

oppdragsmelding

SNOMAX i kunstig snølegging;
botanisk-økologiske undersøkelser
i alpinanlegg

Per Arild Aarrestad



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

SNOMAX i kunstig snølegging;
botanisk-økologiske undersøkelser
i alpinanlegg

Per Arild Aarrestad

Aarrestad, P.A. 1993. SNOMAX i kunstig snølegging; botanisk-økologiske undersøkelser i alpinanlegg. - NINA Oppdragsmelding 183: 1-46.

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0316-2

Trondheim januar 1993

Rettighetshaver (C) NINA
Norsk institutt for naturforskning
Oppdragsmeldingen kan siteres med kildeangivelse

Forvaltningsområde:
Arealbruk - terrestrisk
Land use

Teknisk redigering:
Eli Fremstad, Synnøve Flø Vanvik

Opplag: 125

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tlf. 07 59 05 00
Fax 07 91 54 33

Referat

Aarrestad, P.A. 1993. SNOMAX i kunstig snølegging; botanisk-økologiske undersøkelser i alpinanlegg. - NINA Oppdragsmelding 183: 1-46.

Preparatet SNOMAX, som består av bakterien *Pseudomonas syringae* (Is+), brukes i norske alpinanlegg for produksjon av kunstig snø. I tre alpinanlegg i Sør-Norge er det undersøkt om det er mulig å spore virkninger av preparatet på vegetasjonen i løypetraséene. Vegetasjon er undersøkt i transekter som er lagt gjennom løypetraséer som er ulikt påvirket av kunstsnø. En rekke miljøparametre er målt i transektene. CCA-analyse er brukt for å beskrive forhold mellom vegetasjon og miljø, og for å belyse hvilke miljøforhold som påvirker vegetasjonen mest.

Vegetasjonens sammensetning varierer særlig med tiden som er gått siden planering, fuktighetsforhold, jordens næringsinnhold, og erosjon. Disse forholdene påvirker vegetasjonens sammensetning mer enn selve bruken av kunstsnø gjør. Kunstsnø forkorter vekstsesongen, øker fuktigheten i jorden og fører til økt slitasje, noe som påvirker tettheten til plantedeckket. Undersøkelsen har ikke klart å påvise om preparatet SNOMAX som sådan har negativ virkning på vegetasjonen. Påvisning av eventuelle negative virkninger krever at det blir utført kontrollerte forsøk over en årrekke.

Emneord: Genmodifiserte organismer - *Pseudomonas syringae* (Is+) - kunstig snø - skiløyper - vegetasjon - endringer.

Per Arild Aarrestad, Universitetet i Bergen, Botanisk institutt, Allégt. 41, 5007 Bergen.

Abstract

Aarrestad, P.A. 1993. SNOMAX for making artificial snow; botanical-ecological investigations on pistes. - NINA Oppdragsmelding 183: 1-46.

SNOMAX, an additive consisting of the bacteria *Pseudomonas syringae* (Ice+), is used by Norwegian alpine skiing centres to manufacture artificial snow. A study has been carried out at three alpine centres in southern Norway to investigate whether it is possible to trace any effects of the additive on piste vegetation. The vegetation was studied in transects placed across pistes that are to varying degrees affected by artificial snow. Several environmental parameters were measured in the transects. CCA analysis was used to describe the relationship between vegetation and environment and to illustrate which environmental factor has the greatest impact on the vegetation.

The composition of the vegetation varies most in relation to the time elapsed since ground levelling took place, moisture conditions, the nutritional state of the soil, and erosion. These factors affect the composition of the vegetation more than the actual use of artificial snow. Artificial snow shortens the growing season, thereby affecting the density of the plant cover. The study has not succeeded in demonstrating that SNOMAX, as such, has a negative impact on the vegetation. Controlled trials over a number of years will be required to demonstrate any negative impact.

Key words: Genetically modified organisms - *Pseudomonas syringae* (Ice+) - artificial snow - pistes - vegetation - changes.

Per Arild Aarrestad, University of Bergen, Botanical Institute, Allégt. 41, N-5007 Bergen.

Forord

Prosjektet "Kontroll av SNOMAX i norske skibaker" består av to delprosjekter. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) ved Morten Laake har foretatt mikrobiologiske undersøkelser, mens NINAs prosjekt tar for seg virkninger av bruk av SNOMAX på vegetasjonen. Oppdragsgiver er Direktoratet for naturforvaltning, Vassøkologisk avdeling, der Heidi Bente Hoel Draget har vært vår kontakt.

Per Arild Aarrestad ble engasjert i mai 1992, og prosjektet var da delvis utarbeidet av prosjektleder Eli Fremstad. Etter en befaring i forskjellige anlegg hvor NIVA hadde utført mikrobiologiske undersøkelser, ble prosjektplanene endret noe. Valg av lokaliteter og metoder ble gjort i samarbeid med NIVA, og undersøkelsene ble utført sommeren og høsten 1992. Jordsmonnsanalysene og den numeriske databehandlingen ble utført på Botanisk institutt ved Universitetet i Bergen.

Eli Fremstad har gitt bakgrunnstoffet for prosjektet og skaffet til veie aktuell litteratur, samt vært med på feltbefaring. Morten Laake ved NIVA viste Aarrestad rundt på aktuelle alpinanlegg og gav ham faglig innblikk i den mikrobielle problemstillingen, slik at undersøkelsen kunne starte relativt raskt. Aarrestad og Laake har dessuten samarbeidet om innsamling av jord og strøprøver fra vegetasjonsanalyserte flater til senere mikrobielle undersøkelser. John Birks ved Botnisk institutt, UiB. har gitt råd om statistiske analyser.

Til slutt en takk til personale ved Vassfjellet Skisenter, Hafjell Skisenter og Hovden og Stølen Skisenter. Uten deres opplysninger om bruk av anleggene og annen hjelp i felt, ville undersøkelsen ikke kunne blitt gjennomført.

Trondheim og Bergen januar 1993

Eli Fremstad

Per Arild Aarrestad

Innhold

	Side
Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	6
2 Lokalteter	8
2.1 Vassfjellet skisenter	8
2.1.1 Område- og løypebeskrivelse	8
2.1.2 Flora og vegetasjon	8
2.2 Hafjell	11
2.2.1 Område- og løypebeskrivelse	11
2.2.2 Flora og vegetasjon	11
2.3 Hovden og Stølen skisenter, Oppdal	13
2.3.1 Område- og løypebeskrivelse	13
2.3.2 Flora og vegetasjon	13
3 Metoder	14
3.1 Valg av alpinanlegg og traseér	14
3.2 Vegetasjonsanalyser og nomenklatur	15
3.3 Miljøvariabler	15
3.4 Numeriske analyser	15
4 Materiale	16
5 Resultat	17
5.1 Numeriske analyser	17
5.1.1 Lokaltetene samlet	17
5.1.2 Oppdal	20
5.1.3 Vassfjellet	23
5.1.4 Hafjell	26
5.2 Andre undersøkelser	29
6 Konklusjon	29
7 Videre undersøkelser	30
8 Sammendrag	30
9 Summary	31
10 Litteratur	32
Vedlegg - Appendix	
1 Vegetasjonsanalyser fra Vassfjellet	34
2 Vegetasjonsanalyser fra Hafjell	38
3 Vegetasjonsanalyser fra Stølen, Oppdal	40
4 Miljødata fra alle lokalitetene	42
5 Forkortelser for vitenskapelige navn benyttet i tabeller og i ordina- sjonsfigurer.	44

1 Innledning

SNOMAX er et produkt som består av bakterien *Pseudomonas syringae* (Is+). Bakterien produserer et protein som fungerer som krystallasjonskjerne for vannpartikler ved isdannelse. Proteinet brukes til å øke effektiviteten ved produksjon av snø med snøkanoner. Normalt må det være flere kuldegrader før kunstig snø kan produseres, men ved tilsetning av SNOMAX kan snø lages ved temperaturer opp mot 0 °C. Denne effekten utnyttes i skianlegg for å sikre snø i perioder da snødekket er ustabil, som i begynnelsen og mot slutten av skisesongen, men også til preparering av løyper i hele sesongen, når naturlig snøfall er utilstrekkelig. I Norge benyttes et preparat som er UV-bestrålt og frysetørret, slik at det ikke skal inneholde levende bakterier.

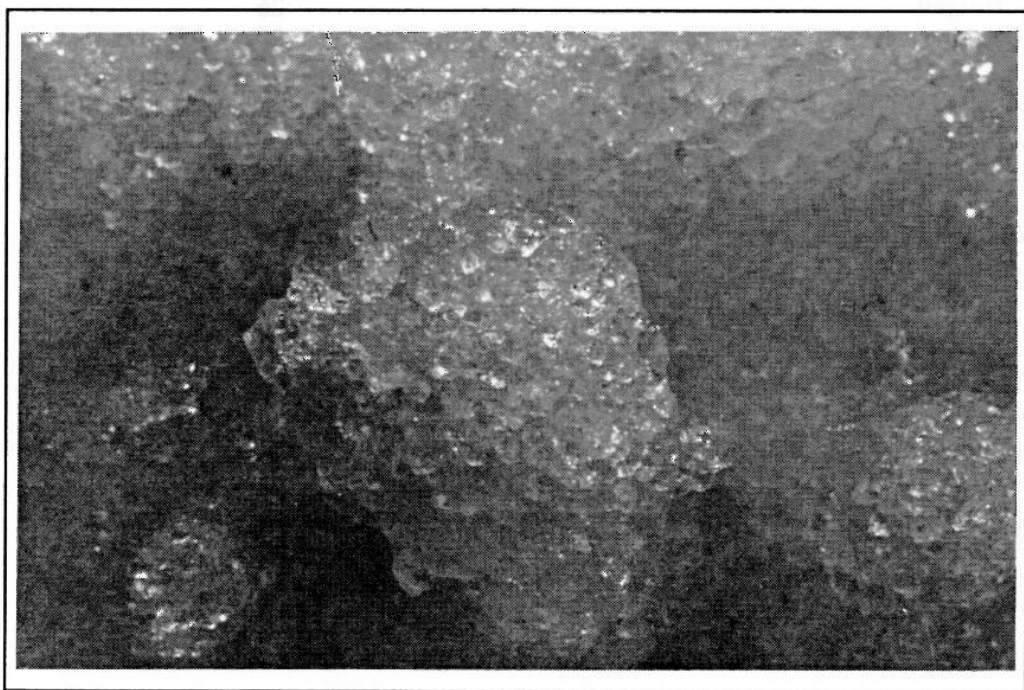
SNOMAX-brukere mener at snøkrystallene blir grovere med SNOMAX, se figur 1, noe som de anser som en fordel da smeltevann og regnvann lettere drenerer ned gjennom snøen. Likeledes legges snøen ved høyere temperaturer enn normalt, og snøen blir tyngre og våtere slik at avdrift under sprøyting blir mindre. Derimot er det en ulempe at snøen er så porøs at den ikke danner noen god såle på bakken.

Pseudomonas syringae (Is+) er en bakterie som initierer iskrystallasjon i vann ved temperaturer nær 0 °C. Dette kan føre til frostskafer på planter. I noen tilfeller kan frostskaferne bli infisert av

fytopatogene bakterier som påfører plantene sykdommer. I andre tilfeller lever de iskjernedannende bakteriene på det ødelagte vevet og tar opp næring avgitt fra dette (Wolber & Warren 19xx). Påvirkningen av slike iskjernedannende bakterier er størst i områder med årlig frost. I USA er det rapportert om store frostskafer på økonomisk viktige jordbruksplanter (Lindow 1983). I Østerrike advarer man på det sterkeste å bruke preparatet SNOMAX i kunstig snølegging pga. frykt for ukjente skadevirkninger (Schatz 1990).

Det opprinnelige formålet med denne undersøkelsen var å undersøke hvorvidt bakterien *Pseudomonas syringae*, i form av preparatet SNOMAX, har skadelige virkninger på vegetasjon i norske skianlegg. Etter en befaring i utvalgte alpinanlegg ble det konstatert at dette var umulig å gjennomføre uten kontrollerte forsøk over flere år. Vegetasjonen i løypetrasséene varierer sterkt etter planering, jorderosjon, fuktighetsforhold og næringsforhold i jordsmonnet. Skader og endringer i vegetasjon fås ved opparbeiding av løyper, preparering og bruk av alpinanleggene uavhengig av preparatet SNOMAX. Formålet ble således endret til mer å belyse relasjoner mellom vegetasjon og miljø i alpinanlegg, hvor SNOMAX benyttes i kunstig snølegging.

Mekaniske skader på vegetasjon, virkninger på jord og erosjonsskafer som følge av alpinanlegg og bruk av tungt prepareringsutstyr er undersøkt bl.a. i Stor



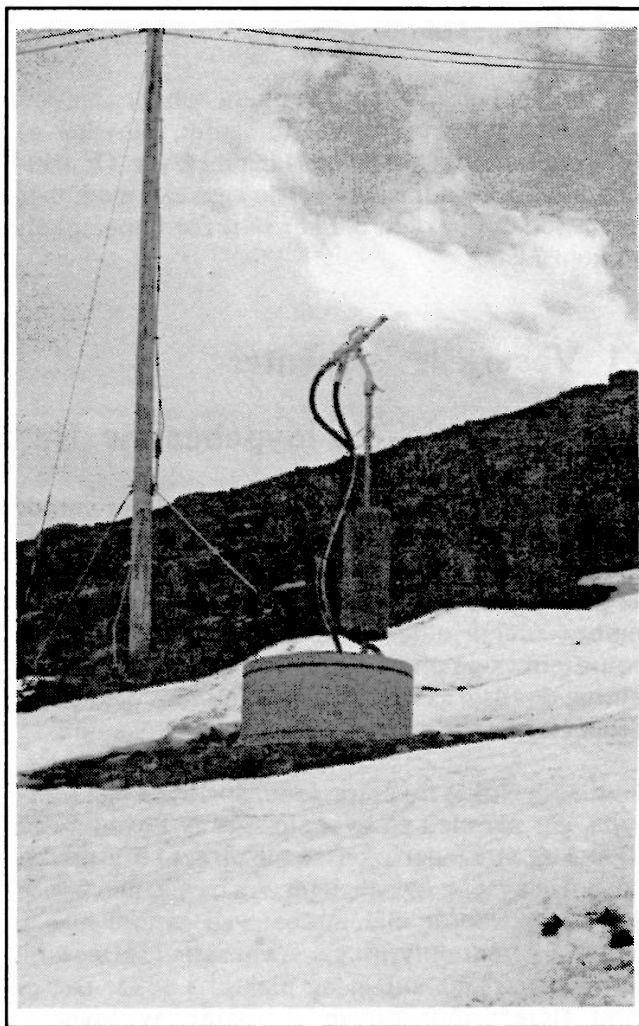
Figur 1 Granulert, kunstig snø laget ved hjelp av SNOMAX. - Granulated artificial snow produced by means of SNOMAX.

britannia (Bayfield 1974), Alpene (Hünerwadel 1982, Mosimann 1984, Meisterhans-Kronenberg & Kruesi 1986, Grabherr 1985 og 1987), Sovjetunionen (Baiderin 1978 og 1982) og Nord-Amerika (Parks Canada 1976). Plantedekket blir forstyrret av jorderosjon, komprimering av snø, slitasje fra skikanter, økt frostaktivitet og avtakende temperaturer i jord og en kortere vekstsesong. Litteraturen og problemene er antagelig relativt omfattende.

Endringer i plantesamfunn etter kunstig økning av snødekke med naturlig snø, uten bruk av preparater, er konstatert i undersøkelser i USA (Knight et al. 1979). Både artenes mengdeforhold og biomasse endret seg.

I de senere årene er anlegg for produksjon av kunstsnø (figur 2) blitt mer og mer vanlig. Anleggenes driftsformer og hvordan kunstsnøen påvirker landskap, vegetasjon og jordsmonn er m.a. beskrevet fra Alpene av Cernusca (1987), Kammer (1989), Schatz (1990), og ikke minst i en sammenstillingsrapport av Mosimann (1991). Både positive og negative effekter er påvist.

Bruk av kunstsnø kan forårsake forlenging av snødekke, høyere vanntilgang ved snøsmelting, økt næringstilgang ved mineraler som tilføres i sprøytevannet og fra sterkere mineralisering i jordsmonnet, komprimering av jord, økt jorderosjon og tap av humusdekke og endringer i jordtemperatur. Plantedekket blir først og fremst forstyrret av mekanisk påvirkning som influerer både på artssammensetning og produktivitet (biomasse). Økt tilgang på smeltevann gir fuktigere forhold sommerstid og således økt innslag av fuktighetskrevende planter. I tillegg øker produktiviteten i områder som fra før er relativt tørre. Økt mineralisering i jordsmonnet og tilførsel av næringsstoffer gjennom kunstsnøen medfører økning i antall næringskrevende arter. Sen utsmelting gir dårlig tilvekst av planter om våren, men dette kompenseres gjennom året ved økt vann- og næringstilgang. Et jevnt snødekke vinterstid er gunstig for de fleste vegetasjonstyper, men frostherdige vegetasjonstyper i fjellet kan få endret artsinnhold ved at mer frostømfintlige arter kommer inn.



Figur 2 Snøkanon til legging av kunstig snø. - Equipment for producing artificial snow.

2 Lokalteter

Tre alpinanlegg ble valgt ut til undersøkelsen: Vassfjellet skisenter ved Trondheim, Hovden og Stølen skisenter i Oppdal og Hafjell i Øyer. Opprinnelig ble Kirkerudbakken i Oslo også tatt med, men vegetasjonen i bakken ble her slått før undersøkelsen kom i gang.

2.1 Vassfjellet skisenter

2.1.1 Område- og løypebeskrivelse

Alpinanlegget ligger østvendt i et granskogsområde under Vassfjellet i Klæbu kommune, Sør-Trøndelag (M711 1621 IV Trondheim, UTM NR7016). Bergartene i området er glimmerskifer og fyllitt av kambro-silursk alder med en stripe av vulkansk grønnstein (Sigmond et al. 1984). Sammen med god helning og tilsig av vann fra flere mindre bekker gir dette et næringsrik og til dels fuktig jordsmonn.

De to undersøkte løypetraséene, Sørløypa og Nordløypa, går parallelt på hver sin side av hovedheisen (figur 3 og 4). Undersøkelsen ble utført i bratthengene, Sørhenget og Nordhenget, fra ca 400 m o.h. ned til flatene ovenfor målområdet ved ca 200 m o.h. (figur 5). Etter opplysninger fra ansatte i skisenteret er begge traséene anlagt og planert i 1983. Det er brukt flere frøblandinger i tilsåing av løypene: "Alpegress" fra Alp. Sport i 1983 og senere blanding 13 og 15 fra Felleskjøpet. Bare Nordløypa har kunstsnøanlegg, og her er det brukt ca 3 kg SNO-MAX fra november 1991 til januar 1992. Begge løypene blir preparert med tråkkemaskiner, og snøen ligger lengst i Nordløypa, som også har flest antall nedfarer og størst slitasje på jord og vegetasjon. Langs løypas nordre kant mot skogen er det mye åpen jord etter en graving i 1989, da kunstsnøanlegget ble satt opp. Den planerte jorda ble ikke tilsådd og ligger i dag nesten vegetasjonsløs. Slike områder er sterkt utsatt for tørke og jorderosjon.

Begge løypetraséene beites sterkt av sau.

2.1.2 Flora og vegetasjon

Løypetraséene går gjennom ulike barskogstyper. I bratte, fuktige skråninger er det blandingskog av gran, gråor og bjørk. Vegetasjonen veksler her mellom lågurt- og høgstauesamfunn. Viktige arter

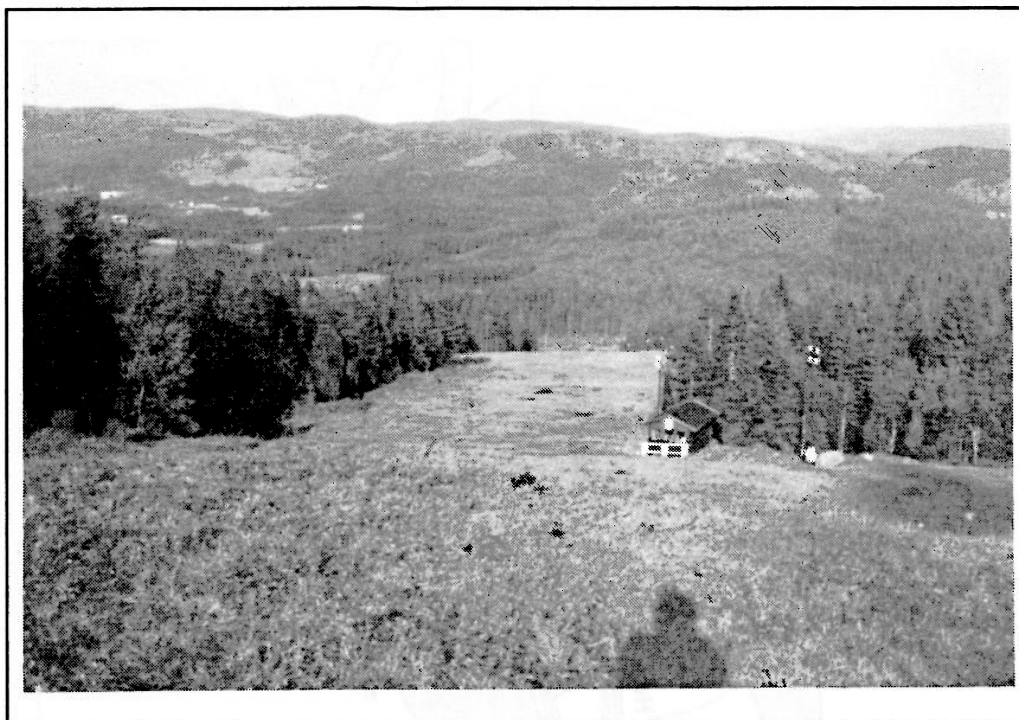
som vitner om gode nærings- og fuktighetsforhold samt et godt mikroklima, er kvitveis (*Anemone nemorosa*), sumphaukeskjegg (*Crepis paludosa*), mjødurt (*Filipendula ulmaria*), skogstorkenebb (*Geranium sylvaticum*), myske (*Galium odoratum*), firblad (*Paris quadrifolia*), skogstarr (*Carex sylvatica*), åkersnelle (*Equisetum arvense*), hegg (*Prunus padus*), skogsvinerot (*Stachys sylvatica*) og kratt-humleblom (*Geum urbanum*). Av disse er skogstarr svært sjelden i området rett sør for Trondheimsfjorden. På tørre koller og vel drenerte skråninger opptrer blåbær- og småbregnedominerte granskoger, og på flatere partier, som er svært fuktige, vokser furuskog med mye torvmoser (*Sphagnum* spp.), vanlig bjørnemose (*Polytricum commune*) og fjærrose (*Ptilium crista-castrensis*).

De deler av løypene som har fått vokse igjen etter planeringen i 1983 og senere ikke er blitt nevneverdig forstyrret, har utviklet vegetasjonstyper som bærer lite preg av innsådde arter. Vegetasjonen i traséene har høy artsdiversitet, og begge traséene inneholder omtrent de samme artene. Det ble registrert omlag 180 arter i løypene, men det reelle antallet er nok noe høyere. Begge løypene har engpreget vegetasjon i skråninger og sterkt fuktighetskrevede vegetasjon på flatere partier. I engene inngår en mengde gras og urter. Karakteristiske arter her er marigras (*Hierochloë odorata*), fjellfiol (*Viola biflora*), fjellfrøstjerne (*Thalictrum alpinum*), jåblom (*Parnassia palustris*), fjelltistel (*Saussurea alpina*), tepperot (*Potentilla erecta*), bringebær (*Rubus idaeus*), kvitveis (*Anemone nemorosa*), marikåpe (*Alchemilla vulgaris* coll.), blåkoll (*Prunella vulgaris*), småengkall (*Rhinanthus minor*), hestehov (*Tussilago farfara*), gulaks (*Anthoxanthum odoratum*) og trolig innsådd rødsvingel (*Festuca rubra*) og sauesvingel (*F. ovina*). Hestehov og blåkoll dominerer sammen på erodert, leirrik jord. På tørre partier vokser også fuglestarr (*Carex ornithopoda*).

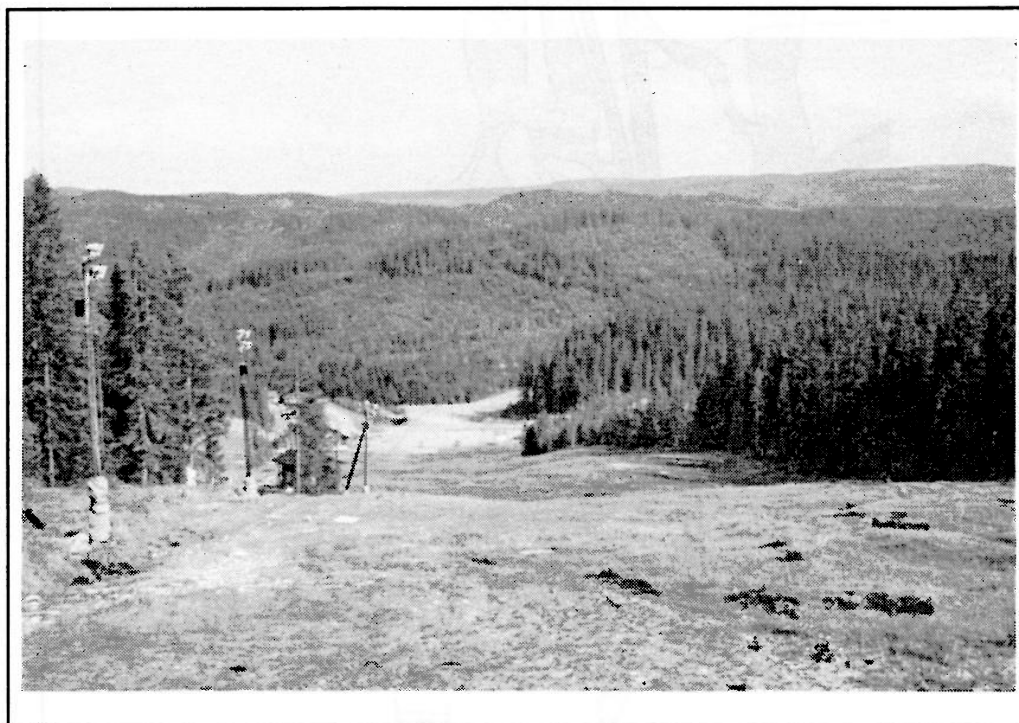
Karakteristisk for de fuktige partiene er flere arter av starr, siv, sivaks og myrull. Klubbstarr (*Carex buxbaumii*), gulstarr (*C. flacca*), tvebostarr (*C. dioica*), breimyrull (*Eriophorum latifolium*), brun-klo (*Drepanocladus revolvens*) og broddmose (*Calliergonella cuspidata*) vitner om gode næringsforhold i jordsmonnet.

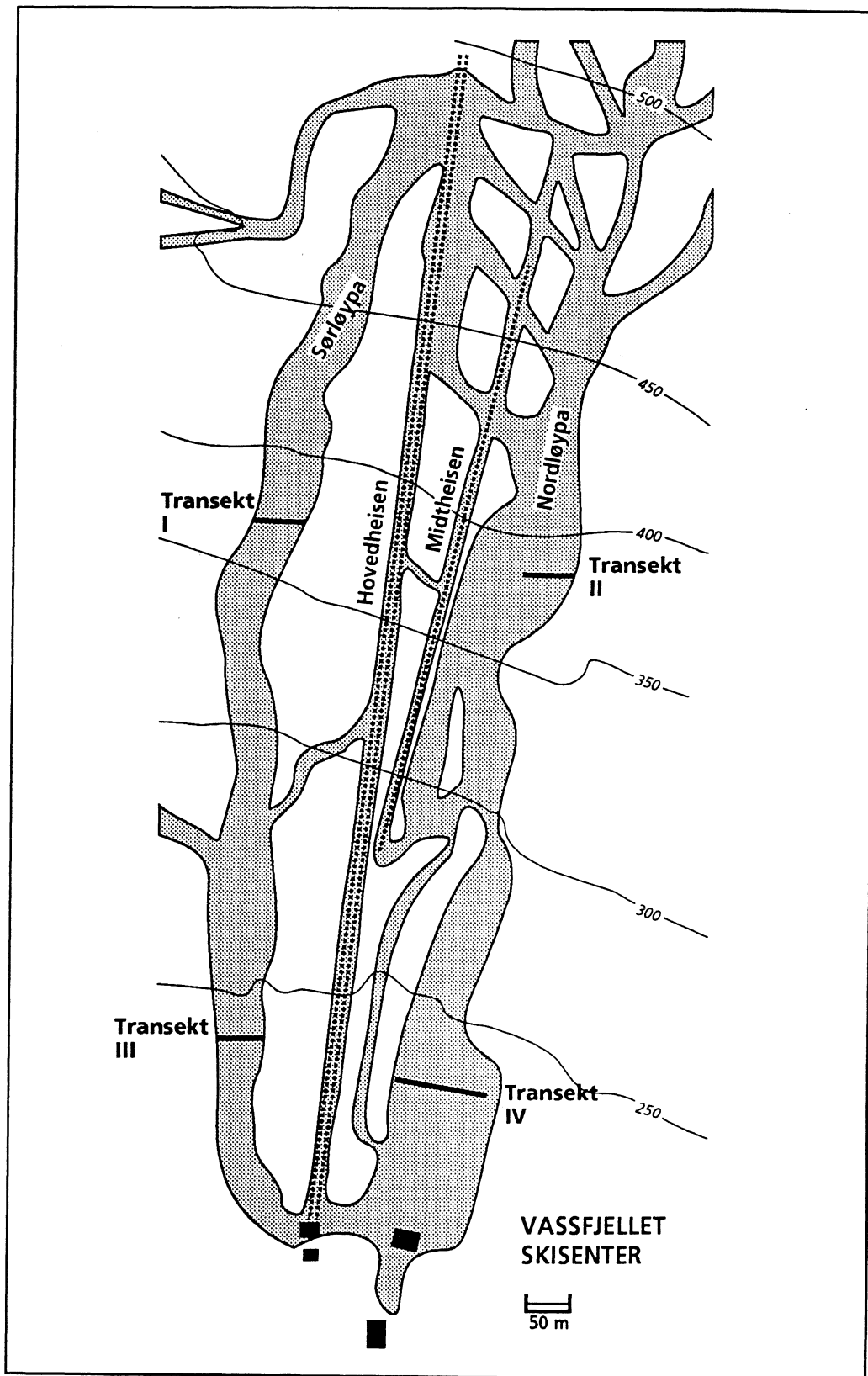
Selv om artsinnholdet er omtrent likt i de to traséene, skiller de seg ved at vegetasjonen i Nordløypa er lavere, mindre tett og opptrer noe mer flekkvis enn i Sørløypa, som også er sterkere preget av gjengroing med gråor, bjørk og vier-arter. Denne

Figur 3 Vassfjellet, Sør-
løypa. - The southern piste
at Vassfjellet, Central
Norway.



Figur 4 Vassfjellet, Nord-
løypa. - The northern piste
at Vassfjellet, Central
Norway.





Figur 5 Transektenes plassering i Vassfjellet. - The location of the transects at Vassfjellet.

åpenbare forskjellen skyldes trolig nyere planering og en større bruk og slitasje av Nordløypa. Vekst-sesongen er også her noe kortere pga. lengre snø-dekke.

2.2 Hafjell

2.2.1 Område- og løypebeskrivelse

Alpinanlegget Hafjell, som er OL-arena i 1994, ligger i Øyer kommune i Oppland fylke, og strekker seg fra Hafjelltoppen 1050 m o.h. ned til målområdet 250 m o.h. (M711 1817 II Lillehammer, UTM NN7990). Området ligger vestvendt, og berggrunnen består av sandstein i veksling med leirskifer (Sigmond et al. 1984). Selv om de er omdannede sedimentære bergarter, er de på langt nær så næringsrike som de kambro-silurske bergartene i Vassfjellet og på Oppdal (se senere). Jordsmonnet i området virker tørrere, sammenliknet med de andre lokalitetene, med lite sigevannspåvirkning og mindre tilsig fra bekker.

Undersøkelsen er utført i seks forskjellige løypetraséer, omtrent i samme høydenivå like nedenfor Jaertunet, 600 m o.h. (figur 6). Løypene var preget av jorderosjon, tørkeskader og liten gjenvekst av vegetasjon. De er alle planert, og det tidligere relativt næringsrike humuslaget fra skogsjorda er blandet sammen med det næringsfattige, brunrøde utfellingssjiktet. Næringstilgangen for urter og gras er således betraktelig mindre enn inne i skogen.

Trasé 1, Opheimsløypa, ble opparbeidet og planert første gang i 1988 og tilsådd samme år. Kunstig snølegging er benyttet fra 1990, og SNOMAX ble brukt i 200 timer i sesongen 1991/92.

Trasé 2, øvre del av lysløypa, ble opparbeidet og planert første gang i 1988 og tilsådd samme år. En mindre planering ble utført i 1990 da større steiner ble tatt bort. Det ble ikke sådd etterpå, og løypa er preget av flekkvise vegetasjonsfrie områder. Kunstig snølegging er benyttet fra 1988, og SNOMAX ble brukt 10 dager 1991/92-sesongen.

Trasé 3, Hafjell-løypa fra bunnen av Marsteinschuss til hengkanten på Råbøl, ble også opparbeidet og tilsådd i 1988. Høsten 1991 ble det gravd ei grøft langs hele løypa, og et 10 meter bredt belte er således nylig planert. Dette ble tilsådd i 1992, men på grunn av den svært nedbørsfattige sommeren

spirte ikke frøene. Kunstig snølegging er benyttet fra 1990, og SNOMAX ble brukt 3 dager i 1991/92-sesongen.

Trasé 4, treningsløypa, ble opparbeidet og planert i 1991 og tilsådd både i 1991 og i 1992. Kunstig snølegging ble benyttet i 1991/92-sesongen, og SNOMAX ble brukt i 3 dager. I løpet av tre dager i mars 1992 ble det benyttet omlag 1 tonn kalsiumklorid (CaCl_2) over en 1 km lang strekning i løypas nedre deler. Kalsiumkloriden ble lagt opp på et 50 til 70 cm vått kunstsnødekke.

Trasé 5, Kringelåsløypa for storslalåm, ble opparbeidet første gang i 1988 og tilsådd samme år. I 1991 ble det som i trasé 3 gravd ei 10 meter bred grøft langs løypa. Grøfta ble fylt igjen og planert samme år og tilsådd i 1992. Løypa har kunstsnøanlegg, men dette er inntil nå særdeles lite benyttet.

Trasé 6, Kringelåsløypa, er også opparbeidet og tilsådd i 1988. Her er det ikke kunstsnøanlegg og løypa har nesten ikke vært i bruk.

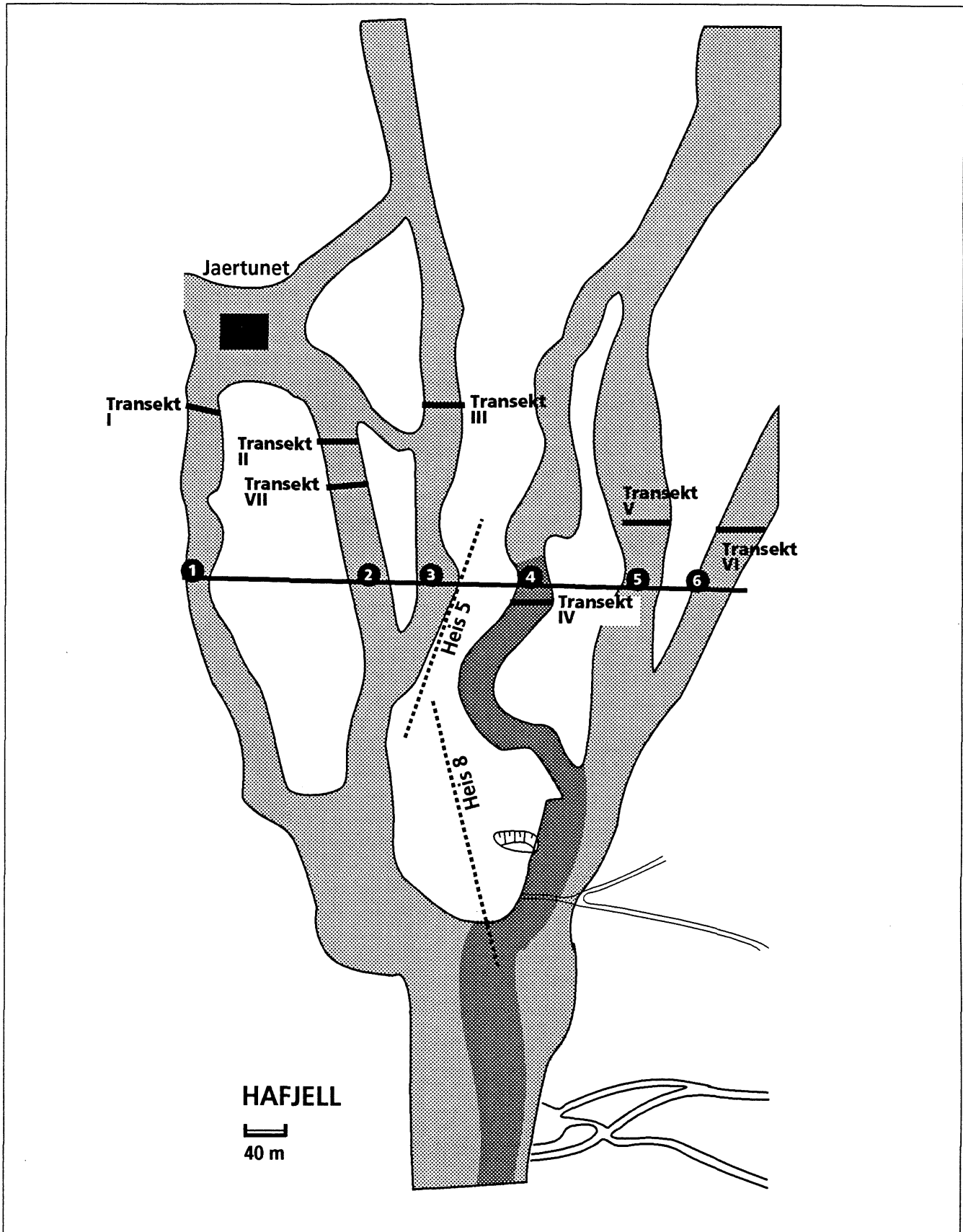
Alle løypene i det undersøkte området er tilsådd med en frøblanding som inneholder 35 % saue-svingel (Meclemburger Sp. 80 %), 30 % rødsvingel (Leid Sp. 80 %), 25 % rødsvingel (Dawson Sp. 80 %), 3 % engkvein (Arvs Sp. 80 %) og 7 % raigras (Tetilu Sp. 80 %).

SNOMAX er brukt mer eller mindre i hele området som ble snølagt sist vinter. Noen områder ble kun snølagt en gang, andre løyper ble delvis snølagt, mens hovedløypene 2, 3 og 4 fikk flere snølag på grunn av den store slitasjen. Det ble totalt produsert 180 000-200 000 m³ snø, og SNOMAX ble brukt i 30-50 % av denne snøproduksjonen. Totalt gikk det med 30 kg SNOMAX.

De undersøkte løypetraséene beites alle sterkt av sau. Storfe ble også observert i løypene, men de holdes stort sett nedenfor det aktuelle området.

2.2.2 Flora og vegetasjon

De analyserte delene av løypene går gjennom blåbær-småbregnegranskog av relativ fattig karakter på koller og noe mer urterike utforminger i vel drenerte skråninger. Karakteristiske arter foruten bærlyngarter er linnea (*Linnaea borealis*), nikke-vintergrønn (*Orthilia secunda*), maiblom (*Maianthemum bifolium*), småtveblad (*Listera cordata*),



Figur 6 Løypetraser og transekter på Hafjell. - Sli pistes and transects at Hafjell, South East Norway.

smyle (*Deschampsia flexuosa*) og hårfrytle (*Luzula pilosa*). Graset snerprøykvein (*Calamagrostis arundinacea*) er en viktig art på tørre steder i skogen. I mer fuktige drog overtar frodige bestander av høgstaudedominert granskog, iblandet gråor og bjørk. Viktige arter er tyrihjelme (*Aconitum septentrionale*), skogstorkenebb (*Geranium sylvaticum*), bringebær (*Rubus idaeus*), mjødukt (*Filipendula ulmaria*), skogstjerneblom (*Stellaria nemorum*), stornesle (*Urtica dioica*), vanlig maigull (*Chrysosplenium alternifolium*), kratthumleblom (*Geum urbanum*), nyresoleie (*Ranunculus auricomus*), lundrapp (*Poa nemoralis*), hengeaks (*Melica nutans*) og bregnene skogburkne (*Athyrium filix-femina*) og saueteig (*Dryopteris expansa*).

Svært få av artene inne i skogen går ut i løypetraséene hvor gjengroingen etter planering og tilsåing har gått sent. Bare 64 arter inkludert kryptogamer ble registrert i ruteanalysene, med 10 til 20 arter pr. rute (sml. Vassfjellet med 30–40 arter). Vegetasjonen er preget av innsådde gras som engkvein (*Agrostis capillaris*), rødsvingel (*Festuca rubra*) og sauesvingel (*F. ovina*). Sølvbunke (*Deschampsia cespitosa*) har etablert seg uten innsåing. De vanligste urtene er småsyre (*Rumex acetosella*), legeveronika (*Veronica officinalis*) og bringebær (*Rubus idaeus*). Alle akrokarpe moser er ikke bestemt. Den viktigste er vegmose (*Ceratodon purpureus*) som koloniserer bar jord og utkonkurreres etter hvert som graset vokser til. Ellers er einerbjørnemose (*Polytrichum juniperinum*) og til dels rabbebjørnemose (*P. piliferum*) vanlige. Vegetasjonen i løypene i 1992 var sterkt preget av den langvarige tørken. Området ble befart både i mai og i juli, og tilveksten av gras og urter var i denne perioden svært liten. Utsatte steder hadde også store tørkeskader. I løypetrasé 5 og 6, som ikke kunstsnølegges, låg det meterlangt visent gras fra fjoråret på bakken, noe som også svekker tilvekst av ny vegetasjon. Beitekvaliteten på dette graset (engkvein og svingler) virker heller dårlig.

Vegetasjonen i løypetrasé 4, som ble planert så sent som i 1991, skiller seg sterkt ut fra de andre med få arter og et ungt, friskt grasdekke. Graset ble her beitet helt ned til bakken.

2.3 Hovden og Stølen skisenter, Oppdal

2.3.1 Område- og løypebeskrivelse

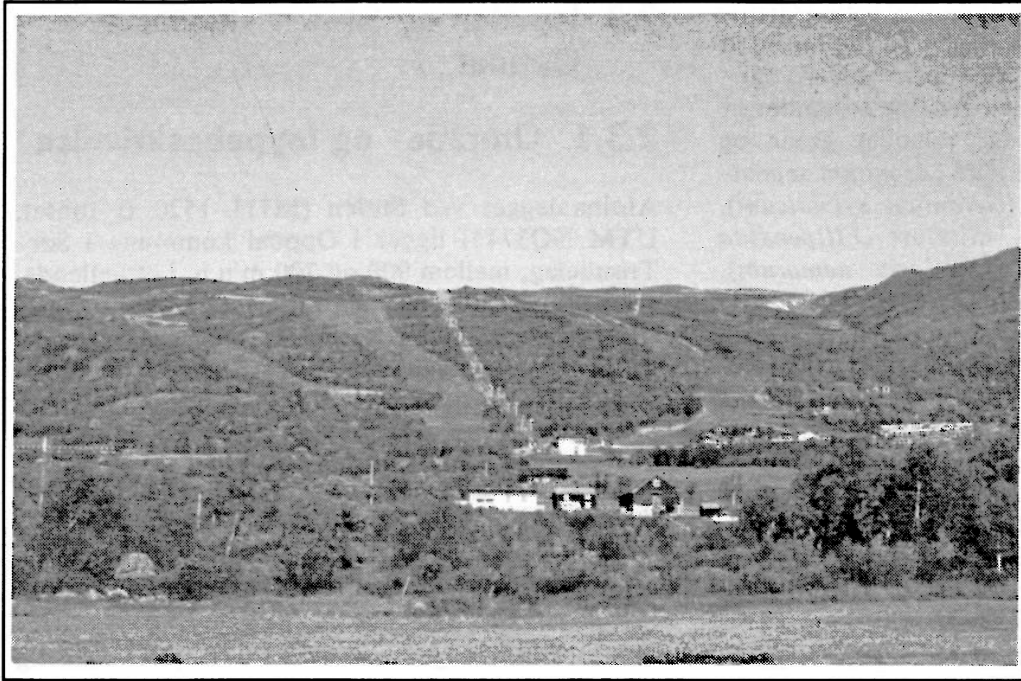
Alpinanlegget ved Stølen (M711 1520 II Innset, UTM NQ3744) ligger i Oppdal kommune i Sør-Trøndelag, mellom 900 og 700 m o.h. i et hellende, svakt kupert terreng med middels god fuktighets-tilgang. Bergrunnen består av glimmerskifer og fyllitt og en stripe av vulkansk grønnstein (Sigmond et al. 1984). Topografisk og bergrunnsmessig har denne lokaliteten mye til felles med Vassfjellet, men ligger altså høyere over havet.

Anlegget har tre løypetraséer ved siden av hverandre, og alle ligger vendt mot S-SØ i en åpen og sterkt beitepåvirket fjellbjørkeskog (figur 7). De to traséene lengst mot NØ har kunstsnøanlegg, mens det i traséen lengst mot SV kun benyttes naturlig snø. Den midtre traséen, Europa-cup-løypa, har størst produksjon av kunstsnø og ble sammen med traséen uten kunstsnø valgt til undersøkelsen, som ble utført oppe i midtre del av løypetraséene. Områdene her er ikke planert, og jordoverflaten er således stort sett opprinnelig beitemark. Løypetraséen uten kunstsnø er senere grøftet og det er tatt ut større stein. Disse erosjonsområdene ble unngått ved utlegging av prøveflatene.

Området beites sterkt av sau.

2.3.2 Flora og vegetasjon.

De undersøkte løypetraséene går gjennom en artsrik, åpen og sterkt beitepåvirket fjellbjørkeskog med prealpint preg i nedre deler. Beitepresset varierer gjennom vekstsesongen. Området har flere grunneiere og er svært oppstykket med gjerder. Den opprinnelige vegetasjonen har vært blåbær-småbregnebjørkeskog på tørre og vel drenerte partier og storbregne-høgstaudebjørkeskog på fuktigere jord. Små bestander finnes igjen av disse vegetasjonstypene, mens den dominerende vegetasjonstypen i dag er gras- og urterike enger, både i skogen og i løypene. Disse beitemarkene domineres av engkvein (*Agrostis capillaris*), gulaks (*Anthoxanthum odoratum*) og smyle (*Deschampsia flexuosa*). Viktige arter på tørre bakker er blåklokke (*Campanula rotundifolia*), øyentrøst-arter (*Euphrasia* spp.), kvitmaure (*Galium boreale*), bakkesøte (*Gentianella campestris*), hårsvæve (*Hieracium pilosella*), dunkjempe



Figur 7 Stølen skisenter, Oppdal. Transekt I i venstre trasé uten kunstsnø. Transekt II i midtre trasé med kunstsnø. - The Stølen site, Central Norway. Transect I in the left piste, without artificial snow. Transect II in the middle piste with artificial snow.

(*Plantago media*), følblom (*Leontodon autumnalis*), tiriltunge (*Lotus corniculatus*), kvitkløver (*Trifolium repens*), gulskolm (*Lathyrus pratensis*), blåkoll (*Prunella vulgaris*), krustistel (*Carduus crispus*), seterhusmose (*Hylocomium pyrenaicum*), småengkall (*Rhinanthus minor*), engfiol (*Viola canina*), harerug (*Polygonum viviparum*) og legeveronika (*Veronica officinalis*). Noe mer fuktig vokser fjellfiol (*Viola biflora*), svartopp (*Bartsia alpina*), jåblom (*Parnassia palustris*) og dvergjamne (*Selaginella selaginoides*). Løypetraséene har større dominans av urter enn engene i skogen. Undersøkelsen ble utført relativt sent på året, og engene har trolig mange flere arter.

3 Metoder

3.1 Valg av alpinanlegg og traséer

De undersøkte alpinanleggene ble valgt ut i samarbeid med NIVA på bakgrunn av deres feltarbeid i vintersesongen 1991/92 (Laake 1992) og en felles rekognosering i mai 1992. Hovedkriteriet for utvelgelsen var at alpinanleggene skulle ha løypetraséer ved siden av hverandre hvor minst én av traséene benyttet kunstsnø laget ved bruk av SNOMAX og én hadde naturlig snø. I tillegg skulle traséene innen hvert anlegg gå gjennom noenlunde lik vegetasjon og ha omtrent den samme eksposisjon og topografiske variasjon. Sterkt eroderte partier ble unngått. Dette ble gjort for å holde flest mulige økologiske faktorer konstant slik at en eventuell effekt av kunstsnø produsert med SNOMAX kunne observeres. Alpinanleggene Vassfjellet skisenter og Hafjell ble valgt ut fra disse forutsetningene. Aller helst skulle anleggene også hatt en trasé hvor det ble benyttet kunstsnø uten SNOMAX, men slike anlegg ble ikke funnet. Alpinanlegget i Oppdal ble valgt ut fra et annet formål enn de andre anleggene, nemlig å undersøke om bruk av kunstsnø uten SNOMAX har noen effekt på vegetasjonen.

3.2 Vegetasjonsanalyser og nomenklatur

I hvert alpinanlegg ble det lagt ut transekter på tvers av de utvalgte traséene, i omtrent samme høydenivå. Transektene ble lagt slik at variasjonen i økologiske parametere unntatt påvirkning av kunstsno (med og uten SNOMAX) ble så liten som mulig. Det vil si at åpen jord, større steiner og sterke erosjonsflater ble unngått. Vegetasjonen i transektene ble analysert ved systematisk utlegging av ruter på 2 x 2 m med like lange mellomrom. Kantsoner mot skog ble ikke analysert, og antall ruter og avstanden mellom dem ble valgt ut fra de motsetningene det ligger i å dekke mest mulig av variasjonen i vegetasjonen og holde seg innenfor prosjektets tidsramme. Mengdeforholdet mellom arter ble subjektivt vurdert etter deres prosentvise dekning av rutearealet. Både moser og karplanter ble analysert, og navn på arter følger Lid (1985) for høyere planter og Smith (1978) og Frisvoll et al. (1984) for moser.

3.3 Miljøvariabler

Følgende miljøvariabler som alle antas å påvirke vegetasjonen i traséene, ble undersøkt: helning på bakken (Helning), jorderosjon (Erosjon), år siden traséen ble opparbeidet (År), påvirkning av kunstsno (Kunstsno), bruk av SNOMAX (Snomax), samt vanninnhold (Vann), pH og glødetap av jord (Glødetap). For Vassfjellet og Hafjell er påvirkning av kunstsno og bruk av SNOMAX den samme miljøvariabelen, og i analysene av hvert enkelt alpinanlegg er denne variabelen kalt KS+Snom.

Helning ble målt med klinometerkompass og oppgitt i °.

Jorderosjon ble subjektivt vurdert etter en skala fra 0-3: 0 = ingen erosjon, 1 = svak erosjon, 2 = middels erosjon og 3 = sterk erosjon.

Antall år siden traséen ble opparbeidet første gang ble for Oppdals vedkommende satt til 100 år, siden disse traséene ligger på gammel kulturmark. For de andre traséene er tallene reelle.

Metallringer med et indre volum på 100 cm³ ble brukt til innsamling av jord fra de øverste 5 cm i hver analyserute for analyse av vanninnhold (volumbestemte prøver). Samtidig ble det tatt prøver fra de øverste 5 cm av jordsmonnet fra flere steder i

analyseruten og disse ble blandet til en prøve for senere analyse av pH og glødetap. Alle jordprøver ble lagt i tette plastposer og oppbevart i kjølerom før de ble frosset ned. Ingen prøver lå lengre enn 3 dager på kjøle før nedfrysing. Etter opptining ble de volumbestemte prøvene veid fuktig og tørt (oppvarmet til 105 °C i ett døgn) og vanninnholdet regnet ut som mengde jordvann i prosent av volum naturlig jord, (cm³ vann/cm³ jord) x 100 %. Jordprøvene til glødetap og pH ble etter opptining tørket ved 25 °C i 3 døgn og siktet gjennom sifter med 2 mm maskevidde. 20 g jord ble tilsatt 50 ml avionisert vann, og pH ble målt i vannsuspensjonen etter 2 timer resting på ristmaskin. Glødetap av siktet, tørr jord ble funnet ved oppvarming i varm-luftsovn ved 550 °C i 6 timer.

3.4 Numeriske analyser

Dataene fra vegetasjons- og miljøanalysene ble ordnet i datamatriser og analysert med "canonical" ordinasjon ved hjelp av dataprogrammet CANOCO 3.12 (ter Braak 1988, 1990). En slik flervariabel, direkte gradientanalyse er særdeles velegnet til å forklare hvordan et sett av arter reagerer på ytre faktorer.

CCA ("Canonical correspondence analysis") ble valgt som ordinasjonsmetode i alle analysene, da lengden av gradienten på 1. akse i en DCA ("Detrended correspondence analysis") alltid var større enn 2 SD (standardavvik). Ter Braak (1988) anbefaler CCA når lengden er større enn 1,5 SD. Standard oppsett ble valgt, bortsett fra at "sjeldne" arter ble gitt mindre vekt i analysen av det totale materialet og av materialet fra Vassfjellet. Dette ble gjort siden artsvariasjonen her er stor, samt at enkelte moser lett kan ha blitt oversett i noen ruter og ikke i andre. CANOCO ble brukt til å teste statistisk om artsvariasjonen i CCA-ordinasjonen var relatert til den totale variasjon i de målte miljøparametrene. Testen som ble benyttet, er en "Monte Carlo permutation" test. Hver enkelt miljøparameter ble også testet, både alene og når artsvariasjonen som skyldes de andre miljøfaktorene og ulike lokaliteter ble tatt bort. Sistnevnte test ble utført ved å spesifisere lokalitetene og de andre miljøvariablene som covariabler (ter Braak op.cit).

Rekkefølgen av miljøvariablene, basert på hvor mye de forklarer av artsvariasjonen, er funnet ved bruk av "forward selection"-valget i CCA.

Siden antall prøver er relativt få og det er brukt delvis subjektive innsamlingsmetoder, må signifikanstestene kun sees på som trender i materialet.

4 Materiale

Materialet består totalt av 49 prøveruter fra traséer i de tre forskjellige alpinanleggene. 24 er fra løyper med kunstsne der SNOMAX benyttes, fem er fra løyper med kunstsne uten SNOMAX og 19 er fra løyper med naturlig sne. I tillegg er det seks prøveruter fra skogssamfunn ved siden av transekter. Alle prøverutene har data om artssammensetning og de analyserte miljøfaktorene (jf. vedlegg 1-4).

I Vassjell ble det analysert fire transekter (I-IV). Transekt I og II er lagt gjennom bratthenget i henholdsvis Sør- og Nordløypa, mens transekt III og IV er tatt på fuktige flater lenger nede i de samme løypene. I og III representerer således vegetasjon påvirket av naturlig sne, og II og IV vegetasjon påvirket av kunstsne med SNOMAX. Transekt II inneholder fem prøveruter, mens transekt I, III og IV har fire prøveruter. Transektene har også analyser fra skogsbestander rett utenfor løypa, men disse er ikke med i databehandlingen (figur 5 og vedlegg 1).

På Hafjell ble det analysert syv transekter. Transektene I til VI er tatt i traséene 1 til 6, mens transekt VII er tatt i trasé 2 rett nedenfor transekt II. Transekt I, II, III, IV, og VII representerer således vegetasjon påvirket av kunstsne med SNOMAX, mens transekt V og VI har vegetasjon som er påvirket av naturlig sne (figur 6 og vedlegg 2). Hvert transekt inneholder tre prøveruter hvor den midterste ligger omlag midt i traséen.

På Oppdal ble det analysert ett transekt i hver av løypene, med fem prøveruter i hvert transekt. Transekt I er fra løypetrasé med natursne og transekt II er fra løypetrasé med kunstsne (figur 7 og vedlegg 3).

5 Resultat

5.1 Numeriske analyser

5.1.1 Lokaltetene samlet

Ordinasjonen av alle ruteanalysene og miljøvariablene viser en stor gradient i artsvariasjonen. Summen av alle "eigen"-verdiene i CA ("Correspondance analysis") er så stor som 5,52, og lengden av 1. akse i DCA er 5,99 SD, selv når sjeldne arter er gitt lavere verdi. Dette skyldes stor forskjell i vegetasjonen mellom lokalitetene og mellom transektene i Vassfjellet. 26,2 % av variasjonen mellom arter og miljø forklares ved hjelp av 1. ordinasjonsakse og hele 77,3 % ved 4 akser (tabell 1). "Monte Carlo permutation"-testen, tabell 3, viser også at artssammensetningen og således variasjonen i vegetasjonen er signifikant relatert til de benyttede miljøvariablene, $p = 0,01$. Inflasjonsfaktorene for miljøvariablene i analysen av hele materialet ligger mellom 1,6 og 6,9. De relativt lave verdiene vitner om liten "collinarity" mellom miljøvariablene, dvs. at de hver for seg kan forklare variasjonen i det biologiske materialet.

Ordinasjonsdiagrammet over prøverutene og miljøvariablene, figur 8, viser at analysene fra hver lokalitet skiller seg klart fra hverandre og opptrer noenlunde samlet innen lokalitetene, bortsett fra de i Vassfjellet der brattheng-analysene og flatene er tydelig adskilte. Figur 9 viser artsordinasjonen med

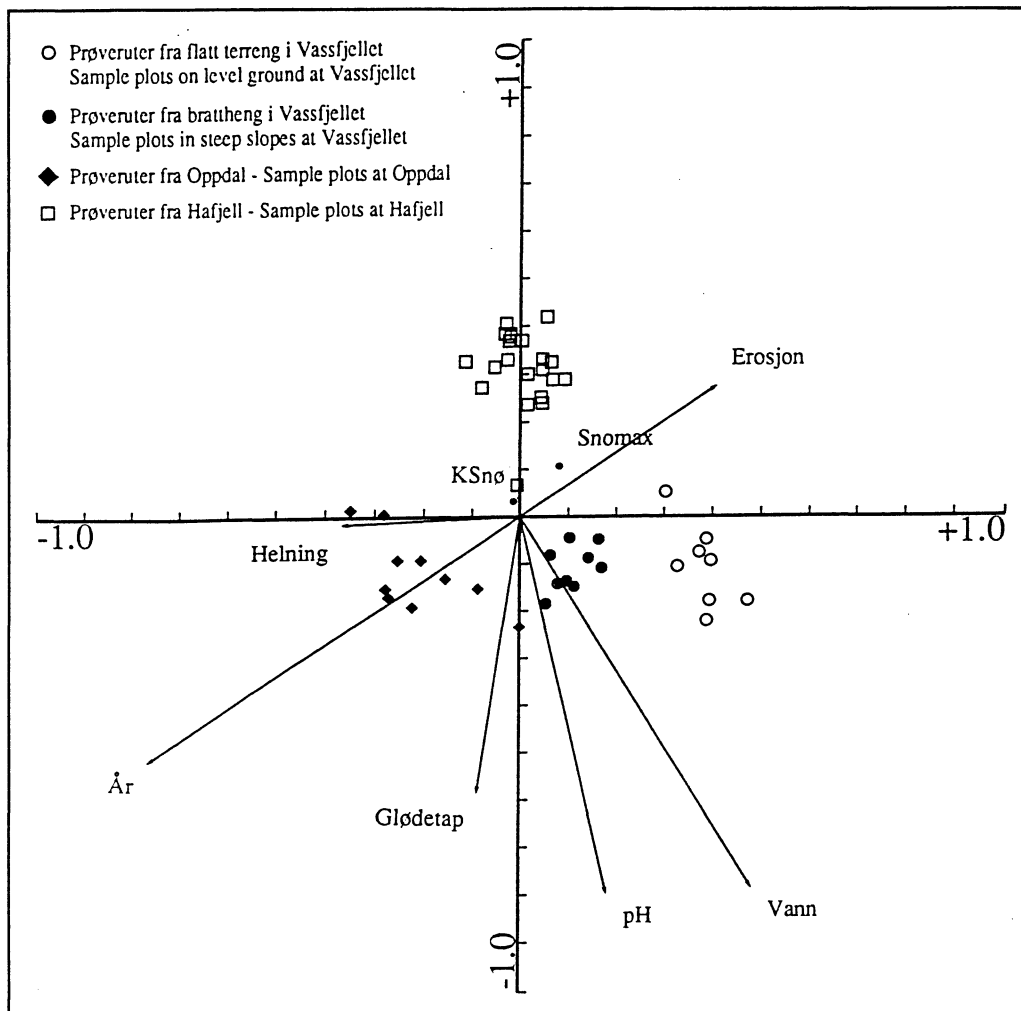
Vassfjellets nærings- og fuktighetskrevende arter lengst til høyre på 1. akse, Oppdals næringskrevende, engpregete lengst til venstre på samme akse og Hafjells fattige vegetasjon med innsådde grasarter og koloniseringsmosen vegmose (*Ceratodon purpureus*). Biplotverdiene av miljøvariablene er på figur 8 vist som piler, bortsett fra de nominelle variablene KSnø (kunstsnø) og Snomax som er representert ved punkter basert på centroider av miljøvariablene. Figuren viser m.a. at de flate partiene i Vassfjellet har høyest vanninnhold, analyseflatene på Oppdal har hatt lengst gjengroingstid og er utsatt for minst erosjon (opprinnelig beitemark). Oppdal og Vassfjellet har jordsmonn med høyere pH, glødetap og vanninnhold enn Hafjell.

Miljøfaktorene År, Vann og pH forklarer mest av artsvariasjonen, mens KSnø og Snomax forklarer minst.

Tabell 2 viser størst positiv korrelasjon mellom miljøfaktorene Vann og pH, og mellom Vann og Glødetap. Dette skyldes at næringsinnholdet i jorda er høyest i de fuktige analysene fra Vassfjellet og at fuktig jord generelt har høyere glødetap pga. senere nedbrytningshastighet av organisk materiale, men også fordi traséene på Hafjell er relativt nylig planert, og jordsmonnet har her således fått tilført lite organisk materiale fra vegetasjonen. År siden planering og Erosjon er negativ korrelert, da revegeteringen tar tid og vegetasjonen som etablerer seg, binder jordsmonnet og hindrer erosjon.

Tabell 1. Sammendrag av CCA-ordinasjonen av alle trasé-analyser når sjeldne arter er gitt lavere verdi. - Summary of the CCA ordination of all transect sample plots after down weighting of rare species.

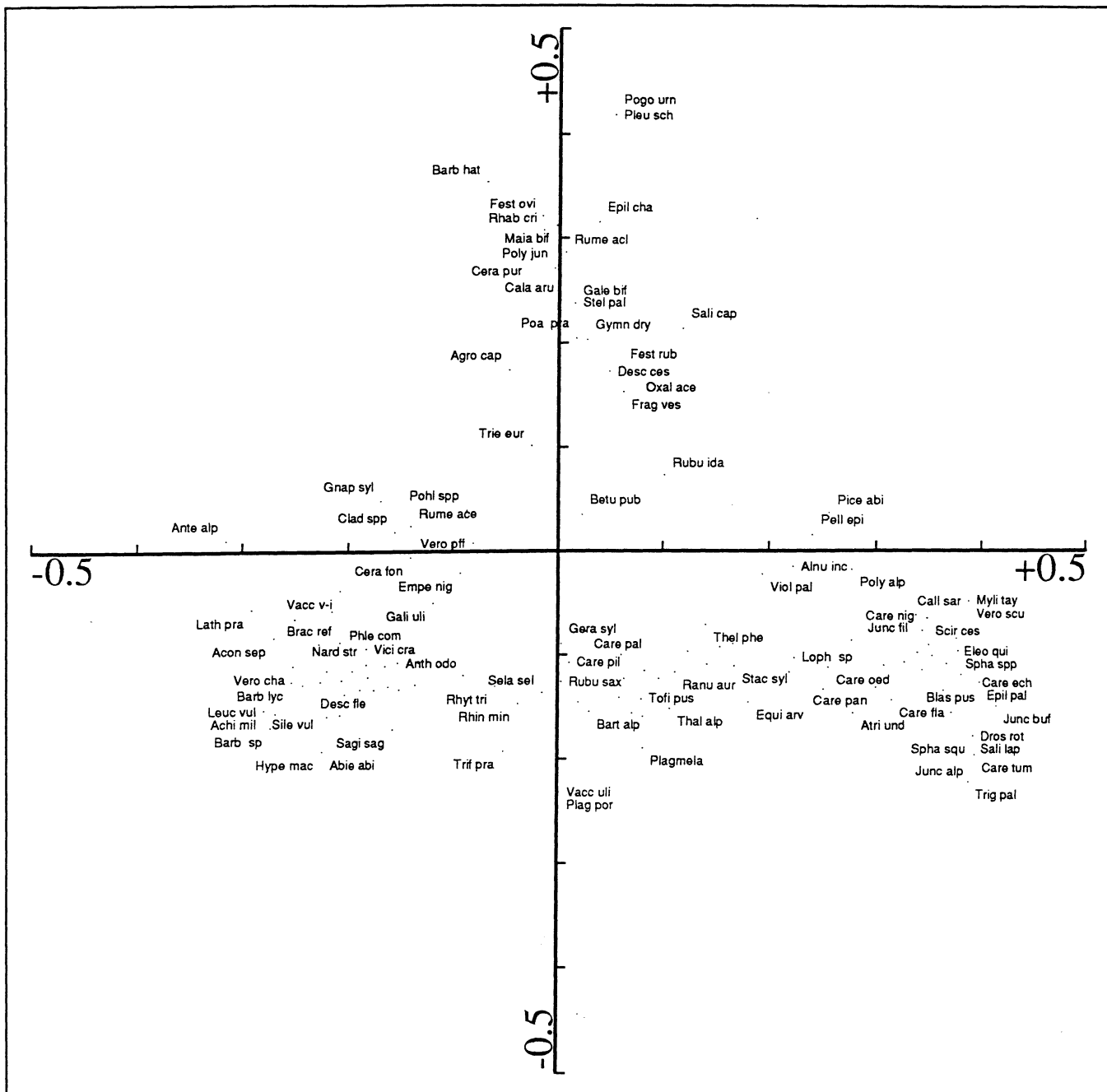
Akser - Axis	1	2	3	4
Eigen-verdier - Eigen values	0,608	0,551	0,385	0,251
Arter - miljø-korrelasjoner - Species environment correlations	0,945	0,944	0,860	0,358
Kumulativ prosent av variasjon av artsdata	11,0	21,0	28,0	32,5
Cumulative percentage variance of species data				
Kumulativ prosent av variasjon av arter - miljørelasjoner	26,2	49,9	66,5	77,5
Cumulative percentage variance of species - environmental relation				



Figur 8 CCA-biplot ordinasjon av prøveruter og miljøvariabler fra alle alpinanleggene. - CCA biplot ordination of sample plots and environmental variables at all sites.

Tabell 2. CCA-korrelasjoner mellom miljøfaktorer i alle traséanalysene. - CCA correlation between environmental variables in all transect sample plots.

Hellning - Slope	1,000							
pH	,3404	1,000						
Glødetap - Loss on ignition	-,0891	,3824	1,000					
Vann - Water	-,2882	,6456	,6319	1,000				
År - Year	-,0374	,1205	,3864	,1334	1,000			
Erosjon - Erosion	,2088	,0450	-,2359	-,0419	-,4884	1,000		
KSnø - Artificial snow	,0901	,0754	,3016	,1085	-,0876	,2741	1,000	
Snomax	,0263	-,0865	,0361	-,1084	-,5680	,4317	,7009	1,000
	Helning	pH	Glødetap	Vann	År	Erosjon	KSnø	Snomax



Figur 9 CCA-ordinasjon av arter fra prøverutene i alle alpinanleggene. - CCA ordination of species in sample plots at all sites.

Tabell 3 (alle, a) viser at artsvariasjonen i hele materialet er signifikant relatert til hver enkelt av de valgte miljøvariablene. $P = 0,01$ for alle variablene bortsett fra KSnø som har $p = 0,03$. Det høye signifikantnivået skyldes de store vegetasjonsforskjellene mellom lokalitetene. Når variasjonen som skyldes forskjeller mellom lokalitetene og de andre miljøvariablene er tatt bort, er signifikansnivået noe

lavere, men p er fortsatt mindre enn 0,05 for de fleste miljøfaktorene (alle, b, c).

Da faktorene Snomax og KSnø er identiske, bortsett fra i analysene fra Oppdal, er det vanskelig å tolke effekten av SNOMAX alene. Kombinasjonen KSnø og Snomax ble derfor testet med følgende nullhypotese:

Tabell 3. P-verdier fra "Monte Carlo permutation"-tester av artssammensetningens relasjoner til miljøvariablene i CCA. - P values from "Monte Carlo permutation" tests of the relations between species composition and environmental variables in CCA.

Miljø- variabler Environmental parameters	Lokaliteter - Site								
	Alle *			Vassfjellet *		Hafjell		Oppdal	
	a	b	c	a	b	a	b	a	b
Hellning - Slope	0,01	0,03	0,01	0,01	0,11	0,20	0,03	0,34	0,53
pH	0,01	0,01	0,02	0,01	0,63	0,05	0,01	0,06	0,41
Glødetap - Loss on ignition	0,01	0,04	0,07	0,06	0,49	0,01	0,01	0,08	0,52
Vann - Water	0,01	0,01	0,07	0,01	0,47	0,06	0,22	0,03	0,44
År - Year	0,01	0,01	0,01	-	-	0,01	0,01	-	-
Erosjon - Erosion	0,01	0,01	0,01	0,12	0,06	0,01	0,04	0,60	0,30
KSnø - Artificial snow	0,03	0,01	0,03					0,01	0,44
KSnø + Snomax				0,05	0,16	0,33	0,10		
Snomax	0,01	0,03	0,05						
Alle - All		0,01		0,01		0,01		0,27	

*: Nedveiting av sjeldne arter. - Downweighting of rare species.

a: Hver miljøfaktor testet alene. - Each environmental variable tested alone.

b: Hver miljøfaktor testet med de andre som co-variabler. - Each environmental variable is tested with other parameters as co-variables.

c: Hver miljøfaktor testet med de andre variabler og lokaliteter som co-variabler. - Each environmental variable is tested with other variables and sites as co-variables.

"Det er ingen forskjell i vegetasjonen mellom prøverutene som kan forklares ved hjelp av faktorene KSnø og Snomax, når det er tatt hensyn til forskjeller som skyldes ulike lokaliteter og andre miljøvariabler."

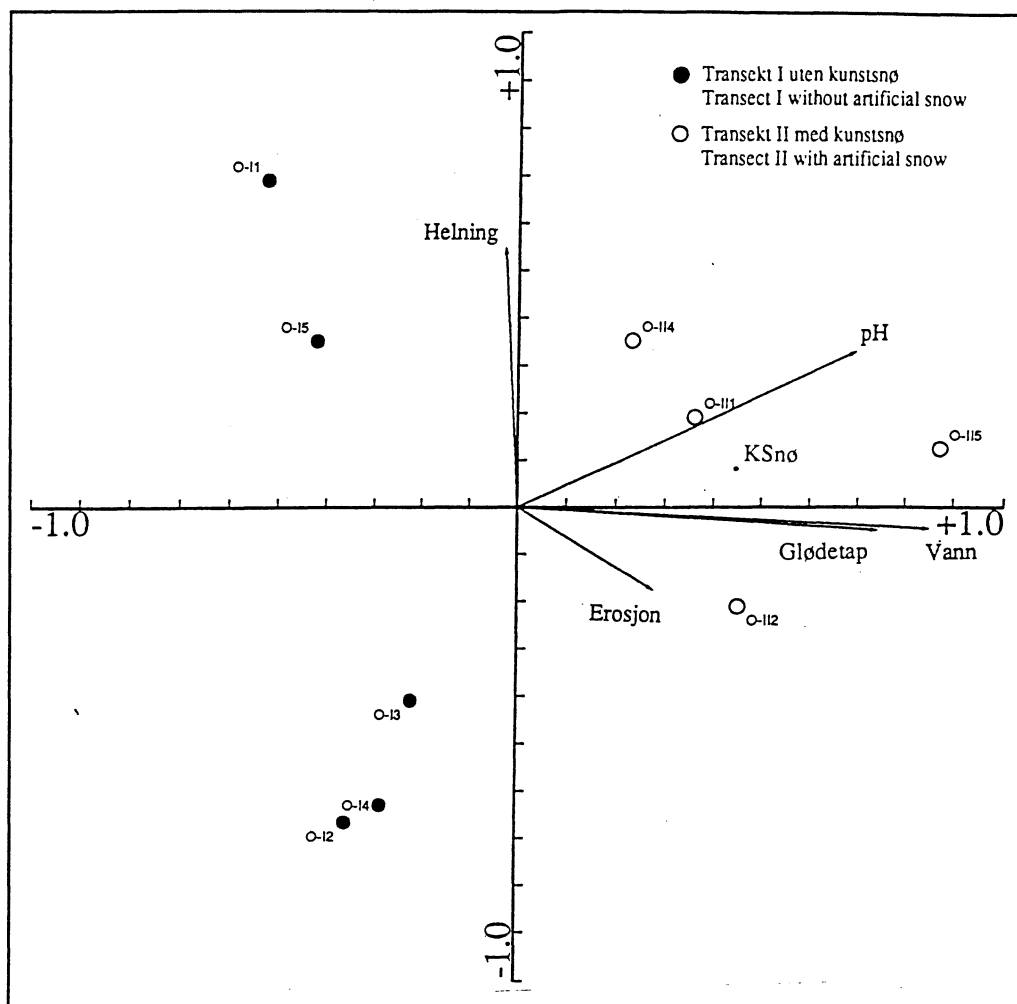
Dette ble gjort ved å kjøre en CCA der KSnø og Snomax var miljøvariabler, og lokalitetene og de andre miljøvariablene var covariabler. "Monte Carlo permutation" test ble utført, og p-verdien ble 0,13 på 1. akse og 0,03 på helhetstesten. Nullhypotesen kan således ikke helt forkastes, men trolig har kombinasjonen KSnø og Snomax en effekt på vegetasjonen.

5.1.2 Oppdal

CCA ordinasjonen, figur 10 og 11 viser at vegetasjonen i den kunstsnøpreparerte løypetraséen skiller seg fra den i natursnø-løypa, og at årsakene kan være effekten av kunstsnø, høyere pH, glødetap og vanninnhold i jordsmonnet.

Artene som er rangert høyest på 1. akse, dvs. de som er viktigst i profil II (kunstsnøløypa), er kornstarr (*Carex panicea*), åkersnelle (*Equisetum arvense*), berghinnemose (*Plagiochila porelloides*), blokkebær (*Vaccinium uliginosum*), kvitkløver (*Trifolium pratense*), sølvbunke (*Descampsia cespitosa*), stortaggmose (*Atrichum undulatum*), sumpmaure (*Galium uliginosum*), bleikstarr (*Carex pallescens*), vrangmose (*Bryum* sp.), løvetann (*Taraxacum* sp.), fjelltimotei (*Phleum commutatum*) og bekkerundmose (*Rhizomnium punctatum*). De lavest rangerte på 1. akse, dvs. de i natursnøløypa er rogn (*Sorbus*

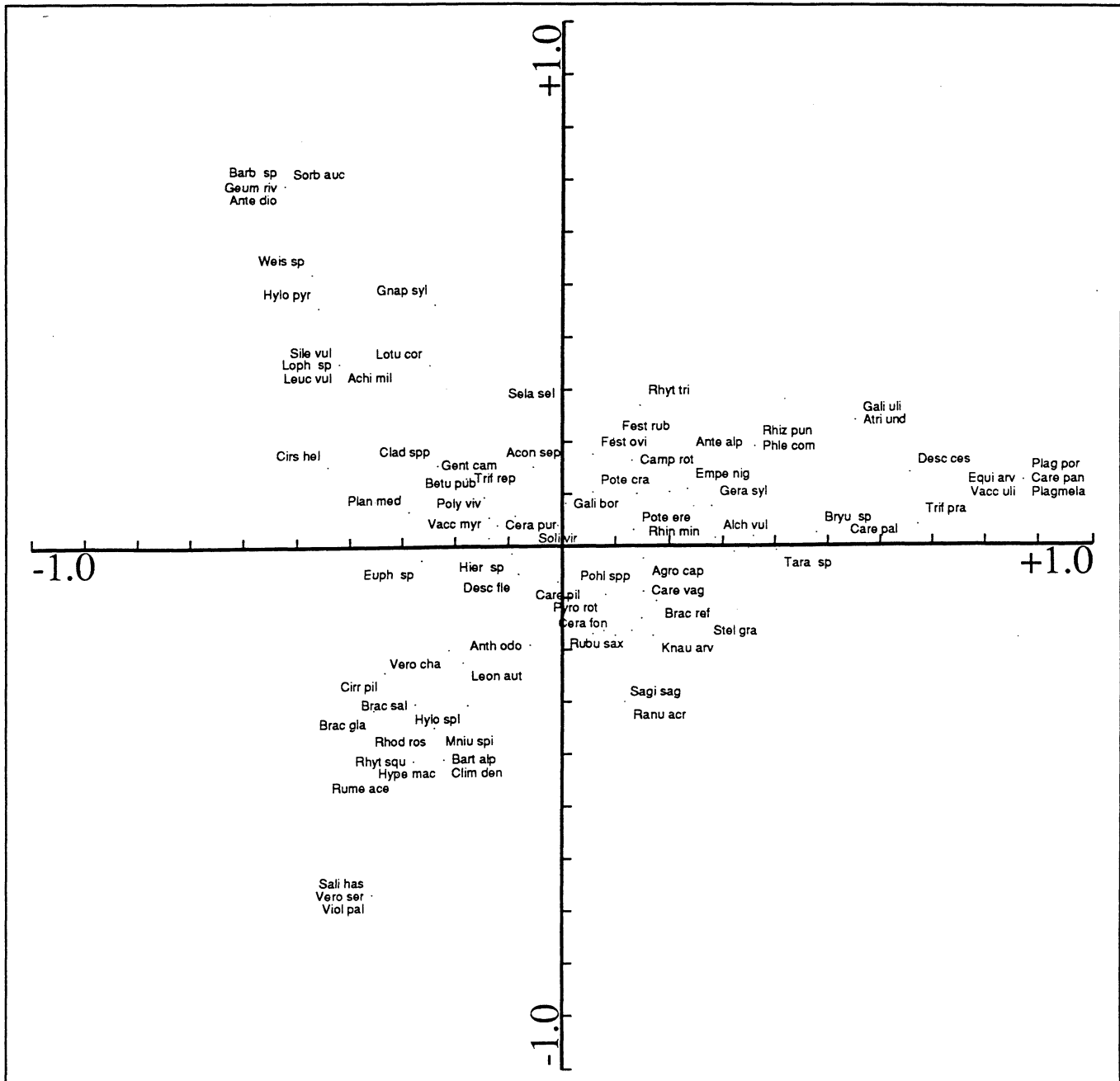
Figur 10 CCA-biplot ordinasjon av prøveruter og miljøvariabler fra Oppdal. - CCA biplot ordination of sample plots and environmental variables at Oppdal.



aucuparia), enghumleblom (*Geum rivale*), vanlig kattefot (*Antennaria dioica*), krusmose (*Weissia sp.*), seterhusmose (*Hylocomium pyrenaicum*), kvitbladtistel (*Cirsium helenioides*), engsmelle (*Silene vulgaris*), snauveronika (*Veronica serpyllifolia*), bleikvier (*Salix hastata*), engsyre (*Rumex acetosa*), dunkjempe (*Plantago media*), lilundmose (*Brachythecium salebrosum*), øyentrøst (*Euphrasia sp.*) og tiriltunge (*Lotus corniculatus*). Forskjell i artsinnholdet indikerer trolig ulik fuktighetstilgang med noe mer tørrbakkepreg i natursnøløypa.

"Monte Carlo permutation"-testen på hele materialet viste ingen signifikans mellom prøverutene og de målte miljøvariablene, $p = 0,97$ på 1. akse og $0,27$ på helhetstest, se tabell 3. Men ved å teste hver enkelt miljøparameter for seg, uten å benytte de andre som covariabler, ble faktoren KSnø funnet signifikant og forklarer således forskjellen i vegetasjonen. Ved å teste hver enkelt miljøvariabel når de andre var

covariabler, ble ingen funnet signifikant. Dette skyldes trolig at Vann og KSnø er positivt korrelert og når effekten av den ene blir trukket ifra, blir variasjonen som skyldes den andre matematisk sett ikke merkbar. Dette kom også fram i en såkalt "forward selection" av miljøvariabler i CCA som viste at i utgangspunktet var KSnø den viktigste faktoren med Vann som andrevalg. Men når variasjonen som KSnø forklarte ble tatt bort, ble Glødetap nest viktigst. Etter å ha brukt "forward selection" på alle miljødataene, ble Vann den faktoren som forklarte minst. Det må her nevnes at det ikke nødvendigvis er KSnø som er den miljøfaktoren som alene forklarer forskjellen i vegetasjonen. Hvis det er en annen ukjent faktor som er ulik i de to løypene på samme måte som KSnø, ville denne forklare det samme.



Figur 11 CCA-ordinasjon av arter i prøverutene fra Oppdal. - CCA ordination of species in sample plots at Oppdal.

Selv om analyse materialet er lite, viser analysen at kunstsno i seg selv trolig påvirker vegetasjonen ved mer fuktighetstilgang i jordsmonnet. Det blir da svært vanskelig å si noe om SNOMAXs effekt når det blir brukt samtidig med kunstsno. Økt fuktighet i jordsmonnet og flere fuktighetskrevende arter er også vist av Kammer (1989). Forskjellene i vegetasjonen ville trolig ha blitt større hvis undersøkelsen var utført i lavlandet, hvor tidsforskjellen mellom

bortsmelting av sno i kunstsno- og natursno-preparerte løyper er mye større enn i nordboreal sone.

5.1.3 Vassfjellet

Ordinasjonen av materialet fra Vassfjellet, figur 12, 13 og 14, viser at analysene fra de fuktige flatene er skilt fra de i bratthenget på 1. akse, og analysene fra de to forskjellige traséene er adskilt på 2. akse. Nordløypa, hvor SNOMAX brukes, skiller seg ut ved et høyere glødetap i jordsmonnet og sterkere erosjon. Variasjonen i vegetasjonen på flatene (mellom transekt III og IV) er mye større enn variasjonen i bratthenget (mellom transekt I og II).

Artene som er rangert høyest på 1. akse, dvs. de som er viktige i bratthenget er sauesvingel (*Festuca ovina*), gulsildre (*Saxifraga aizoides*), kalkkamose (*Ctenidium molluscum*), engsoleie (*Ranunculus acris*), hårstarr (*Carex capillaris*), rogn (*Sorbus aucuparia*), slirestarr (*Carex vaginata*), vegmose (*Ceratodon purpureus*), hengeaks (*Melica nutans*), svarttopp (*Bartsia alpina*), øyentrøst (*Euphrasia* sp.), fjelltistel (*Saussurea alpina*), bjønnbrodd (*Tofieldia pusilla*), kratthumleblom (*Geum urbanum*), hornskovlmose (*Odontoschisma denudatum*), loppestarr (*Carex pulicaris*), jåblom (*Parnassia palustris*), småengkall (*Rhinanthus minor*), stor-kransmose (*Rhytidiadelphus triquetrus*), fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*), vendelrot (*Valeriana sambucifolia*), følblom (*Leontodon autumnalis*), tågebær (*Rubus saxatilis*), gulaks (*Anthoxanthum odoratum*), kvitmaure (*Galium boreale*), dvergjamne (*Selaginella selaginoides*), fjellfrøstjerne (*Thalictrum alpinum*), skogstorkenebb (*Geranium sylvaticum*), blåkoll (*Prunella vulgaris*), finnskjegg (*Nardus stricta*), kystmoldmose (*Eurhynchium striatum*), snauveronika (*Veronica serpyllifolia*), og fjellfiol (*Viola biflora*). Viktig er også kvitveis (*Anemone nemorosa*), harerug (*Polygonum viviparum*), vanlig marikåpe (*Alchemilla vulgaris* coll.), legeveronika (*Veronica officinalis*), markjordbær (*Fragaria vesca*) og hestehov (*Tussilago farfara*).

Forekomst av disse artene er i biplotdiagrammet forklart ved jordsmonn med relativt lite fuktighet og høy pH, samt sterk helning på bakken. Den høye pH-verdien vitner om et næringsrikt og kalkrikt jordsmonn. I bratthenget har løypa med kunstsno også et sterkere innslag av næringskrevende arter som dvergjamne, fjellfrøstjerne, hårstarr og bjønnbrodd. Økende næringsinnhold i jordsmonnet med bruk av kunstsno er vist av Mosimann (1991).

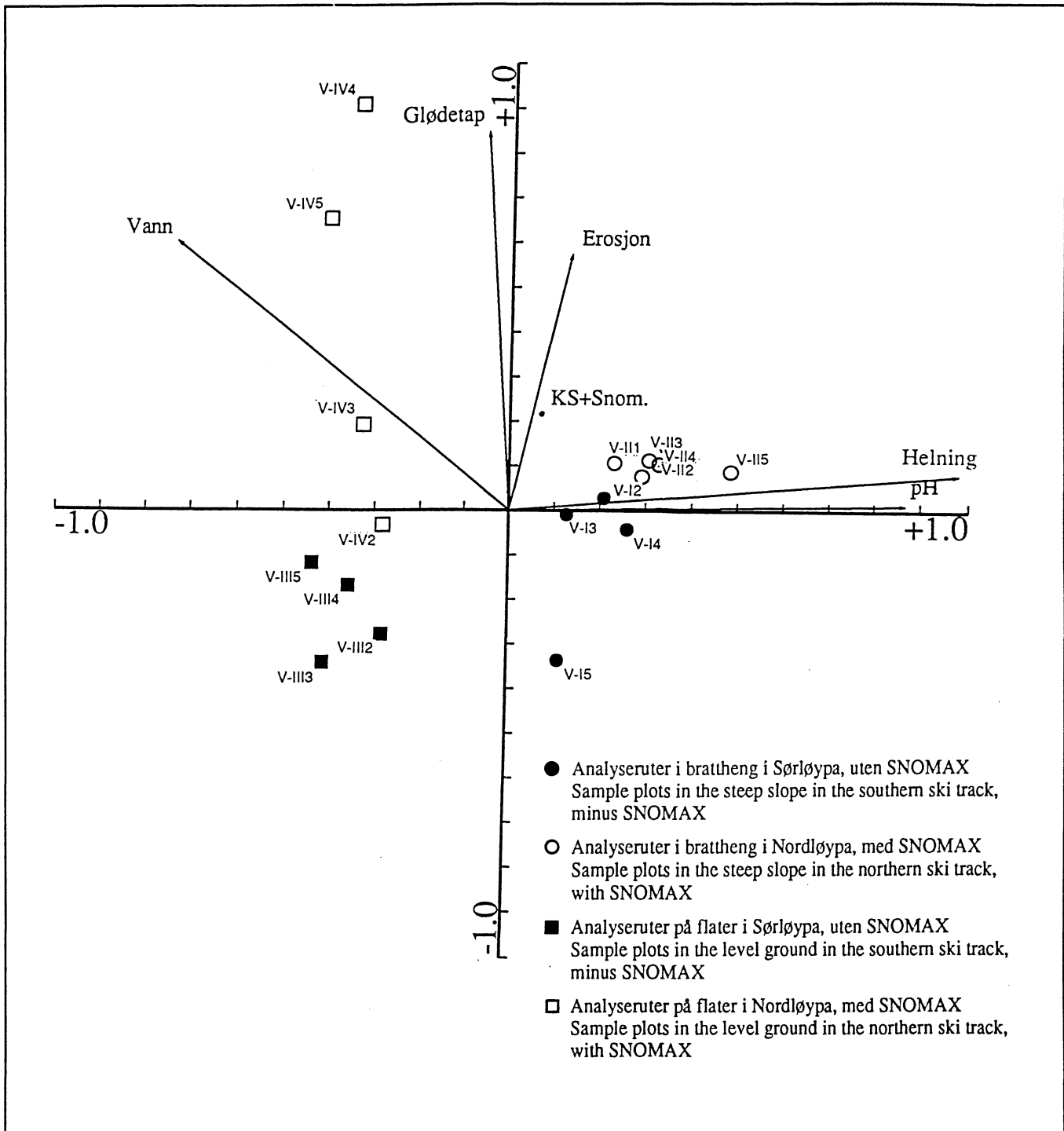
Høyest verdi på 2. akse, dvs. arter i transekt IV som er påvirket av kunstsno tilsatt SNOMAX, har myrsauelauk (*Triglochin palustre*), klubbstarr

(*Carex buxbaumii*), grønnstarr (*C. tumidicarpa*), stortaggmose (*Atrichum undulatum*), paddesiv (*Juncus bufonius*), flekkmose (*Blasia pusilla*), skogsiv (*Juncus alpinoarticulatus* subsp. *nodulosus*), torvgrøftmose (*Dicranella cerviculata*), lyssiv (*Juncus effusus*), stjernestarr (*Carex echinata*), einermose (*Polytrichum juniperinum*), krypsiv (*Juncus bulbosus*) og blåtopp (*Molinia caerulea*).

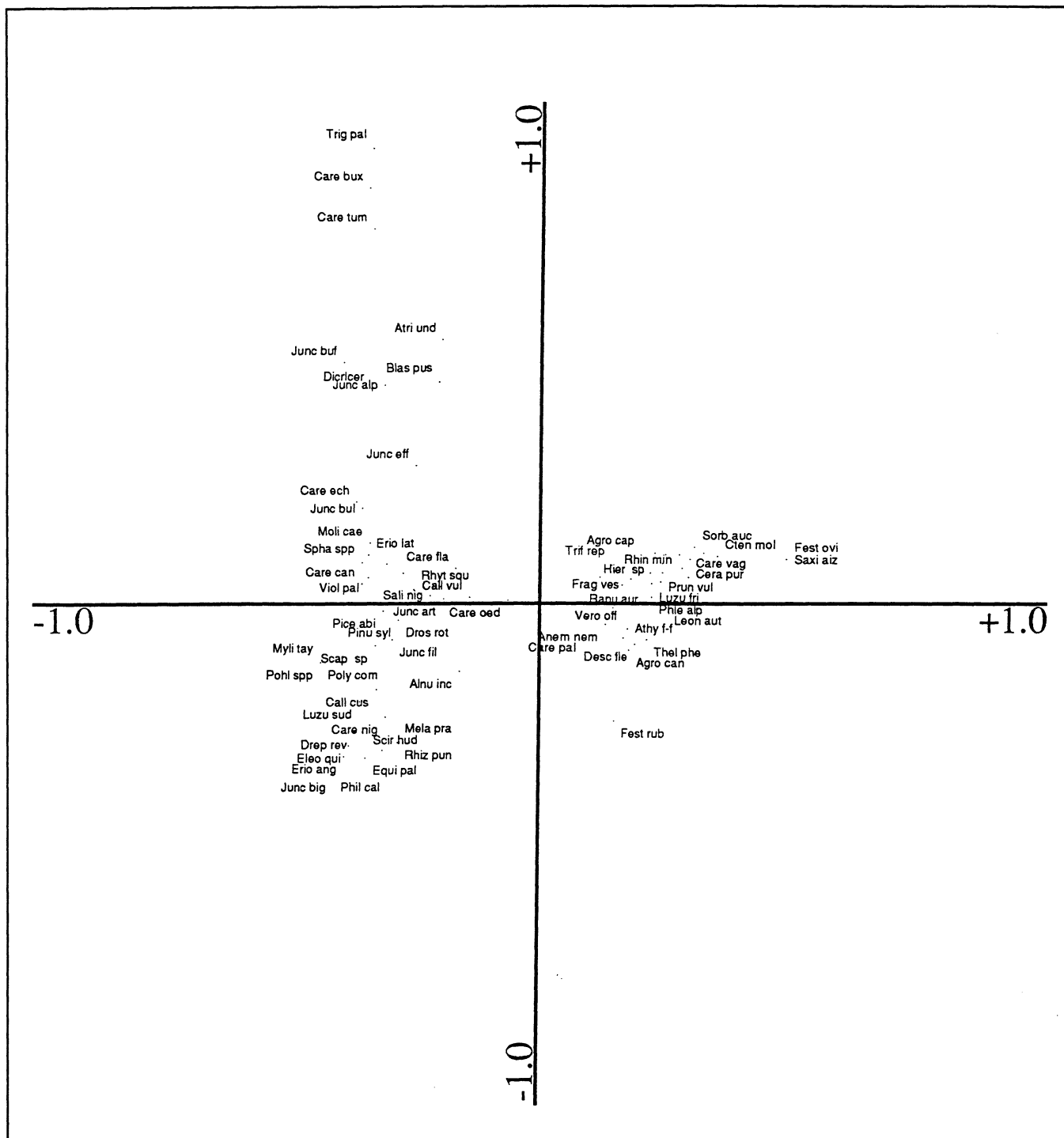
Lavest verdi på akse 2 har arter som er viktigst i transekt III, dvs. på flatene i løypa med bare naturlig sno. De viktigste artene er kalkkjeldemose (*Philonotis calcarea*), tvillingsiv (*Juncus biglumis*), tvebostarr (*Carex dioica*), myrsnelle (*Equisetum palustre*), duskull (*Eriophorum angustifolium*), strengstarr (*Carex chordorrhiza*), småsivaks (*Elocharis quinqueflora*), bekkerundmose (*Rhizomnium punctatum*), myrhatt (*Potentilla palustris*), kyst-jammemose (*Plagiothecium undulatum*), bukkeblad (*Menyanthes trifoliata*), stormarimjelle (*Melampyrum pratense*), myrmaure (*Galium palustre*), saglommemose (*Fissidens adianthoides*), bekkeblom (*Caltha palustris*), skogrøyrkvein (*Calamagrostis purpurea*), gull-lundmose (*Brachythecium glareosum*), myrstjernemose (*Campylium stellatum*), brunklomose (*Drepanocladus revolvens*) og sveltull (*Scirpus hudsonianus*).

Årsaken til den ulike vegetasjon mellom transekt III og IV kan som ordinasjonsdiagrammet viser, være et høyere innhold av organisk materiale og vann i jordsmonnet, samt en sterkere jorderosjon i løype-traséen som benytter kunstig snolegging. Det høyere vanninnholdet skyldes trolig bruk av kunstsno som gir mer smeltevann utover våren. Et fuktigere jordsmonn fører også til en senere nedbrytning av organisk materiale og dermed et høyere glødetap, samt at jorda lettere utsettes for maskinell slitasje.

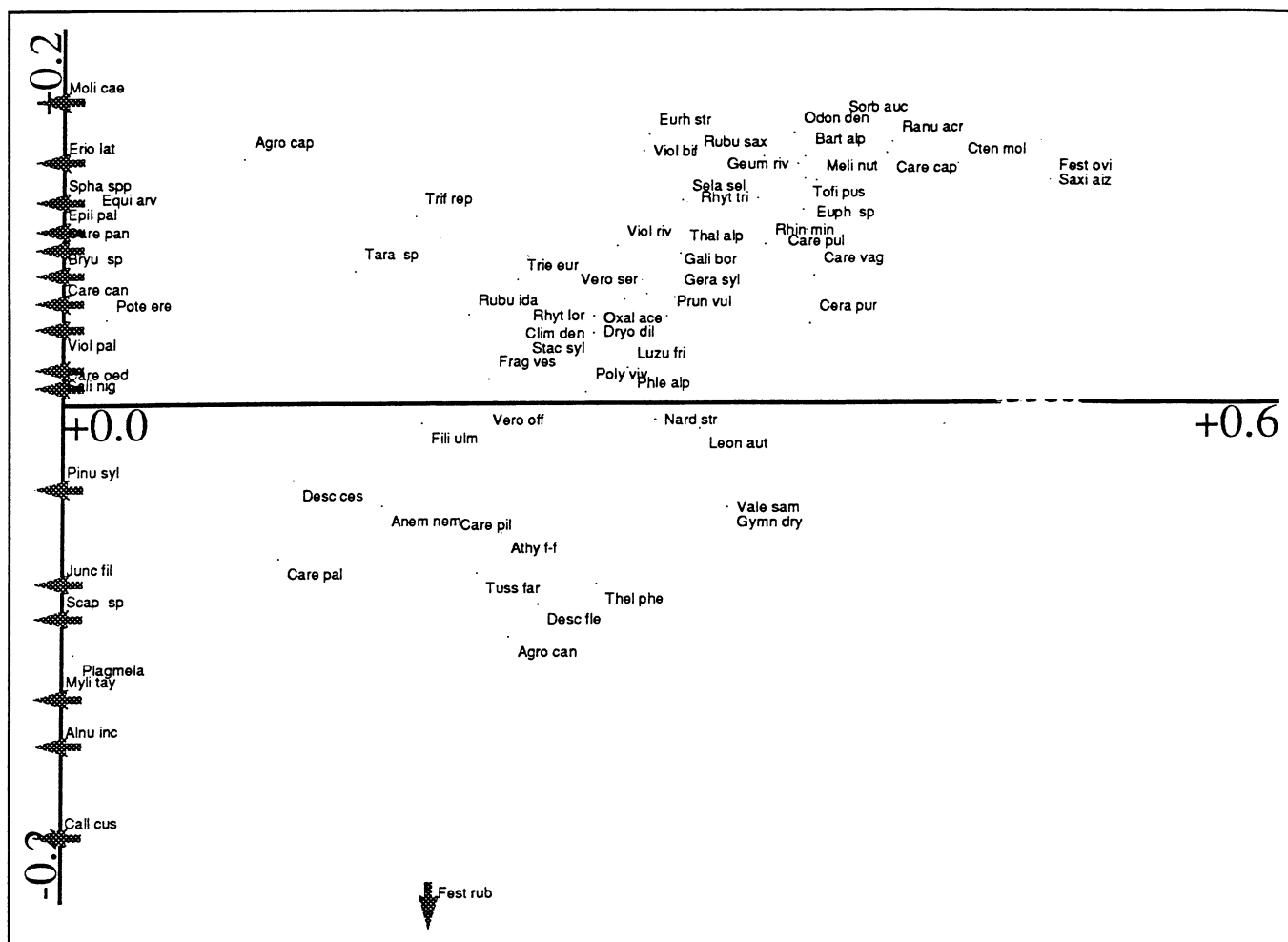
Løypa med kunstsno har generelt et lavere og mer glissent vegetasjonsdekke enn natursnøløypa, men artsinnholdet er noenlunde likt. Dette sammenfaller med undersøkelser av Meisterhans-Khronenberg & Kruesi (1986), som viser at løyper med sterk mekanisk belastning under skisesongen smelter sent ut og får utsatt vegetasjonsutviklingen i to uker pga. isdannelse og og frossen jord. Vegetasjonen tar seg imidlertid opp igjen gjennom sommeren uten særlige endringer i artsinnholdet, men totalt sett fører det til et biomassetap på omlag 17 %.



Figur 12 CCA-biplot ordinasjon av prøveruter og miljøvariabler fra Vassfjellet. - CCA biplot ordination of sample plots and environmental variables at Vassfjellet.



Figur 13 CCA-ordinasjon av arter fra prøverutene i Vassfjellet. - CCA ordination of species in sample plots at Vassfjellet.

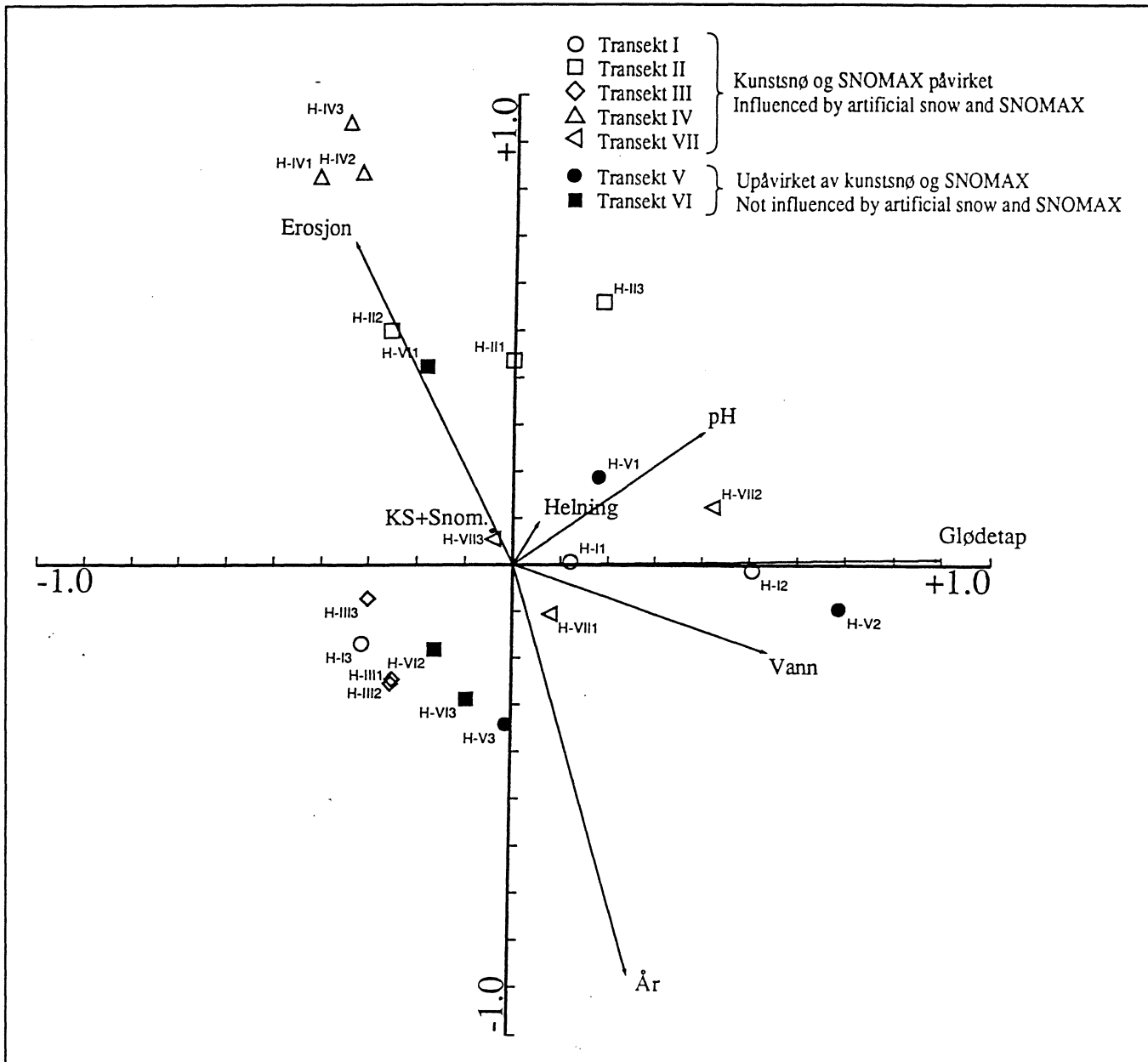


Figur 14 Utsnitt av artsordinasjonen lengst til høyre på 1. akse fra Vassfjellet. Bratthengets arter. - Species ordination on axis 1, right part at Vassfjellet. The species in the steepest part of the piste.

"Monte Carlo permutation"-testen av hele materialet viser at de målte økologiske parameterene er signifikant relatert til variasjonen i vegetasjonen, se tabell 3. Når miljøvariablene testes hver for seg, blir Helning, pH og Vann funnet signifikant med $p = 0,01$. Helning forklarer mest, deretter kommer pH, Vann, Glødetap, og til slutt KS+SNom. og Erosjon. Her må det nevnes at Helning er en indirekte miljøfaktor som påvirker de andre variablene, og blir av den grunn den viktigste faktoren. Selv om kunstsnø med tilsatt SNOMAX betyr lite for artsvariasjonen, er den svake påvirkningen den har, funnet signifikant med $p = 0,05$. Årsaken til at jorderosjon forklarer minst av variasjonen i artsammensetningen, skyldes at transektene er lagt i mest mulig erosjonsfrie partier av løypene slik at eventuelle effekter av kunstsnø og SNOMAX lettere kunne oppdages.

5.1.4 Hafjell

Ordinasjonen av materialet fra Hafjell, figur 15 og 16, viser at analyse V2 har fått høyest verdi på akse 1. Dette er en analyse der bakken er dårlig planert, og som således inneholder en del opprinnelig skogsvegetasjon som snerprøyrkvein (*Calamagrostis arundinacea*), fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*), skogstorkenebb (*Geranium sylvaticum*), mjødukt (*Filipendula ulmaria*), bringebær (*Rubus idaeus*), skogstjerne (*Trientalis europaea*) og hårfrytle (*Luzula pilosa*). Jordsmonnet har her relativt høyt glødetap, vanninnhold og pH.



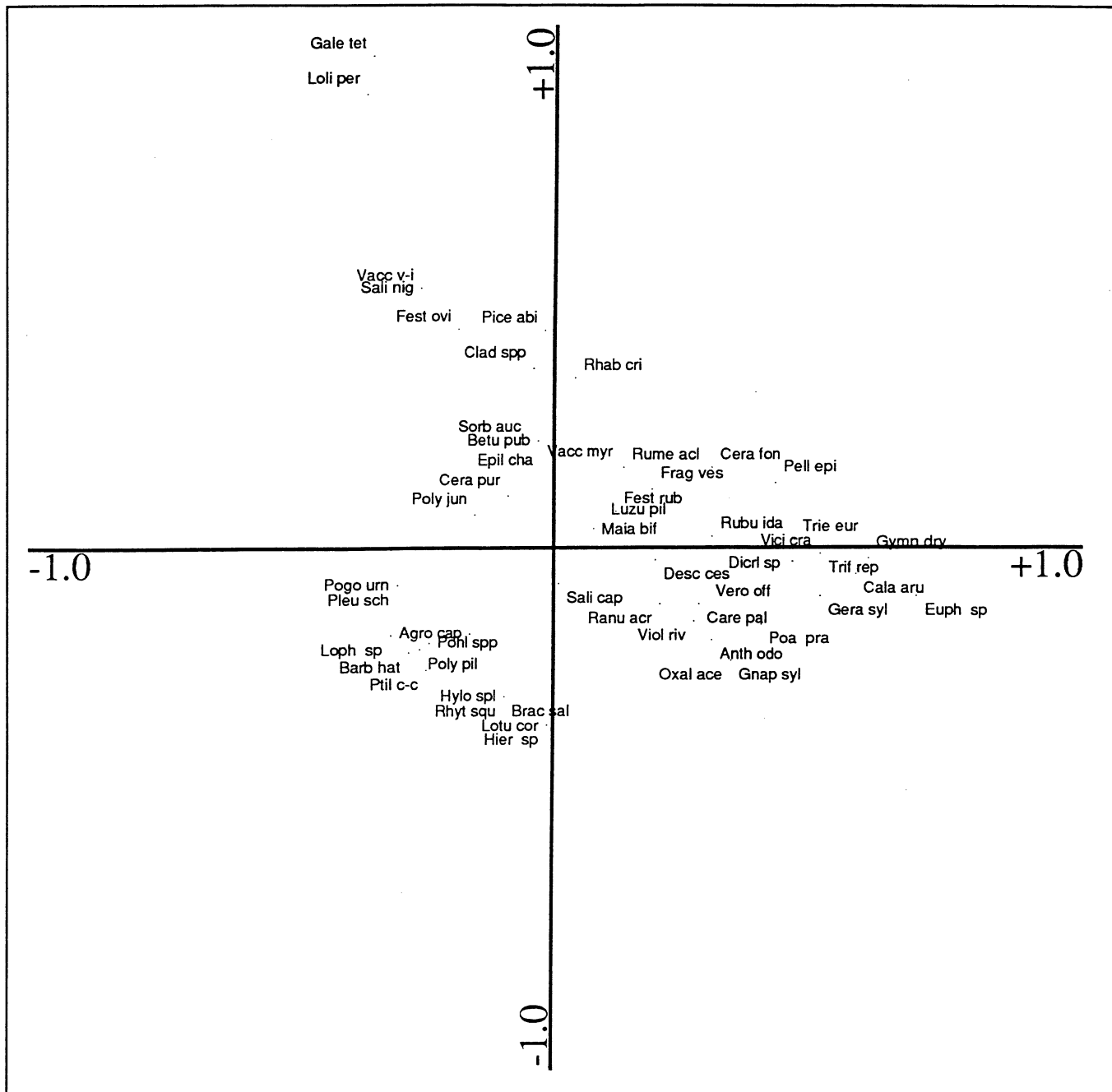
Figur 15 CCA-biplot ordinasjonsdiagram av prøveruter og miljøvariabler fra Hafjell. - CCA biplot ordination of sample plots and environmental variables at Hafjell.

Analysene fra transekt III, samt rute VI2, VI3 og I3 har lav verdi på akse 1 og på akse 2. Dette er analyser som har et tett vegetasjonsdekke av engkvein (*Agrostis capillaris*). Grasdekket binder jordsmonnet og jorderosjonen er således liten.

Transekt IV, som er fra den nylig planerte løypa, skiller seg ut med høye verdier på akse 2 hvor miljøfaktoren Erosjon er stor og År (siden planering) er liten. Viktige arter her er kvassdå (*Galeop-*

sis tetrahit), innsådd raigras (*Lolium perenne*) og sauesvingel (*Festuca ovina*). Det har gått for kort tid siden planeringen i 1991 til at moser har etablert seg.

Transekt II og ruteanalysen VI1 har også relativ høy verdi på akse 2. Jordsmonnet var her preget av erosjon og tørke, og vegetasjonen bestod av et lavt og glissent feltsjikt av sauesvingel (*Festuca ovina*)



Figur 16 CCA-ordinasjon av arter fra prøverutene på Hafjell. - CCA ordination of species in sample plots at Hafjell.

og rødsvingel (*Festuca rubra*). I bunnsjiktet var vegmose (*Ceratodon purpureus*) den vanligste arten.

Ruteanalysenes artsvariasjon var signifikant relatert til de undersøkte miljøvariablene ($p = 0,01$), og testene av hver enkelt miljøvariabel viste et høyt signifikansnivå for pH, Glødetap, År og Erosjon. KS+Snom. ble ikke funnet signifikant i noen av testene, se tabell 3. Glødetap forklarer mest av

artsvariasjonen, fulgt av År, Erosjon, Vann, pH og Helning og til slutt KS+Snom. Selv om kunstig snødekke produsert med SNOMAX statistisk sett ikke forklarer forskjeller i artsvariasjonen, må det i denne sammenheng nevnes at traséene som ikke var påvirket av kunstsnø, hadde et høyere og tettere vegetasjonsdekke enn de med kunstsnø.

5.2 Andre undersøkelser

Trærne langs løypetraséene ble undersøkt med tanke på eventuelle frostskaider på blad og nåler. Svært mange trær hadde dødt bladverk, men i alle tilfellene kunne dette relateres til enten fysiske skader på stammer og greiner eller tørkeskader forårsaket av tynt jordsmonn og blottlegging av jordsmonnet i kantene av traséene.

Etter ønske fra NIVA ble det fra hvert transekt på Vassfjellet og på Hafjell samlet inn plantemateriale i tre kategorier: 1) strø på bakken, 2) friskt materiale fra gras og urter og 3) blad fra forvedede arter. Samtidig ble det tatt jordpøver fra de øverste 5 cm i de samme prøverutene. Det ble også samlet inn barnåler og lauv fra trær som var påvirket av SNOMAX ved avdrift fra snøkanoner og fra trær helt upåvirket av SNOMAX. Plantematerialet ble lufttørket i ett døgn for å få bort overflatefuktighet. Både jord- og plantemateriale ble oppbevart i plastposer med tilgang på luft og lagret i kjøleskap eller kjølebag før de ble levert til NIVA.

Prøvene er foreløpig ikke analysert da den økonomiske rammen for NIVA's prosjekt, ifølge Laake (1992), er utilstrekkelig for disse undersøkelsene.

6 Konklusjon

Vegetasjon, jordbunnsforhold, slitasje ved tråkkemaskiner, antall nedfarter, oppgraving av jord og bruk av SNOMAX i kunstig snølegging varierer sterkt i de undersøkte lokalitetene, og det er omtrent umulig å få en fullstendig oversikt over alle faktorer som påvirker vegetasjonsutviklingen.

Likevel viser undersøkelsen at av de målte økologiske faktorene er det tidsaspektet i revegetering av planerte områder, tilgang på vann, nærings- og humusinnhold i jordsmonnet og jorderosjon som påvirker vegetasjonen i de valgte transektene mest. Helning på bakken er også viktig, men dette er en indirekte miljøparameter som styrer andre variabler. Trolig er det jorderosjon skapt ved bruk av maskinelt utstyr som påvirker vegetasjonen mest, men dette kom lite fram i analysen da sterkt eroderte flater ikke ble tatt med i undersøkelsen.

I områder med relativt sluttet vegetasjon har kunstig snø generelt liten effekt på artssammensetningen, men med stor snøproduksjon vil jordfuktigheten trolig øke ved at snøen ligger lenger om våren, noe som igjen kan føre til økt avsmeltning og økt innslag av fuktighetskrevende arter. Utstrakt bruk av kunstsnø fører også til kortere vekstsesong for plantene, og slike løyper har gjerne et lavere og mindre tett vegetasjonsdekke.

Metodevalget er lite egnet til til å vurdere om SNOMAX i seg selv påvirker vegetasjonsutformingen; men indirekte belyser den virkningen av bruken av kunstig snø. Hvis SNOMAX-produktet i det hele tatt har påvirket vegetasjonen i de undersøkte alpinanleggene i løpet av det korte tidsrommet det er benyttet, betyr det i så fall minst av de målte økologiske parameterene.

7 Videre undersøkelser

Hvis man ønsker å teste SNOMAX-preparatet på vegetasjon i eller i nærheten av alpinanlegg, må det utføres kontrollerte forsøk over tid. En eventuell effekt på vegetasjonen vil trolig ikke kunne sees før etter flere års bruk av stoffet. Undersøkelsen må utføres i et område med mest mulig ensartet vegetasjon og miljø. Innenfor dette området må det velges ut tre felter hvor ett er et referanseområde uten påvirkning av kunstsne. På de to andre feltene legges det kunstig sne, henholdsvis med og uten SNOMAX. Vegetasjon og miljø analyseres i tilfeldige valgte prøveruter innen hvert felt, og disse reanalyseres i flere år. Flervariabel, direkte gradientanalyse benyttes så til tolkning av materialet. Kirkerudbakken i Oslo vil egne seg til et slikt forsøk, men også Vassfjellet, Hafjell og ikke minst OL-utføreløypa på Kvitfjell bør vurderes som undersøkelsesområder. På Kvitfjell er det ennå ikke benyttet SNOMAX, så her unngår man effekter av tidligere bruk.

8 Sammendrag

Det har lenge vært kjent at vegetasjon og jordsmonn i alpinanlegg er sterkt påvirket av maskinelt utstyr og generell bruk av løypene. I de senere årene har kunstig snølegging blitt mer og mer vanlig, særlig etter at tilsetningsstoffer er tatt i bruk for å produsere sne ved høyere temperaturer enn normalt. Denne undersøkelsen er utført for å belyse sammenhenger mellom miljø og vegetasjon i norske alpinanlegg, og for å vurdere om kunstig snølegging og bruk av det biologiske tilsetningsstoffet SNOMAX kan påvirke vegetasjonsutviklingen i alpinanleggene.

Undersøkelsen er utført i tre alpinanlegg som alle bruker kunstig snølegging. To av disse har benyttet SNOMAX, og alle har løypetraseér upåvirket av kunstsne. Det er gitt en generell beskrivelse av vegetasjonen i områdene rundt alpinanleggene og i traséene. Vegetasjonen i traséene er også analysert ved systematisk transektanalyse. Transektene er lagt gjennom løypetraseér som er ulikt påvirket av kunstsne, men hvor andre miljøforhold, særlig erosjon, trolig varierer lite. Flere miljøparametre som antas å påvirke vegetasjonen er målt i hver av de analyserte rutene. Materialet er behandlet med flervariabel, direkte gradientanalyse ("canonical correspondence"-analyse, CCA) for å beskrive relasjoner mellom vegetasjon og miljø. CCA er også benyttet for å finne hvilke miljøfaktorer som påvirker vegetasjonen mest, og om artsvariasjonen statistisk kan forklares ut fra de målte miljøparameterene.

Undersøkelsen viser at det er en statistisk signifikant sammenheng mellom variasjonen i vegetasjonen og de målte miljøvariablene. Tidsaspektet i revegetering av planerte områder, tilgang på vann, næringsforhold i jordsmonnet og jorderosjon påvirker vegetasjonen mer enn kunstig snølegging, som generelt har liten effekt på vegetasjonsutviklingen. Kunstsne forkorter vekstsesongen noe ved at snømengdene i de kunstsnepreparerte løypene er større enn i de med naturlig sne og således smelter senere ut. Mer sne og senere utsmeltning gir også økt fuktighet i jordsmonnet og dermed mulighet for innslag av flere fuktighetskrevende arter. Kortere vekstsesong og større slitasje i kunstsneløypene pga. mer bruk fører til et mindre tett vegetasjonsdekke.

Undersøkelsen har ikke klart å svare på om preparert SNOMAX, i den korte tid stoffet er brukt, har

noen effekt på vegetasjonsutviklingen. Dette skyldes at faktoren SNOMAX i de undersøkte løypene er identisk med faktoren kunstsno. Derimot fører SNOMAX til en større produksjon og bruk av kunstsno, og øker således effektene av denne bruken. En eventuell effekt av preparert SNOMAX på vegetasjon i alpinanlegg kan bare finnes ved kontrollerte forsøk over tid innenfor relativt ensartede vegetasjonstyper, hvor kunstsno blir laget både med og uten Snomax.

9 Summary

It has been known for many years that vegetation and soil at alpine skiing centres are seriously affected by mechanical equipment and the general use of the pistes. Laying of artificial snow has become increasingly common in recent years, particularly since additives have started to be used to manufacture snow at higher temperatures than normal. The investigation described here was carried out to illustrate the relationships between the environment and vegetation at Norwegian alpine skiing centres, and to evaluate whether laying artificially manufactured snow and use of the biological additive SNOMAX can affect the development of vegetation on the slopes.

The study has been carried out at three alpine skiing centres, all of which lay artificial snow. Two have used SNOMAX, and all have pistes unaffected by artificial snow. A general description is given of the vegetation in the surroundings of the skiing centre and on the pistes. The vegetation on the pistes has also been analysed using systematic transect analysis. The transects were placed across pistes on which the use of artificial snow differ, but which probably have only minor variations in other environmental factors, particularly erosion. Several environmental parameters thought to affect the vegetation were measured on each quadrat analysed. The results obtained have been analysed using canonical correspondence analysis (CCA) to describe relationships between vegetation and environment. CCA has also been employed to learn which environmental factors affect the vegetation most, and whether the variation in species can be explained statistically on the basis of the environmental parameters measured.

The study has revealed a statistically significant relationship between the variation in vegetation and the environmental variables measured. The time aspect in revegetation of levelled surfaces, access to water, the nutritional state of the soil and soil erosion affect the vegetation more than laying artificial snow, which, in general, has little impact on the development of vegetation. Artificial snow shortens the growing season somewhat because the amount of snow on artificially-prepared pistes is greater than on those with natural snow, with consequent later melting away. More snow and later melting also give increased moisture in the soil and therefore improved opportunities for moisture-demanding species to grow there. A shorter growing season and more wear and tear on artificially-

prepared pistes, because of increased use, leads to less dense vegetation cover.

The study has not succeeded in answering the question of whether SNOMAX, in the short time this additive has been used, has had any effect on the development of vegetation. This is because SNOMAX as a factor on the slopes studied is identical with the factor artificial snow. On the other hand, SNOMAX leads to increased manufacture and use of artificial snow, thereby increasing the effects of the use of that. An investigation to determine whether SNOMAX has any impact on vegetation at skiing centres should be carried out through relatively long-term, controlled trials on fairly homogeneous types of vegetation, using artificial snow with and without SNOMAX.

10 Litteratur

- Baiderin, V.V. 1978. Effect on winter recreation on the soil and vegetation of slopes in the vicinity of Kazan. - *Soviet J. Ecol.* 9,1: 76-80.
- Baiderin, V.V. 1982. Winter recreation and plant development under snow. - *Ekologija* 1982,5: 3-8.
- Bayfield, N.G. 1974. Burial of vegetation by erosion debris near skilifts on Cairngorm, Scotland. - *Biol. Conserv.* 6: 246-251.
- Braak, C.J.F. ter. 1988. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by {partial} {detrending} {canonical} correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). - Technical report LWA-88-02. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, The Netherlands. 95 s.
- Braak, C.J.F. ter. 1990. Update notes: CANOCO version 3.10. - Agricultural Mathematics Group, Wageningen, The Netherlands. 35 s.
- Cernusca, A. 1987. Gesamtökologisches Gutachten über die Auswirkungen der projektierten Beschneigungsanlage Schmittenhöhe, Zell am See. - Innsbruck. Upubl. rapp. 34 s.
- Frisvoll, A.A., Elvebakk, A., Flatberg, K.I., Halvorsen, R. & Skogen, A. 1984. Norske navn på moser. - *Polarflokken* 8,1: 1-59.
- Grabherr, G. 1985. Damage to vegetation by recreation in the Austrian and German Alps. - s. 74-91 i Bayfield, N. & Barrow, G.C. red. The ecological impacts of outdoor recreation on mountain areas in Europe and North America. Recreation Ecology Research Group Rep. 9. WYE COLLEGE, Ashford, England.
- Grabherr, G. 1987. Tourismusinduzierte Störungen, Belastbarkeit und Regenerationsfähigkeit der Vegetation in der alpinen Stufe. - *Veröff. MaB-Programms.* 10: 243-256. Univ.verl. Wagner, Innsbruck.
- Hünerwadel, D. et al. 1982. Skipistenplanierungen und Geländekorrekturen. Erfahrungen und Empfehlungen. - *Eidgenöss. Anst. forstl. Versuchswesen Ber.* 237 s.
- Kammer, P. 1989. Auswirkungen von Kunstschnee auf subalpine Rasenvegetation. Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Savognin. - Diplomarbeit, Systematisch-geobotanischen Institut der Universität Bern. 129 s.
- Knight, D.H., Weaver, S.W., Starr, R. & Romme, W.H. 1979. Differential response of subalpine meadow vegetation to snow augmentation. - *J. Range Management* 32,5: 356-359.

- Laake, M. 1992. Kontroll av SNOMAX brukt i norske skianlegg. Inspeksjonsrapport. - NIVA Notat O-91201. Oslo. 15 s.
- Lid, J. 1985. Norsk, svensk, finsk flora. - Oslo, Det norske samlaget. 837 s.
- Lindow, S.E. 1983. The role of bacterial ice nucleation in frost injury to plants. - Annual Review of Phytopathology 21: 361-384.
- Meisterhans-Kronenberg, H. & Kruesi, B.O. 1986. Auswirkungen des Skibetriebes auf subalpine Fettwiesen (Polygono-Trisetion) im Raum Davos (Schweiz). - Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 88a: 131-152.
- Mosimann, T. 1984. Das Stabilitätpotential alpiner Geoökosysteme gegenüber Bodenstörungen durch Skipistenbau. - Verh. Ges. Ökol. (Bern) 12: 167-176.
- Mosimann, T. 1991. Beschneiungsanlagen in der Schweiz. Aktueller Stand und Trends, Umwelteinflüsse, Empfehlungen für Bau, Betrieb und UVP. - Geosynthesis Veröff. Physische Geographie und Landschaftsökologie, Geogr. Inst. Univ. Hannover. 91 s.
- Parks Canada 1976. Environmental impacts associated with ski activities. - Calgary, Alberta. Unpubl.
- Schatz, H. 1990. Beurteilungen von Beschneiungsanlagen aus naturschutzfachlicher Sicht. Theorie und Praxis. - Univ. Verlag Wagner, Innsbruck 1990: 151-166.
- Sigmond, E.M.O., Gustavson, M. & Roberts, D. 1984. Berggrunnskart over Norge. M. 1:1 million. - Norges geologiske undersøkelse.
- Smith, A.J.E. 1978. The moss flora of Britain and Ireland. - Cambridge. 706 s.
- Wolber, P. K. & Warren, G. J. 19xx. Evolutionary Perspective on the Ice Nucleation Gene-Encoded Membrane Protein. 315-330. [Særtrykk med ufullstendig referanse.]

Vedlegg 1

Vegetasjonsanalyser fra Vassfjellet. - Relevées from Vassfjellet.

Transect - Transect Prøverute - Sample plots	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Agro can	1	2			1	1											1						1	
Agro cap		4	3	3	1		1	1	1			1				1	1						3	
Alch vul	1	1	1	1	1	1	5	2	1	1	1									1				
Alnu inc	5				1	40			1			2	1		1	1				1				
Anem nem	35	4	4	1	2	30	1	3	1			2	2							15	1			
Anth odo	1	1	1	1	1		2	4	3	1	2												1	
Athy f-f	10	3	1		1	30						1								1			1	
Atri und		1		1		2						1										2	6	
Barb sp	1																							
Barb bar												1												
Bart alp							1	2	2	1														
Betu pub	1			1	1	10					1	1	5	1			1	1	5	3	1		1	10
Blas pus		1																					2	
Blec spi	1																	10					2	
Brac gla						1							1											
Brac riv	1																							
Bryu sp													3	1		1				3			3	
Cala pur													1											
Call cus							1	1	1		1	15	30	15	1							5		
Call sar																1								
Call vul							1			1								1	1		1	1		
Calt pal												2												
Caly sp		1																						
Camp ste													3	5	2	1								
Care bux														1								15		
Care can													2	2	5	1						3		
Care cap							1	1	2	1	1													
Care cor														3	1									
Care dio															1									
Care ech													3	1	5	5				2	3	4	7	
Care fla										1			1	1						1		1		
Care nig					1								2	1	2	2								
Care oed		2	10	4	3		1	1	1	2	1		3	1	3	3				10	1	2	2	
Care pal	1	1	4	2	2	1	1	2						1						1			1	
Care pan					1		1						2	2	2	1				2	1	3		
Care pil		1	1	1	2		1	1		1										1				
Care pul				1			1		1	1														
Care syl	1					1																		
Care tum				1									1		1					1	1	30	8	
Care vag			1	2				1	2	1	1													
Cera pur				1																				
Cice alp						1																		
Cirr pil	3					6																		
Cirs hel							3	3	3															

Transekt - Transect Prøverute - Sample plots	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
							I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	V	V	V	V	V	V	V
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Clim den		1																					
Corn sue											1					1							5
Crep pal	4					1																	
Cten mol	5					1	1	1	1	1													
Desc ces	5	8	10	1	5	4	1	1	1			1	1		1	1		1	1		1		
Desc fle			1		1						1	5					1	1					1
Dicr maj																	3	5					
Dicrlcer																			1	1	1	1	
Drep rev												10	30	30									
Dros rot																			1				
Dryo dil		1																					5
Eleo qui												1	6	3									
Empe nig									1							1							
Epil pal												1		1								1	
Equi arv		3	1										1									1	
Equi pal												1	1										
Equi syl	1	1			2	1													1	1		1	1
Erio ang												5	30	5	1								
Erio lat												1	1								1		
Euph sp		1	1	1			2	3	2		2												
Eurh str	1						1																
Fest ovi																							1
Fest rub		2	5	3	80		2	1	2	10	1									1			
Fili ulm	15	2	3	1	1	10	2		3							1				1			
Fiss adi	1															1							
Frag ves		1	1																				
Gali bor				1			2																
Gali odo	10																						
Gali pal														1									
Gera syl	30	8	5	1	2	40	3	7	10	1									1				
Geum riv							1	2	1	1													
Geum urb	5					1						1											
Gymn dry	1			1								5						40					
Hier sp		1	1							1													
Hylo spl												5						10	20				5
Isop ele	1																						
Junc alp																			1		1		
Junc art					1				1	1		3	1	1	1			1	1	1	1		
Junc big													1										
Junc buf																1					1	1	
Junc bul												1	1	1	1				1	1	2	1	
Junc eff					1														1	1	1	1	
Junc fil		1										1	1	1	2			1	2				
Leon aut		2	2	1	2		1	2		1	2												
Linn bor												3						1	10				1
List cor												1						1					1
Loph sp																			5				
Luzu fri		1	1	1				1															
Luzu pil											1							1	2				

Transect - Transect Prøverute - Sample plots	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Luzu sud												1				1								
Luzu syl																								1
Maia bif																1	5							
Mela pra												1	2			1	1							
Meli nut	2					1		2	1								1							
Meny tri													4											
Moli cae													1	1							1	1		
Myli tay																1								
Nard str			1		1			4																
Odon den							1		1	1														
Orth sec												1										3		1
Oxal ace	2	1				8																3		
Pari qua						5																		
Parn pal							1	1	1															
Pell epi													3											
Phil cal														1										
Phle alp		1	1	1				1																
Pice abi	10					5						5				1	20	25	5	1				30
Ping vul																						1		
Pinu syl												3										1		
Plag asp	1					1			1			1				1		1						1
Plagmaff						1																		
Plagmela								1					1											
Plagtcu																								1
Plagtund													1									2		3
Pleu sch																	20							
Poa nem	1					1																		
Poa tri						1																		
Pohl spp																		1						
Poly alp		1	1	1	1	1			1							5			3	5			1	
Poly com												5				1								10
Poly jun																						1		
Poly viv			5	1	1			3	4		1	1												
Pote ere	3	3	15	3	2	1	3	8	5	2	2	1	2	1	1	5		3	10	2	1	3	1	
Pote pal													4											
Prun pad	5					1																		
Prun vul	10	5	15	30	5		8	50	30	6	3		1									7		
Ptil c-c	1											15					30	10						3
Ranu acr	1									1														
Ranu aur	3		1			4		1																
Rhin min		1	3	1			1	1	5		2													
Rhiz pun	1					1							1											
Rhyt lor	3	1				1						30					50	50						20
Rhyt squ		1	1			3							5			1			6	2	2			
Rhyt tri	80		1			70	1	4	2	1		15						20						
Rubu cha																								5
Rubu ida	1	1	0	3	1	1	4		1														1	
Rubu sax	1					1	5	2										3						
Sali cap												1							1	1				

Transect - Transect Prøverute - Sample plots	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Sali lap																				2				
Sali nig									1	1			1	1	1	2				3	1	1		
Saus alp							1	10	5															
Saxi aiz												3												
Scap sp														2	1	5	1				5	3		
Scir ces																					1	1		
Scir hud														1	2						1			
Sela sel							1	2	2	1	1										1			
Soli vir																					2			1
Sorb auc						1			1										1	1				1
Spha gir												40							5					50
Spha spp														1	3	1	4				5	4	2	2
Spha squ																					1			
Stac syl	8	1																						
Tara sp	6	1				3	1		1												1			
Thal alp		1					2	2	4			1		1										
Thel phe	4	2		2	1	5							2							2				
Tofi pus									1															
Trie eur			1				1						1						1	1				1
Trif rep				1	1						1	2									1			1
Trig pal																							1	
Tuss far	15	50	30	5	50		15		4	4	3									1			3	
Vacc myr	1					3						30							60	20				50
Vacc v-i																			2	2				1
Vale sam	5			1		3																		
Vero off	3	2	6	1		1		4					1							3				
Vero scu																1								
Vero ser		1	1						2															
Viol bif	10	7	2	1		5	2	20	10											1		1	1	
Viol pal	1					1							1	1	1							1		
Viol riv	3	1	1			2	2	1																

Vedlegg 2

Vegetasjonsanalyser fra Hafjell. - Relevées from Hafjell.

Transekt - Transect Prøverute - Sample plot	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Agro cap	3	5	60	5	1	1	55	65	10	1	5	1	5	1	1	1	75	70	40				
Alnu inc																	1	1					
Anth odo				1				1						2	1		1						
Barb hat																							
Betu pub					1	1				1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	
Brac sal																					1		
Cala aru	1	1	1								1				20								
Care pal	1	1													1	1					1		
Cera fon															1							1	
Cera pur	1	1	1	1	5	5	8	5	3						2	1	1	7	1	1	1	1	3
Clad spp					1										1								
Desc ces		20	1	1		1									3	1	8		1	15	15	30	20
Dicrl sp	1	1																					
Epil sp	1																						
Epil cha				1	1								1		1								
Euph sp															1								
Fest ovi	5	1	10	5	25	8	3	1	3	8	15	8	2	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
Fest rub	1	1	5	15	1	3	7	5	1	1	1	1	8	8	5	1	1	10	5	50	40		
Fili ulm		1																					
Frag ves		1								1			1	1	1								
Gale bif															1								
Gale tet												1											
Gali uli		1																					
Gera syl	1	2													5	1							
Gnap syl															1	1							
Gymn dry															2							1	
Hier sp																1							
Hylo spl																		1					
Loli per										1	1	1											
Loph sp			1																				
Lotu cor																1							
Luzu pil	1	1	1	1	1	1	1	1					1	2	1								1
Maia bif			1		1										1			1				1	
Oxal ace															1	1							
Pell epi																						1	
Pice abi					1	1							1				1						
Pleu sch										1													
Poa pra		1													1	1							
Pogo urn																							
Pohl spp							1	1	1									1					
Poly alp								1							1								
Poly jun	1		1		5	2	2	5	1				1		1	3	5				1		
Poly pil							3		1														
Ptil c-c								1															

Transekt -	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
Transect				I	I	I	I	I	I	V	V	V				I	I	I	I	I	I	I	I	
Prøverute -							I	I	I											I	I	I	I	
Sample plot	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ranu acr															1							1		
Rhab cri	1	1	1	1	2	3																		
Rhyt squ																		1						
Rubu ida	1	1		1	1								2	5	2							1	1	
Rume ace		1												1	1							1		
Rume acl	3	3			1	1				1	1		1	1	1	1				1	3	4		
Sali cap								1										1			1	1	1	
Sali nig					1																			
Sorb auc	1				1	1	1																	
Stel pal														1										
Tara sp	1	2												1										
Trie eur		1		1										4										1
Trif rep		3																						
Urti dio		1																						
Vacc myr					1									1										1
Vacc v-i					1																			
Vero off	3	1				1								5	3		1					1	1	
Vici cra		1																						
Viol pal														2										
Viol riv	1													1	1									

Vedlegg 3

Vegetasjonsanalyser fra Stølen, Oppdal. - Relevées from Stølen, Oppdal.

Transekt - Transect Prøveflate - Sample plot	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	Transekt - Transect Prøveflate - Sample plot	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Abie abi			5								Geum riv	1										
Achi mil					1						Gnap syl	1				1						1
Acon sep	1			1		1				1	Hier sp	10	8	5	5	5	3	7	3	5	2	
Agro cap	10	20	10	15	15	30	20	10	15	30	Hylo pyr	40			7	10			1			
Alch alp		3		1							Hylo spl	1	3	3					1	1		
Alch vul	5	5	5	8	8	20	30		5	15	25	Hype mac			1							
Ante alp										1	1	Knau arv		1				1	1	1		
Ante dio	3											Lath pra				1	1			1	1	
Anth odo	5	25	15	8	5	10	5	5	10	5	Leon aut	2	1	1	15	5	2	1	1	1	1	1
Atri und											1	1	Leuc vul						1			
Barb sp	1											Loph sp							1			
Barb lyc	1			1	1	1					Lotu cor	15	1	1	1	5	2	2	2	1	1	
Bart alp			1								Luzu mul		1	1							1	1
Betu pub	3	1	1	1	1	1	1	1	1		Luzu sp	1	1				1	1	1	1	1	1
Brac gla		1		1	1						Mniu spi		2	2	1	1				1		
Brac ref		1		1		1		1	1	1	Nard str	5	1	1	1	1	5	1	15	1	3	
Brac sal	5	20	3	1	2	1	1			1	Phle com							2				
Bryu sp							1	1	1	1	Plag por											1
Camp rot	7	2	1	1	5	15	5	5	5	4	Plagmela											3
Card cri							1	1	2		Plan med	10	5	2	5	7	1	1	3	1		
Care pal				1			2	5	1	1	6	Pohl spp		1	1		1	1	1	1	1	1
Care pan											2	Poly jun			2				1		1	
Care pil	1	1	1			1	1	1			Poly viv	25	7	20	10	15	10	7	8	5	5	
Care vag				1				1		1	Pote cra	2		1	1	2	2	2	2	1	1	
Cera fon		1	1	1		1				1	Pote ere	5	2	2	2	1	3	5	3	1	5	
Cera pur			3		3	1		1	1		Prun vul	1	1	1		1	8	12	3	1	4	
Cirr pil		1	1		1						Pyro rot		1	1			1		2	1		
Cirs hel	3	1		1							Ranu acr		1	2	2			1	1		2	
Clad spp	1		1		1				1		Rhin min	3	2	1	2		1	1		1	5	
Clim den				1							Rhiz pun							1				
Corn sue				1	1					1	Rhod ros			3	5	1	2		1			
Desc ces								1		2	5	Rhyt squ	5	30	10	2		2	1	1	1	
Desc fle	2	1	5	2	4	1	3	1	1	1	Rhyt tri	3							1	2	1	2
Dicr fus	1		2			1		1			Rubu sax					1			1		1	
Empe nig									2	1	Rume ace			1	1	3	1					
Equi arv										2	Sagi sag				1				1			
Euph sp	15	10	5	8	3	4	1	1	1	1	Sali has		1									
Fest ovi					1	1		1			Sela sel	2					1	1	1			
Fest rub	1							1	1	1	Sile vul					1						
Gali bor	3	1	1	1	1	2	2	1	1	1	Soli vir	1	1	1		1	1		1		1	
Gali uli										1	Sorb auc	1										
Gent cam	2			2	2	2	1		1		Stel gra			1	1						1	2
Gera syl	2	1	1	2	1	5	1	1	2	7	Tara sp						1	1				

Transekt - Transect	I I I I I I I I I I I	Transekt - Transect	I I I I I I I I I I I
Prøveflate - Sample plot	1 2 3 4 5 1 2 3 4 5	Prøveflate - Sample plot	1 2 3 4 5 1 2 3 4 5
Trie eur	1 1 1	Vero off	3 1 2 3 5 3 1 5 2
Trif pra	1 1 1 10	Vero ser	1
Trif rep	3 2 3 3 20 2 2 5 3 1	Vici cra	1 1 2 1 1 1 1
Vacc myr	10 3 8 5 3 3 1 8 2 1	Viol bif	1 1 1 1 3 1 1 1
Vacc uli	1 1 1	Viol can	1 5 10 2 2 1
Vacc v-i	1 1 1 1 2 2 1	Viol pal	1 1
Vero cha	1 1 1 1 1	Weis sp	1 1

Vedlegg 4

Miljødata fra alle lokalitetene. - Environmental data from all sites.

Lokalitet - Site Transect + Prøveflate Transect + Sample plot	Helning - Slope	pH	Glødetap Loss on ignition	Vann - Water	År - Year	Erosjon - Erosion	KSno - Artificial snow	Snomax
1 V-I1	35	6,19	29,2	60	100	0	0	0
2 V-I2	30	5,89	3,8	43	9	2	0	0
3 V-I3	25	5,88	10,7	43	9	1	0	0
4 V-I4	30	5,94	5,6	36	9	2	0	0
5 V-I5	20	6,05	4,4	37	9	1	0	0
6 V-I6	25	5,60	19,5	50	100	0	0	0
7 V-II1	25	6,18	13,0	48	9	1	1	1
8 V-II2	28	6,17	11,1	46	9	1	1	1
9 V-II3	25	6,38	20,2	48	9	0	1	1
10 V-II4	30	6,11	8,3	41	9	2	1	1
11 V-II5	30	6,62	7,0	39	9	3	1	1
12 V-III1	5	4,20	45,1	57	100	0	0	0
13 V-III2	10	5,60	5,1	53	9	0	0	0
14 V-III3	3	5,60	6,5	53	9	0	0	0
15 V-III4	5	5,69	7,3	54	9	1	0	0
16 V-III5	5	5,42	7,6	54	9	1	0	0
17 V-III6		3,69	97,4	56	100	0	0	0
18 V-IV1	5	4,77	22,1	45	100	0	0	0
19 V-IV2	5	5,94	8,2	62	9	1	1	1
20 V-IV3	10	5,33	7,3	50	9	3	1	1
21 V-IV4	10	5,61	30,2	75	9	2	1	1
22 V-IV5	5	5,68	19,5	71	9	3	1	1
23 V-IV6	2	4,06	90,2	46	100	0	0	0
24 H-I1	25	5,19	7,5	23	4	1	1	1
25 H-I2	30	5,44	12,3	38	4	1	1	1
26 H-I3	27	4,98	5,1	20	4	1	1	1
27 H-II1	18	5,09	6,3	22	2	1	1	1
28 H-II2	16	5,07	4,0	24	2	2	1	1
29 H-II3	18	4,81	10,2	25	2	2	1	1
30 H-III1	15	4,86	4,7	21	4	1	1	1
31 H-III2	15	4,79	5,0	20	4	1	1	1
32 H-III3	10	4,84	3,3	21	4	2	1	1
33 H-IV1	20	5,10	2,4	18	1	2	1	1
34 H-IV2	20	5,03	3,7	18	1	2	1	1
35 H-IV3	25	5,32	2,2	18	1	2	1	1
36 H-V1	18	5,00	6,0	25	4	2	0	0
37 H-V2	20	4,97	11,9	28	4	0	0	0
38 H-V3	15	4,84	5,3	24	4	0	0	0
39 H-VI1	28	5,09	2,7	19	4	3	0	0

40 H-VI2	18	4,89	4,1	25	4	1	0	0
41 H-VI3	18	5,10	3,4	25	4	0	0	0
42 H-VII1	15	5,24	5,9	28	4	1	1	1
43 H-VII2	12	5,11	7,8	19	4	1	1	1
44 H-VII3	13	5,10	4,8	25	4	2	1	1
45 O-I1	20	5,58	9,7	33	100	0	0	0
46 O-I2	8	5,36	11,3	38	100	0	0	0
47 O-I3	20	5,68	9,9	35	100	1	0	0
48 O-I4	15	5,25	11,8	33	100	0	0	0
49 O-I5	20	5,49	10,4	33	100	0	0	0
50 O-II1	22	5,67	10,9	45	100	0	1	0
51 O-II2	16	5,95	11,8	50	100	1	1	0
52 O-II3	25	5,71	11,0	35	100	1	1	0
53 O-II4	30	5,71	11,4	32	100	1	1	0
54 O-II5	10	5,75	20,4	64	100	0	1	0

Vedlegg 5

Forkortelser for latinske navn benyttet i tabeller og ordinasjonsfigurer. – Shortenings of scientific names used in tables and ordination diagrams.

Abie abi	<i>Abietinella abietina</i>	Care pul	<i>Carex pulcaris</i>
Achi mil	<i>Achillea millefolium</i>	Care syl	<i>Carex sylvatica</i>
Acon sep	<i>Aconitum septentrionale</i>	Care tum	<i>Carex tumidicarpa</i>
Agro can	<i>Agrostis canina</i>	Care vag	<i>Carex vaginata</i>
Agro cap	<i>Agrostis capillaris</i>	Cera fon	<i>Cerastium fontanum</i>
Alch alp	<i>Alchemilla alpina</i>	Cera pur	<i>Ceratodon purpureus</i>
Alch vul	<i>Alchemilla vulgaris</i>	Cice alp	<i>Cicerbita alpina</i>
Alnu inc	<i>Alnus incana</i>	Cirr pil	<i>Cirriphyllum piliferum</i>
Anem nem	<i>Anemone nemorosa</i>	Cirs hel	<i>Cirsium helenioides</i>
Ante alp	<i>Antennaria alpina</i>	Clad spp	<i>Cladonia</i> spp
Ante dio	<i>Antennaria dioica</i>	Clim den	<i>Climacium dendroides</i>
Anth odo	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Corn sue	<i>Cornus suecica</i>
Athy f-f	<i>Athyrium filix-femina</i>	Crep pal	<i>Crepis palludosa</i>
Atri und	<i>Atrichum undulatum</i>	Cten mol	<i>Ctenidium molluscum</i>
Barb sp	<i>Barbula</i> sp.	Desc ces	<i>Deschampsia cespitosa</i>
Barb bar	<i>Barbilophozia barbata</i>	Desc fle	<i>Deschampsia flexuosa</i>
Barb hat	<i>Barbilophozia hatcherii</i>	Dicr fus	<i>Dicranum fuscescens</i>
Barb lyc	<i>Barbilophozia lycopodoides</i>	Dicr maj	<i>Dicranum majus</i>
Bart alp	<i>Bartsia alpina</i>	Dicrl sp	<i>Dicranella</i> sp
Betu pub	<i>Betula pubescens</i>	Dicrlcer	<i>Dicranella cerviculata</i>
Blas pus	<i>Blasia pusilla</i>	Drep rev	<i>Drepanocladus revolvens</i>
Blec spi	<i>Blechnum spicant</i>	Dros rot	<i>Drosera rotundifolia</i>
Brac gla	<i>Brachythecium glareosum</i>	Dryo dil	<i>Dryopteris dilatata</i>
Brac ref	<i>Brachythecium reflexum</i>	Eleo qui	<i>Eleocharis quinqueflora</i>
Brac riv	<i>Brachythecium rivulare</i>	Empe nig	<i>Empetrum nigrum</i>
Brac sal	<i>Brachythecium salebrosum</i>	Epil sp	<i>Epilobium</i> sp
Bryu sp	<i>Bryum</i> spp	Epil cha	<i>Epilobium chamaenerion</i>
Cala aru	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	Epil pal	<i>Epilobium palustre</i>
Cala pur	<i>Calamagrostis purpurea</i>	Equi arv	<i>Equisetum arvense</i>
Call cus	<i>Calligonella cuspidata</i>	Equi pal	<i>Equisetum palustre</i>
Call sar	<i>Calliargon sarmentosum</i>	Equi syl	<i>Equisetum sylvaticum</i>
Call vul	<i>Calluna vulgaris</i>	Erio ang	<i>Eriophorum angustifolium</i>
Calt pal	<i>Caltha palustre</i>	Erio lat	<i>Eriophorum latifolium</i>
Caly sp	<i>Calyptogeia</i> sp	Euph sp	<i>Euphrasia</i> sp.
Camp rot	<i>Campanula rotundifolia</i>	Eurh str	<i>Eurhynchium striatum</i>
Camp ste	<i>Campylium stellatum</i>	Fest ovi	<i>Festuca ovina</i>
Card cri	<i>Cardus crispus</i>	Fest rub	<i>Festuca rubra</i>
Care bux	<i>Carex buxbaumii</i>	Fili ulm	<i>Filipendula ulmaria</i>
Care can	<i>Carex canescens</i>	Fiss adi	<i>Fissidens adianthoides</i>
Care cap	<i>Carex capillaris</i>	Frag ves	<i>Fragaria vesca</i>
Care cor	<i>Carex chordorrhiza</i>	Gale bif	<i>Galeopsis bifida</i>
Care dio	<i>Carex dioica</i>	Gale tet	<i>Galeopsis tetrahit</i>
Care ech	<i>Carex echinata</i>	Gali bor	<i>Galium boreale</i>
Care fla	<i>Carex flava</i>	Gali odo	<i>Galium odoratum</i>
Care nig	<i>Carex nigra</i>	Gali pal	<i>Galium palustre</i>
Care oed	<i>Carex oederi</i>	Gali uli	<i>Galium uliginisum</i>
Care pal	<i>Carex pallescens</i>	Gent cam	<i>Gentianella campestris</i>
Care pan	<i>Carex panicea</i>	Gera syl	<i>Geranium sylvaticum</i>
Care pil	<i>Carex pilulifera</i>	Geum riv	<i>Geum rivale</i>

Geum urb	Geum urbanum	Plagmela	Plagiomnium elatum
Gnap syl	Gnaphalium sylvaticum	Plagtcur	Plagiothecium curvifolium
Gymn dry	Gymnocarpium dryopteris	Plagtund	Plagiothecium undulatum
Hier sp	Hieracium sp.	Plan med	Plantago media
Hylo pyr	Hylocomium pyrenaicum	Pleu sch	Pleurozium schreberii
Hylo spl	Hylocomium splendens	Poa nem	Poa nemoralis
Hype mac	Hypericum maculatum	Poa tri	Poa trivialis
Isop ele	Isopterygium elegans	Poa pra	Poa pratensis
Junc alp	Juncus alpinoarticulatus	Pogo urn	Pogonatum urnigerum
	subsp. nodulosus	Pohl spp	Pohlia spp
Junc art	Juncus articulatus	Poly alp	Polytricum alpinum
Junc big	Juncus biglumis	Poly com	Polytricum commune
Junc buf	Juncus bufonius	Poly jun	Polytricum juniperum
Junc bul	Juncus bulbosus	Poly pil	Polytricum piliferum
Junc eff	Juncus effusus	Poly viv	Polygonum viviparum
Junc fil	Juncus filiformis	Pote cra	Potentilla cranzii
Knau arv	Knautia arvensis	Pote ere	Potentilla erecta
Lath pra	Lathyrus pratensis	Pote pal	Potentilla palustris
Leon aut	Leontodon autumnalis	Prun pad	Prunus padus
Leuc vul	Leucanthemum vulgare	Prun vul	Prunella vulgaris
Linn bor	Linnaea borealis	Ptil c-c	Ptilium crista-castreni
List cor	Listera cordata	Pyro rot	Pyrola rotundifolia
Loli per	Lolium perenne	Ranu acr	Ranunculus acris
Loph sp	Lophozia spp	Ranu aur	Ranunculus auricomus
Lotu cor	Lotus corniculatus	Rhab cri	Rhabdoweisia crispata
Luzu fri	Luzula frigida	Rhin min	Rhinantus minor
Luzu mul	Luzula multiflora	Rhiz pun	Rhizomnium punctatum
Luzu pil	Luzula pilosa	Rhod ros	Rhodobryum roseum
Luzu sp	Luzula sp.	Rhyt lor	Rhytidiadelphus loreus
Luzu sud	Luzula sudetica	Rhyt squ	Rhytidiadelphus squarrosus
Luzu syl	Luzula sylvatica	Rhyt tri	Rhytidiadelphus triquetrus
Maia bif	Maianthemum bifolium	Rubu cha	Rubus chamaemorus
Mela pra	Melampyrum pratense	Rubu ida	Rubus idaeus
Meli nut	Melica nutans	Rubu sax	Rubus saxatilis
Meny tri	Menyanthes trifoliata	Rume ace	Rumex acetosa
Mniu spi	Mnium spinosum	Rume acl	Rumex acetosella
Moli cae	Molinia caerulea	Sagi sag	Sagina saginoides
Myli tay	Mylia taylorii	Sali cap	Salix caprea
Nard str	Nardus stricta	Sali has	Salix hastata
Odon den	Odontoschisma denudatum	Sali lap	Salix lapponum
Orth sec	Orthilia secunda	Sali nig	Salix nigricans
Oxal ace	Oxalis acetosella	Saus alp	Saussurea alpina
Pari qua	Paris quadrifolia	Saxi aiz	Saxifraga aizoides
Parn pal	Parnassia palustris	Scap sp	Scapania spp
Pell epi	Pellia epiphylla	Scir ces	Scirpus cespitosus
Phil cal	Philonitis calcarea	Scir hud	Scirpus hudsonianus
Phle alp	Phleum alpinum	Sela sel	Selaginella selaginoides
Phle com	Phleum commutatum	Sile vul	Silene vulgaris
Pice abi	Picea abies	Soli vir	Solidago virgaurea
Ping vul	Pinguicula vulgaris	Sorb auc	Sorbus aucuparia
Pinu syl	Pinus sylvestris	Spha gir	Sphagnum girgensohnii
Plag asp	Plagiochila asplenoides	Spha spp	Sphagnum spp
Plag por	Plagiochila porelloides	Spha squ	Sphagnum squarrosus
Plagmaff	Plagiomnium affine	Stac syl	Stachys sylvatica

Stel pal	Stellaria palustris	Vacc uli	Vaccinium uliginosum
Tara sp	Taraxacum sp.	Vacc v-i	Vaccinium vitis-idaea
Thal alp	Thalictrum alpinum	Vale sam	Valeriana sambucifolia
Thel phe	Thelypteris phegopteris	Vero cha	Veronica chamaedrys
Tofi pus	Tofieldia pusilla	Vero off	Veronica officinalis
Trie eur	Trientalis europaea	Vero scu	Veronica scutellata
Trif pra	Trifolium pratense	Vero ser	Veronica serpyllifolia
Trif rep	Trifolium repens	Vici cra	Vicia cracca
Trig pal	Triglochin palustre	Viol bif	Viola biflora
Tuss far	Tussilago farfara	Viol can	Viola canina
Urti dio	Urtica dioica	Viol pal	Viola palustre
Vacc myr	Vaccinium myrtillus	Viol riv	Viola riviniana
		Weis sp	Weissia sp.

183

nina
oppdrags-
melding

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. 73 58 05 00