466,8	35,7	0,61	259,1	NE				90	30			30	1
60	T1c	Snøleie	1,01	4,6	0	9	6	24	3	185	163	163	1148	30	6	732,7	559,0	23,7	0,73	173,7	SE				60	70	5		70	2
78	T2a	Snøleie	1,31	4,6	0	2	4	12	1	330	160	161	1031	25	8	769,8	688,9	10,5	0,90	80,9	SW				15	10	90		10	
6	T2a	Snøleie	0,85	5,0	1	14	9	30	5	220	167	168	1084	20	2	743,0	562,5	24,3	0,73	180,5	N				70	70	15	20	70	
75	T2a	Snøleie	0,89	5,1	1	13	10	131	4	140	139	143	960	7	2	601,8	412,4	31,5	0,54	189,4	N				60	5	50		5	1
39	T2a	Snøleie	0,47	4,8	0	13	4	19	6	190	151	152	950	22	1	648,1	270,1	58,3	0,35	378,0	NE				70	80	20		80	
28	T2a	Snøleie	0,27	4,7	1	12	4	14	6	175	143	148	940	6	4	504,7	229,3	54,6	0,30	275,4	E			5	70	20	5	10	20	
82	T2a	Snøleie	0,69	4,5	1	17	7	23	6	310	175	175	1111	2	5	619,0	367,8	40,6	0,48	251,2	W				80	90	5		90	
2	T2a	Snøleie	0,21	4,8	0	7	3	16	6	235	157	160	969	10	2	416,6	208,5	50,0	0,27	208,1	N				90	80	10		80	
54	T4a	Snøleie	0,79	4,6	0	10	5	9	5	125	147	150	1268	4	5	567,6	362,7	36,1	0,47	204,9	W				90	15	5		15	1
30	T4a	Snøleie	0,95	4,4	1	11	7	15	4	150	153	153	950	5	1	820,4	525,5	35,9	0,68	294,9	NE				80	40			40	5
46	T4a	Snøleie	0,76	4,6	1	11	6	24	5	300	163	163	1040	1	4	668,3	406,0	39,2	0,53	262,3	E				90	90	10		90	5
68	T4a	Snøleie	1,05	4,8	2	7	5	12	3	300	163	163	1156	8	3	767,5	710,1	7,5	0,92	57,4	NW				30	40	40		40	1
10	T4a	Snøleie	0,98	4,5	1	7	6	12	4	355	175	175	971	14	1	898,8	574,4	36,1	0,75	324,4	NE				40	90	10		90	1
43	T4a	Snøleie	0,78	4,6	0	10	5	9	5	245	172	172	1163	20	1	755,8	463,8	38,6	0,60	292,0	NE				60	20	30	20	20	1
25	T4a	Snøleie	0,39	4,3	1	9	5	12	6	125	164	164	1319	1	4	630,6	257,3	59,2	0,33	373,3	E				30	60	10		60	1
34	T5d	Ekstr.Snø.	1,30	5,3	2	1	3	11	1	150	147	150	1060	1	1	1027,2	834,3	18,8	1,08	192,9	NE				20	80	15		80	
27	T5d	Ekstr.Snø.	0,57	5,1	1	6	4	13	6	220	164	167	1263	1	3	512,6	187,2	63,5	0,24	325,4	NW				1	90	10		90	
64	T8d	Ekstr.Snø.	0,03	4,6	0	1	0	1	6	185	166	167	1218	1	3	542,9	86,0	84,2	0,11	456,9	NW				10	90	10		90	
79	T5a	Ekstr.Snø.	1,32	5,1	0	2	3	13	1	330	165	166	1040	12	1	767,1	689,9	10,1	0,90	77,2	NE					90	10		90	

VEDLEGG 3

Geologisk kart med tegnforklaring. Alle fastruter er inntegnet på kartet for å gi et overblikk over rutenes plassering i terrenget. I tillegg er alle possisjonene oppgitt i datum WGS 84.



<u>Hardanger-Ryfylke dekkompleks, omdannede bergarter av proterozoisk til ordovicisk alder, overskjøvet under den kalidonske fjellkjededannelse.</u>

Stavsnutdekket, omdannede bergarter av proterozoisk alder.

<u>Kvitenutkomplekset:</u>

3 Gneis, ikke inndelt, vesentlig granittiske gneiser med tallrike partier (megaklaser?) av mindre foliert granitt og migmatitt, samt soner av amfibolitt og glimmergneis.

Dyrskarnutdekket, bergarter av proterozoiskalder.

<u>Dyrskar gruppen, omdannede sedimentere og vulkanske bergarter:</u>

18 Kvartsitt, feltspatførende kvartsitt og glimmerskifer.

Nupsdekket, bergarter av proterozoisk til kambrisk (?) alder.

<u>Nupsfonn komplekset:</u>

21 Grannitisk gneis, båndgneis og migmatitt, gjennomgripende oppsprukket (kataklatisk deformert), proteozoisk alder.

Mannevassdekket, omdannede sedimentære bergarter av antatt ordovicisk alder.

<u>Holmasjøformasjonen:</u>

22 Kvartsrik fylitt, kvartsskifer

23 Grågrønn fylitt med tallrike kvartsglimmerskifer.

<u>Hardangerviddagruppen, stedegne og nær stedegne bergarter av kambro-ordovicisk alder.</u>

<u>Solnutformasjonen (mellomordovicium):</u>

24 Fylitt, stedvis kalkspatførende, stedvis klorittrik.

<u>Bjørnaskalleformasjonen (tidlig ordovicium):</u>

25 Kalkspatmarmor, stedvis med kvarsitt.

<u>Holbergkvarsitten (tidlig ordovicium):</u>

26 Blågra kvartsitt (blåkvarts), tykkbenket, stedvis med nedfolede soner av kalkspatmarmor tilhørende Bjørnaskalleformasjonen (M).

<u>Låvenformasjonen (kambrium):</u>

27 Svart, karbonholdig skifer (alunskifer) med spredte, tynne soner av mørk kalkstein, i øvre del soner av siltstein og sandstein (storhellet skifer), underst stedvis konklomerat (kambrium).

<u>Krekledyrnutkomplekset, kortflyttede bergarter overskjøvet fra det stedlige prekambriske underlaget.</u>

28 Granitt og granittisk gneis; sterkt oppknust (kataklatisk deformert), ligger som dekkskjell under i Hardangerviddagruppen.

Grunnfjell, stedegne bergarter av prekambrisk alder

<u>Dypbergarter:</u>

29 30 Granitt, middels- til grovkornet, stedvis svakt foliert.

31 Granodioritt, fin- til middels kornet.

<u>Beivegruppen:</u>

39 Amfibolitt.

Teksten er direkte avskrift fra tegnforklaringen til bergrunnskart (Naterstad 1988).

Grid Lat/Lon hddd°mm.mmm'
Datum WGS 84

Nr	Position	Nr	Position
101	N59 47.143 E7 14.229	142	N59 47.529 E7 15.894
102	N59 47.063 E7 14.126	143	N59 46.752 E7 14.179
103	N59 47.041 E7 14.134	144	N59 46.690 E7 11.960
104	N59 47.027 E7 14.126	145	N59 46.795 E7 14.176
105	N59 46.985 E7 13.996	146	N59 46.888 E7 13.562
106	N59 46.838 E7 14.066	147	N59 46.239 E7 11.365
107	N59 46.824 E7 14.070	148	N59 45.633 E7 11.613
108	N59 46.708 E7 14.259	149	N59 45.624 E7 11.604
109	N59 47.030 E7 12.738	150	N59 46.208 E7 13.722
110	N59 47.075 E7 12.947	151	N59 46.925 E7 15.612
111	N59 46.981 E7 12.281	152	N59 46.065 E7 13.280
112	N59 46.827 E7 12.084	153	N59 46.116 E7 13.501
113	N59 46.586 E7 11.688	154	N59 46.390 E7 14.659
114	N59 46.588 E7 11.678	155	N59 46.332 E7 15.106
115	N59 46.324 E7 11.435	156	N59 46.315 E7 15.118
116	N59 46.007 E7 11.216	157	N59 46.252 E7 15.729
117	N59 45.977 E7 11.213	158	N59 46.240 E7 15.837
118	N59 45.418 E7 11.874	159	N59 46.234 E7 15.967
119	N59 45.622 E7 12.133	160	N59 46.251 E7 15.781
120	N59 45.622 E7 12.149	161	N59 47.177 E7 14.478
121	N59 45.674 E7 12.429	162	N59 46.653 E7 14.283
122	N59 45.711 E7 12.482	163	N59 46.597 E7 14.168
123	N59 45.922 E7 12.390	164	N59 46.596 E7 14.210
124	N59 46.082 E7 13.235	165	N59 46.579 E7 14.182
125	N59 46.287 E7 13.915	166	N59 46.609 E7 14.067
126	N59 46.346 E7 14.134	167	N59 46.669 E7 13.929
127	N59 46.426 E7 14.225	168	N59 46.709 E7 13.944
128	N59 46.990 E7 14.874	169	N59 46.798 E7 13.943
129	N59 46.987 E7 15.277	170	N59 47.524 E7 16.147
130	N59 46.914 E7 15.662	171	N59 47.529 E7 16.124
131	N59 46.653 E7 16.373	172	N59 47.512 E7 15.921
132	N59 46.578 E7 16.477	173	N59 47.495 E7 15.921
133	N59 46.510 E7 16.464	174	N59 47.063 E7 12.692
134	N59 46.432 E7 16.365	175	N59 47.060 E7 12.576
135	N59 46.405 E7 16.365	176	N59 47.038 E7 12.422
136	N59 46.379 E7 16.260	177	N59 46.763 E7 12.075
137	N59 46.323 E7 16.208	178	N59 46.582 E7 11.665
138	N59 46.225 E7 15.903	179	N59 46.560 E7 11.675
139	N59 46.935 E7 15.193	180	N59 46.254 E7 11.409
140	N59 46.934 E7 15.171	181	N59 46.235 E7 11.362
141	N59 47.522 E7 15.940	182	N59 46.131 E7 11.331

VEDLEGG 4

Temperaturer for Midtlæger klimastasjon 2003-2004 (Meterologisk institutt, Eklima 2004).Og nedbørsdata for Vågsli klimastasjon 2003-2004 (Meterologisk institutt, Eklima 2004). Målingene er dagsmålinger for månedene september 2003 til juli 2004.

St. 46510 MIDTLÆGER, Temperatur 2003-2004 (Grader C)											
Dag	sep.03	okt.03	nov.03	des.03	jan.04	feb.04	mar.04	apr.04	mai.04	jun.04	jul.04
1	4,7	3	-1,7	-1,4	-11,5	-10,2	-2,6	-1,1	2,3	9,5	6,9
2	4,5	2,8	-0,7	0,4	-12,6	-3,2	-2,9	-4,2	2,6	9,4	4,7
3	6,3	3,2	0,9	1,4	-8,5	3,1	-7,9	-5,2	1	8,5	6,7
4	8,2	-0,1	-1,5	0,8	-6,3	0,6	-11,4	-1	0,9	4,9	7,5
5	9,3	-0,5	4,6	-1,3	-7,3	-0,8	-8	-1,8	4	5,2	6,6
6	8,8	-0,8	5	-8	-5,2	-0,9	-6,5	-1,6	6,5	5,1	4,4
7	8,2	0,8	4,2	-3,4	-5	-4,1	-3,7	-2,4	8,1	5	4,1
8	6,8	-0,5	7,2	0,4	-3,3	-6,2	-5,5	-1,8	7,3	6	8,1
9	7,5	-0,8	1	-1,5	-5,9	-9,9	-6,8	-2,7	5,6	6,7	7,7
10	7,6	1,1	-1,6	0,4	-5,1	-6,9	-6,1	-4,3	8,9	6,1	8,1
11	7,5	0,2	-1,7	-4,9	-1,7	-7	-6	-2,8	7	7	10,5
12	6,3	-0,3	-1,2	-7,8	-3,4	-0,5	-7,7	-3,5	3,4	8,9	7,7
13	6	0,1	-1,4	-2,1	-3,5	-0,8	-7,8	-1,6	0,6	7,6	4,8
14	8,1	1,2	-0,7	-5,2	-6,3	-0,1	-2,3	0,7	-0,1	4,5	4,3
15	8,1	2,9	-1,6	-7,5	-8,8	0,7	-0,7	2,7	1,8	2,2	4,6
16	6,4	2,4	-2,5	-5,8	-9,4	-1,6	0,6	1,8	1,9	2,4	5,1
17	6,5	0,9	-2,7	1,5	-10,4	-2,9	0,1	2,7	3,9	4,5	8
18	7,8	0,3	-0,1	0,4	-8,1	-3,3	-0,6	2,2	0,8	2,6	9,2
19	5,6	-5,2	-0,2	-2,9	-7,5	-5,2	-1,8	2	-0,2	3,6	6,5
20	5	-6	-1,6	-6,5	-11,3	-4,7	-3,2	1,4	-2,6	3,1	7,5
21	4,9	-6,4	-1,4	-7,7	-11,5	-5,9	-5,8	0,4	-3	3,3	10,4
22	3,8	-8,1	-3,3	-11	-7,3	-8,8	-5,4	0,1	-2	5	9,5
23	-0,4	-7,8	-5,7	-7,5	-1,3	-10,5	-5,9	1,9	-0,2	6,4	11,3
24	0,4	-4,1	-3,6	-0,1	-2,8	-7,9	-5,9	2,5	1,2	6,5	7,6
25	5,1	-2,9	-2,9	-1,4	-5	-6,4	-7,6	2,7	1,3	7,7	4,1
26	3,7	-5,8	-1,6	-2,9	-4,7	-7,5	-6,6	3,2	5,5	9	7,3
27	0,9	0,2	-0,8	-3,1	-8,6	-10,7	-1,5	2,5	6,1	8,5	7,4
28	0,6	0,8	-1,5	-5,7	-13,2	-12,4	-2,3	1,7	5,5	8,2	11,6
29	1,2	-1,5	0,1	-12,2	-10,4	-9,3	-0,8	1,3	6,1	6,5	13,9
30	3,3	-1,6	-0,6	-11,9	-9,7		-0,5	2,2	6,9	7	13,7
31		-2,5		-10,9	-6,8		1,4		7,9		14,1
Middel	5,4	-1,1	-0,6	-4,1	-7,2	-4,9	-4,2	-0,1	3,2	6	7,9
Normal	4,3	1,2	-3,1	-5,2	-6,4	-6,3	-5,1	-2,4	2,9	6,8	8,6
Avvik	1,1	-2,3	2,5	1,1	-0,8	1,4	0,9	2,3	0,3	-0,8	-0,7

St. 33890 VÅGSLI, Nedbør (mm)											
Dag	sep.03	okt.03	nov.03	des.03	jan.04	feb.04	mar.04	apr.04	mai.04	jun.04	jul.04
1	16,9	10,4	9,8	6,1	0,2	3	.	.	.	.	1,1
2	.	.	2,4	2,8	1,1	3	.	.	.	.	5,2
3	0,2	2,8	5,4	8,5	.	5	.	.	.	.	0,4
4	.	1,7	1,9	.	16,9	11	.	5,3	1,6	0,6	.
5	.	.	2	.	0,3	9,2	.	3,2	5,7	1,3	6,9
6	.	.	0,8	0,4	12,1	2,3	.	1,9	17,7	.	0,9
7	3,7	6,4	.	.	25,8	7,2	.	1,1	17,4	3,9	.
8	7,2	.	.	.	0,8	3,6	.	.	1,8	0,7	0,3
9	13,5	0,2	.	.	0,9	0,4	.	.	.	.	0,5
10	17,7	0,9	0,2	0,6	8,2	0,7	.	.	0,4	14,8	4,3
11	0,2	4,9	.	7,2	3,7	0,5	.	.	.	1	1,9
12	.	.	.	0,6	12,9	.	.	.	0,2	8,6	2,3
13	2,2	.	.	13,9	9	.	1,4	.	0,2	.	.
14	.	.	1,6	17,8	1,9	.	7,1	0,5	.	0,4	.
15	1,4	.	3,3	1,6	2,1	.	5,4	1	2,7	.	.
16	.	.	4,6	.	.	.	12,1	.	.	0,2	0,2
17	0,3	.	.	.	.	.	2,5	.	.	.	.
18	2,3	.	0,9	.	.	.	7,8	2,2	1,9	2,5	12,2
19	2,8	1,3	5,3	5,1	7	.	3,8	3,1	8,6	6	9,7
20	9	.	.	3,5	1	.	7,7	3	2,3	4,4	.
21	19,3	0,6	1,3	0,7	0,3	.	.	7,6	.	3,5	0,3
22	10,7	0,5	2,8	.	0,3	1	3	.	.	1,3	0,5
23	32	0,2	0,7	.	5,3	0,2	0,2	1,3	0,2	1,5	.
24	1	.	0,8	6,5	1,8	2,4	.	.	.	1	9,8
25	2,1	.	.	16,7	10,1	2,4	0,2	0,4	.	0,3	3,2
26	3,5	0,2	6,4	5,2	0,3	.	.	2,9	0,1	.	0,9
27	11,7	.	3,4	18	1,9	0,2	.	0,1	.	0,2	4,7
28	.	0,3	4,7	6,4	2,4	.	.	0,6	.	3,3	0,3
29	.	2,1	0,5	1,1	1,2	.	0,4	1,4	.	12,6	0,3
30	0,2	7	3,4	.	0,9		.	.	.	.	0,4
31		4,4		.	3,2		.		.		0,3
Sum	157,9	43,9	62,2	122,7	131,6	52,1	51,6	35,6	60,8	68,1	66,6
Normal	115	130	120	115	100	70	75	40	50	65	65
Avvik	42,9	-86,1	-57,8	7,7	31,6	-17,9	-23,4	-4,4	10,8	3,1	1,6
% Avvik	137,3	33,8	51,8	106,7	131,6	74,4	68,8	89	121,6	104,8	102,5