

UNIVERSITETET I TRONDHEIM, VITENSKAPSMUSEET

RAPPORT

BOTANISK SERIE

1989-2

Simen Bretten og Olaf I. Rønning

Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvold 1989



Trondheim 1989

"Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet. Rapport. Botanisk Serie" inneholder stoff fra det fagområdet og det geografiske ansvarsområdet som Botanisk avdeling, Vitenskapsmuseet representerer. Serien bringer stoff som av ulike grunner bør gjøres kjent så fort som mulig. I mange tilfeller kan det være foreløpige rapporter, og materialet kan seinere bli bearbeidet for videre publisering. Det vil også bli tatt inn foredrag, utredninger, o.l. som angår avdelingens arbeidsfelt. Serien er ikke periodisk, og antall nummer pr. år varierer. Serien starta i 1974, og det fins parallelle arkeologiske og zoologiske serier. Serien har skifta navn fra og med 1987, og den er en fortsettelse av "K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser." som kom ut med 89 nummer i årene 1974-1986.

Til forfatterne:

Manuskriptet kan være maskinskrevet eller handskrevet med tekst på den ene sida av arket. Ord som skal settes i kursiv, skal understrekes. Som språk blir norsk brukt, unntatt i abstract (se nedenfor). Med manuskriptet skal følge:

1. Eget ark med artikkelens tittel og forfatterens/forfatternes navn. Tittelen bør være kort og inneholde viktige henvisningsord.
2. Et referat (synonym: abstract) på maksimum 200 ord. Referatet innledes med bibliografisk referanse og avsluttes med forfatterens navn og adresse.
3. Et abstract på engelsk med samme innhold som referatet.

Artikkelen bør forøvrig inneholde:

1. Et forord som ikke overstiger to trykksider. Forordet kan gi bakgrunn for artikkelen med relevante opplysninger om eventuell oppdragsgiver og prosjektknytning, økonomisk og annen støtte fra fond, institusjoner og enkeltpersoner med takk til dem som bør takkes.
2. En innledning som gjør rede for den vitenskapelige problemstilling og arbeidsgangen i undersøkelsen.

3. En innholdsfortegnelse som svarer til disposisjonen av stoffet, slik at inndeling av kapitler og underkapitler er nøyaktig som i sjølve artikkelen.
4. Et sammendrag av innholdet. Det bør vanligvis ikke overstige 3% av det originale manuskriptet. I spesielle tilfelle kan det i tillegg også tas med et "summary" på engelsk.

Litteraturhenvisninger i teksten gis som Rønning (1972), Moen & Selnes (1979), eller dersom det er flere enn to forfattere som Sæther et al. (1980). Om det blir vist til flere arbeid, angis det som "Flere forfattere (Rønning, 1972, Moen & Selnes 1979, Sæther et al. 1980) rapporterer", i kronologisk orden uten komma mellom navn og årstall. Litteraturlista skal være unummerert og i alfabetisk rekkefølge. Flere arbeid av samme forfatter i samme år gis ved a, b, c osv. (Elven 1978a). Tidsskriftnavn forkortes i samsvar med siste utgave av World List of Scientific Periodicals eller gjengis i tvilstilfelle fullt ut.

Eksempler:

Tidsskrift: Moen, A. & M. Selnes 1979. Botaniske undersøkelser på Nord-Fosen, med vegetasjonskart. - K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1979 4: 1-96.

Bretten, S. & O.I. Rønning (red.) 1987. Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvold 1987. - Univ. Trondheim, Vitensk.mus. Rapp. Bot. Ser. 1987 1: 1-63.

Kapittel: Gjærevoll, O. 1980. Fjellplantene. - s. 316-347 i P. Voksø (red.): Norges fjellverden. Forlaget Det Beste, Oslo.

Bok: Rønning, O.I. 1972. Vegetasjonslære. - Universitetsforlaget, Oslo/Bergen/Tromsø. 101 s.

Eventuelle tabeller, plansjer og tegninger leveres på egne ark med angivelse av hvor i teksten de ønskes plassert.

Utgiver:

Universitetet i Trondheim,
Vitenskapsmuseet,
Botanisk avdeling,
7004 Trondheim.

Referat

Bretten, S. & O. I. Rønning (red.) 1989. Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvold 1989. *Univ. Trondheim, Vitensk. mus. Rapp. Bot Ser. 1989 2* : 1-136.

Rapporten inneholder 12 foredrag som ble holdt på vegetasjonsøkologisk fagmøte på Kongsvold i april 1989. Artikkene dekker et vidt spekter av emner innen vegetasjonsøkologien.

Simen Bretten, Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet, Kongsvold biologiske stasjon, N-7340 Oppdal.

Olaf I. Rønning, Universitetet i Trondheim, AVH, Botanisk institutt, N-7055 Dragvoll.

Abstract

Bretten, S. & O.I. Rønning (eds.) 1989. Symposium in vegetation ecology at Kongsvold 1989. *Univ. Trondheim, Vitensk. mus. Rapp. Bot. Ser. 1989 2* : 1-136.

This report comprises 12 lectures given at a symposium in vegetation ecology at Kongsvold Biological Station in April 1989. The papers cover a wide set of approaches in vegetation ecology.

Simen Bretten, University of Trondheim, Museum of Natural History and Archaeology, Kongsvold Biological Station, N-7340 Oppdal.

Olaf I. Rønning, University of Trondheim, AVH, Botanical Institute, N-7055 Dragvoll.

Rapporten er trykt i 400 eksemplar
Trondheim, november 1989

ISBN 82-7126-450-8
ISSN 0802-2992

Forord.

Denne rapporten inneholder 12 av foredragene som ble holdt på det 10. fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvold biologiske stasjon 2. - 5. april 1989.

Det 10. fagmøte på Kongsvold ble markert med et tredagers møte der vi hadde invitert Dr. Leif Kullman fra Umeå Universitet og Dr. John Lee fra University of Manchester som gjesteforelesere. Dr. Kullman foreleste om tregrensedynamikk i forskjellige tidsperspektiv, belyst med en forelesning om tregrensedynamikk i postglasial tid og en om tregrensedynamikk etter ca. år 1900. - Dr. Lee foreleste om atmosfærisk forurensnings betydning for britisk flora og vegetasjon sett i historisk perspektiv. Han gjorde spesielt rede for forsøk med transplantasjon av moser for å kvantifisere syrebelastning.

Under festmiddagen ble professor Olaf I. Rønning overrakt en erkjentlighet for hans arbeid med Kongsvold-møtene gjennom 10 år.

Fagmøtet samlet i år 59 deltakere, både etablerte forskere, hovedfagstudenter og økologer i forvaltningen.

Det var intet hovedtema for årets møte og foredragene dekket et vidt spekter av emner innen vegetasjonsøkologi.

Manuskriptene er trykt i den form vi mottok dem.

Trondheim, oktober 1989.

S. Bretten O. I. Rønning

Innhold.

Referat

Abstract

Forord

Leif Kullman: Trädgränsdynamik i olika tidsskalor - en översikt.....	5
Mary Holmedal Losvik: Erosjon i bratte granplantefelt på vestlandet.....	13
Hanne Edvardsen: Virkning av dieselolje på strandvegetasjon i Nord-Norge.....	20
Ann Marie Odasz: Rønning vs DCA (Detrended Correspondence Analysis) Personal vs computer-aided organization of vegetation samples and an example of utilizing Norwegian phyto- sociological expertise as a baseline in a population study.....	35
Johan Kielland-Lund: Sørnorske rismyr (Oxycocco-Sphagnetea)-samfunn....	
Odd Vevele: Om dvergplantesamfunn i klassen Isoeto-Nanojuncetea i Norge..	57
Lennart Nilsen & Sigmund Spjellkavik: Detektering av vegetasjon i tidlig pionerfase ved hjelp av satellitt, Uversøyra, nord-vest kysten av Spitsbergen.....	69
Oddvar Pedersen og Klaus Høiland: Økologiske studier av strandtorn (Eryngium Maritimum L.) på Lista, Vest-Agder.....	76
Knut Rydgren og Anders Often: Ligusticum Scoticum L. (Strandkjeks) på strand- og fjell-lokaliteter i Leka kommune, Nord- Trøndelag.....	88
Per H. Salvesen: Klimaøkotyper av Festuca vivipara (L.) Sm. og Luzula multiflora (Retz.) Lej. agg. langs en kyst-innland- gradient.....	101
Astri Løken: Er Bryophyta monofyletisk?.....	112
Egil Bendiksen og Tor Erik Brandrud: Vann- og strandvegetasjon i Dokka- deltaet. Konsekvensanalyse av vannkraftutbygging.....	120
Deltakerliste.....	135



TRÄDGRÄNSDYNAMIK I OLIKA TIDSSKALOR - EN ÖVERSIKT

Leif Kullman
Naturgeografiska Institutionen,
Umeå Universitet,
S-901 87 Umeå, Sverige

INTRODUKTION

Trädgränsekotonen, d.v.s. övergångszonen mellan sluten skog och kalfjäll, antas reagera med stor känslighet på klimatets svängningar. I samband med diskussioner om eventuella framtida klimatförändringar och deras effekter på terrestra ekosystem har intresset på senare tid fokuserats på generella mekanismer för biogeografisk dynamik i allmänhet och på alpina trädgränsers förskjutningar i synnerhet. Trädgränserna lämpar sig dessutom mycket väl för s k "biologisk monitoring", d v s detektering av såväl naturliga som antropogent betingade miljöförändringar.

I föreliggande arbete presenteras en kortfattad översikt av dynamiken (höjdläge och artsammansättning) i svenska trädgränser, för fyra olika tidsskalor; (1) den långsiktiga utvecklingen under Holocen, (2) Lilla Istiden, (3) uppvärmningen efter Lilla Istiden, (4) den sentida avkylingen.

Trädgränsen definieras här som de översta individen av en viss trädart, som är minst 2 m höga.

TRÄDGRÄNSHISTORIA

Den långsiktiga utvecklingen under Holocen

De långsiktiga aspekterna på trädgränsernas historia belyses bäst genom studier av megasubfossil, d v s vedrester bevarade i torv eller sjösediment i omedelbar närhet till växtplatsen. Ett flertal sådana undersökningar har publicerats i Sverige (Lundqvist 1969, Karlén 1976, Kullman 1987a, 1988a, in press a) och utgör grunden för denna framställning.

Det mesta talar idag för att tallen i Sveriges södra fjälltrakter bildade skogens översta gräns mot kalfjället från deglaciationen och ca. 3000 år framåt i tiden. Trädformig tall växte då 150-200 m högre än i nutiden. Subalpin björkskog saknades således under tidig Holocen i denna del av fjällkedjan. Möjligtvis har dock denna skogstyp en längre historia i mer västliga, maritima områden, i Norge (jfr. Aas & Faarlund 1988) och kanske även längre norrut i Sverige (Kullman, opubl. data).

Med utgångspunkt från arternas nutida ekologiska relationer ger detta mönster stöd för en generell hypotes, som innebär att klimatet på norra halvklotet under tidig Holocen utmärktes av större temperaturkontraster mellan vinter och sommar och mellan

kust och inland, jämfört med situationen efter ca. 6000 B.P. (Kutzbach & Guetter 1986). Trädgränsen nådde vid denna tidpunkt sin högsta höjd under Holocen, samtidigt som de första ansatserna till ett översta skogsbälte dominerat av lövträd uppenbarades. I dessa tidiga subalpina lövskogar ingick gråal (*Alnus incana* (L.) Moench.) som ett framträdande element, vilket understryker klimatets relativt humida karaktär och möjligtvis också mer ursprungliga markförhållanden. Parallellt med björk-alskogens framväxt inleddes en sannolikt klimatbetingad tillbakagång för de översta tallskogarna. Denna process kulminerade efter 3300 B.P. Gråalen hade en kort optimalperiod i fjälllövskogen och var praktiskt taget försvunnen från de högsta nivåerna redan 5300 år B.P. Fjällbjörkskogen har idag sannolikt sin största vertikala mäktighet någonsin under Holocen.

Figur 1 visar ett försök att utifrån 14 C-dateringar av vedrester rekonstruera huvudförloppen i tallens trädgränsdynamik under Holocen i Sveriges södra fjälltrakter. Möjligtvis får vi här också en grov bild av temperaturutvecklingen.

Granen är en relativt sen immigrant under Holocen och dess trädgränshistoria har hittills inte kunnat belysas med hjälp av megasubfossil. Pollenanalys antyder dock att i närheten av dagens trädgräns är dess ankomst av särskilt sentida datum (Hafsten 1985). Granens framryckning tycks ha varit mest aktiv under perioder med relativt svala somrar samt vintrar med mycket snö och ringa tjäle (Hafsten 1987, Kullman in press b). Artens NV-gräns i norra Sverige sammanfaller nära med SO-gränsen för osammanhängande permafrost (Kullman in press c), vilket antyder ett mekanistiskt samband, som kan ha spelat en historisk roll.

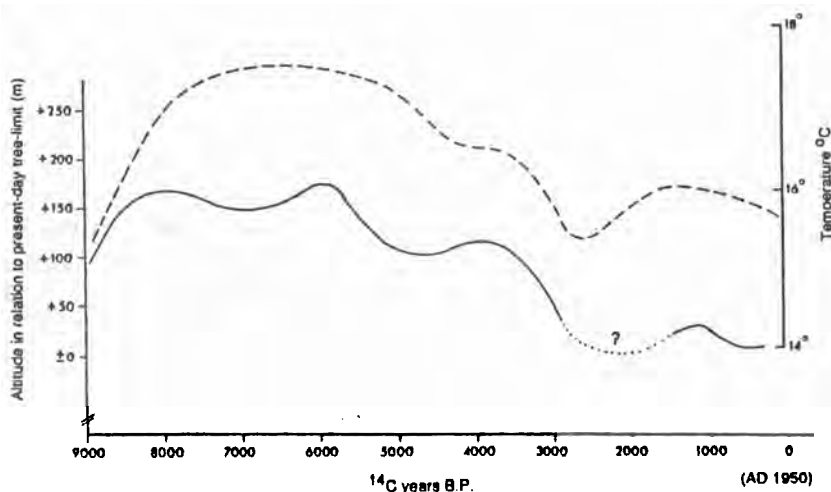


Fig.1. Tallens trädgränsvariationer i Sveriges södra fjälltrakter. Preliminär tolkning av subfossila vedrester (Kullman 1988b, in press a). Den streckade linjen visar utvecklingen av sommarens temperatur i England, enligt pollenanalytisk tolkning (Lamb 1982).

Lilla Istiden

Under den s.k. Lilla Istiden (A.D. 1550-1880) präglades klimatet av en markant ökad frekvens av extrema (mest kyliga) väderlekssituationer, vilket avspeglades i en global sänkning av medeltemperaturen (Lamb 1982, Grove 1988). I nordvästra Europa låg av allt att döma temperaturen långsiktigt 1-2 °C under 1900-talets normalvärden (Matthews 1977, Matthews & Caseldine 1987, Kullman 1987a, in press c).

Denna uthålliga klimatstress resulterade i en påtaglig destabilisering och produktionssänkning i köldmarginella skogar. Aldersstrukturen i trädgränspopulationer av tall antyder att reproduktion uteblev under utdragna perioder (Kullman 1986a, 1987a,c). Analyser av megasubfossil visar dessutom att bestånd av barrskog i kärva klimatlägen i det närmaste uttraderades av kölden (Kullman 1987a), d.v.s. en mortalitet som drabbade även äldre barrträd. Härom vittnar också ögonvittnes-skildringar från olika delar av norra Skandinavien (t.ex. Näsström 1925). En annan påtaglig effekt tycks ha varit en generell sänkning av trädgränserna (Kullman 1988a, in press b). I vissa områden förstärktes förmodligen trädgränsregressionen av ett allt mer intensivt mänskligt markutnyttjande, särskilt under periodens senare del (Kullman 1986d).

Effekten av Lilla Istidens kyla blev ett miserabelt skogstillstånd i fjällens barrskogar under 1800-talets sista del. Det befarades, och säkerligen med rätta, att kalffjäll och tundra skulle kunna komma att expandera storskaligt på skogens bekostnad. För att motverka en sådan utveckling intog skogliga myndigheter en konservativ attityd till avverkning i fjällskog och skyddsskogslagar stiftades i Fennoskandien (Zellén 1907).

Uppvärmningen efter Lilla Istiden

En mycket påtaglig temperaturstegring (alla årstider) inleddes under slutet av 1800-talet och kulminerade under senare delen av 1930-talet (Alexandersson & Eriksson 1989). Hustich (1948) var en av de första forskare som konstaterade att denna utveckling vitaliserade fjällskogarna (se också Hofgaard 1985) och att trädgränserna visade tecken på avancemang i höjddled.

Med utgångspunkt från äldre trädgränsregistreringar och analyser av trädåldrar i populationer nära trädgränsen har Kullman (1979, 1981, 1986b,c) visat hur trädgränserna för fjällbjörk, tall, gran och rönn stigit tämligen generellt, men med artspecifika mönster, i Sveriges södra fjälltrakter. Den vertikala förflyttningen belöper sig till 40-45 m i genomsnitt. Enstaka lokaler visar värden som överstiger 100 m. Processen har ett klart samband med klimatändringen. Liknande resultat har erhållits för björk i norska fjällområden (Aas 1969) och även från nordligaste Sverige (Sonesson & Hoogesteger 1983). I dessa områden är dock sambandet med klimatutvecklingen mer svårtolkat p.g.a. ofta intensiv och långvarig mänsklig markanvändning (jfr. Emanuelsson 1987).

Det är inte helt klarlagt vilka mekanismer som åstadkommit trädgränsernas uppflyttning. Uppenbart är dock att trädarter med förmåga till vegetativ förökning varit mer expansiva än tallen. Detta skulle kunna tyda på att den nya och högre trädgränsen i betydande utsträckning är resultatet av accelererad höjdtillväxt av långvarigt undertryckta buskindivid, d.v.s. snarare en plastisk reaktion än nyetablering (Kullman in press d). En mer omfattande uppflyttning av utbredningsgränsen hade förmodligen krävt en mer beständig temperaturhöjning.

Den nutida avkylningen

Stora delar av norra halvklotets nordliga latituder har blivit kyligare under de senaste ca. 40 åren (Jones et al. 1987, Alexandersson & Eriksson 1989). Särkilt dramatisk och avgörande ur biologisk synvinkel är förvinterns (december-januari) avkyling efter 1978 i norra Sverige.

Sedan 1970-talets början och mitt avspeglas den nya klimatsituationen i starkt reducerad reproduktion och avtagande vitalitet, särskilt framträdande beträffande granens och fjällbjörkens trädgränser (Kullman 1988b, 1989). Ett avvikande drag är att tallens trädgräns fortsatt att stiga, trots decennier av kyligare klimat. Denna process åstadkoms av individer som etablerades i slutet av 1940-talet och början av 1950-talet. Tallens reproduktion vid trädgränsen har dock, precis som för övriga trädarter, varit mycket ringa under senare årtionden (Kullman 1983, 1987b, 1988c). Möjligtvis förklaras tallens avvikande beteende av att dess trädgräns i relativt hög grad regleras av speciella kombinationer av meteorologiska förhållanden under vintern och våren och att förändringen på detta område varit liten (Kullman 1988c). Tallens generella anpassning till snöfattiga lokaler nära trädgränsen (Kullman 1981) antyder dessutom att arten bör ha relativt hög tolerans mot den ökade markkylan under senare år (Josefsson 1988, Kullman in press c).

De retrogressiva tendenser, som före 1987 främst berörde trädgränserna, har från och med detta år intensifierats och kan nu iaktas lite varstans i slutan montan barrskog, 2-300 m under barrträdgränsen. Lokalt drabbades detta år mer än hundraåriga tallbestånd av barrförluster i storleksordningen 80 % (Kullman & Högberg in press). I vissa trakter har 75-90 % av de trädformiga granarna strax under trädgränsen förlorat mer än 60 % av barmassan (Kullman in press b). Det är mycket påtagligt hur frekvensen och intensiteten av skadorna ökar med altituden.

Den direkt utlösande orsaken till dessa omfattande skador var kombinationen av extrem kyla och tunt snötäcke under december-januari. Resultatet blev osedvanligt stark utbildning av tjäle, som i vissa fall omgav trädens (främst tallens) rötter så sent som i augusti. De svårast drabbade fjällgranskogarna har normalt ingen eller mycket ringa tjäle, p.g.a temperaturinversion och djupt snötäcke.

Mycket talar för att skadorna uppstod genom s k frosttorka under några soliga och nattkalla perioder i mars-april. Den akuta situationen 1987 föregicks av reducerad årsringstillväxt under ett drygt decennium (Fig. 2). Träden har således länge varit svårt klimatstressade, vilket rimligtvis var en bidragande orsak till de enastående svåra skadorna 1987. Figur 2 visar att tillväxten de senaste 30 åren varit signifikant korrelerad med temperaturen under förvinter och tidig sommar (jfr. Kullman in press b).

Trots avsevärt högre temperaturer under 1988 registrerades även detta år omfattande barrförluster (tall och gran) i de översta fjällskogarna. Skadorna var dock begränsade till fjolårsskotten. Möjligtvis har den långvariga stressperioden, som accentuerades 1987, resulterat i en allmänt reducerad stresstolerans i trädgränspopulationer, vilket framgent skulle kunna leda till skador under mindre extrema förhållanden än tidigare. Den framtida utvecklingen torde ge ett snabbt svar på denna fråga.

Klimatskador av det aktuella slaget, som helt förändrar landskapsbilden på mycket kort tid, har aldrig tidigare beskrivits för boreala barrskogar. Sannolikt har vi här att göra med en störningsfaktor som i ett längre historiskt perspektiv kan ha spelat något av samma roll som skogsbrand gjort i lägre liggande skogar (jfr; Engelmärk 1984). Troligtvis initierades den tidigare omtalade skogsdöden nära trädgränsen under Lilla Istiden på liknande sätt. Att en mekanism av detta slag undgått vetenskapen beror möjligtvis på det extremt gynnsamma och stabila klimat som präglat den tid under vilken den moderna ekologin utvecklats.

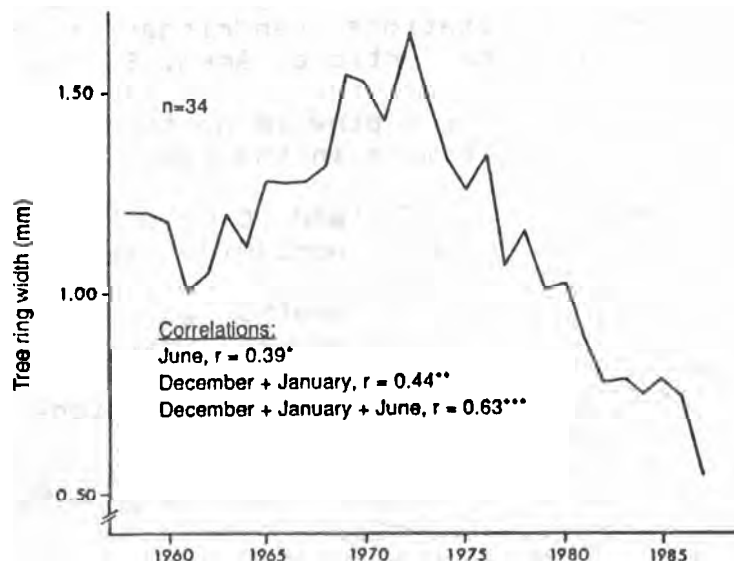


Fig. 2. Årsringstillväxt för solitära granar vid trädgränsen på fjället Högåsen i Jämtland (700-725 m ö.h.). Korrelationer med vissa temperaturvariabler från den närbelägna (ca 10 km) stationen Storlien/Visjövalen. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

SLUTSATSER

De alpina trädgränserna i Skandinavien visar i alla studerade tidsperspektiv stor förmåga att utan påtaglig fördröjning reagera på såväl stigande som sjunkande temperaturer. Kontinuerlig övervakning på populations- och samhällsnivå bör således ha goda utsikter att kunna bidra till fördjupad förståelse av fundamentala biogeografiska och ekologiska frågeställningar, samtidigt som "trädgränsmonitoring" kan bli en viktig komponent i den allmänna miljöövervakningen.

LITTERATUR

- Aas, B. 1969. Climatically raised birch lines in southeastern Norway 1918-1968. Norsk geogr. Tidsskr. 23:119-130.
- Aas, B. & Faarlund, T. 1988. Postglasiale skogsgrenser i sentrale sørnorske fjelltrakter. 14C-datering av subfossile furu- og bjørkerester. Norsk geogr. Tidsskr. 42:25-61.
- Emanuelsson, U. 1987. Human influence on vegetation in the Torneträsk area during the last three centuries. Ecological Bulletins 38:95-111.
- Engelmark, O. 1984. Forest fires in the Muddus National Park (northern Sweden) during the past 600 years. Can. J. Bot. 62: 893-898.
- Eriksson, B. 1988. Klimatförsämringen på norra halvklotets nordliga latituder. Väder och Vatten, Mars 1988:17-19.
- Hafsten, U. 1985. The immigration and spread of spruce forest in Norway, traced by biostratigraphical studies and radiocarbon datings. A preliminary report. Norsk geogr. Tidsskr. 39:99-108.
- Hafsten, U. 1987. Vegetasjon, klima og landskaps-utvikling i Trøndelag etter siste istid. Norsk geogr. Tidsskr. 41:101-120.
- Hofgaard, A. 1985. Vegetationsförändringar i en fjällnära granskog under de senaste fyrtiofem åren. Svensk Bot. Tidskr. 79:349-356.
- Hustich, I. 1948. The Scotch pine in northernmost Finland and its dependence on the climate in the last decades. Acta Bot. Fenn. 42(1):1-75.
- Jones, P.D., Wigley, T.M.L., Folland, C.L. & Parker, D.E. 1987. Spatial patterns in recent worldwide temperature trends. Climate Monitor 16(5):175-180.
- Josefsson, M. 1988. Subalpine heaths as an indicator of a periglacial environment. Norsk geogr. Tidsskr. 42:215-223.
- Karlén, W. 1976. Lacustrine sediments and tree-limit variations as indicators of Holocene climatic fluctuations in Lapland, northern Sweden. Geogr. Ann. 58A:1-34.
- Kullman, L. 1979. Change and stability in the altitude of the birch tree-limit in the southern Swedish Scandes 1915-1975. Acta Phytogeogr. Suec. 65:1-121.
- Kullman, L. 1981. Recent tree-limit dynamics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the southern Swedish Scandes. *Wahlenbergia* 8:1-67.
- Kullman, L. 1983. Short-term population trends of isolated tree-limit stands of *Pinus sylvestris* L. in Central Sweden. Arctic and Alpine Research 15:369-382.

- Kullman, L. 1986a. Late Holocene reproductional patterns of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* at the forest limit in central Sweden. *Can. J. Bot.* 64:1682-1690.
- Kullman, L. 1986b. Recent tree-limit history of *Picea abies* in the southern Swedish Scandes. *Can. J. For. Res.* 16:761-771.
- Kullman, L. 1986c. Temporal and spatial aspects of subalpine populations of *Sorbus aucuparia* in Sweden. *Ann. Bot. Fennici* 23:267-275.
- Kullman, L. 1986d. Dynamiska aspekter på barrträdens förekomst och uppträdande i Roros kommun, Sor-Trondelag. *Blyttia* 44: 1-9.
- Kullman, L. 1987a. Little Ice Age decline of a cold marginal *Pinus sylvestris* forest in the Swedish Scandes. *New Phytol.* 106:567-584.
- Kullman, L. 1987b. A decade of tree-line monitoring in the southern Swedish Scandes. *UNGI Rapport* 65:191-202.
- Kullman, L. 1987c. Long-term dynamics of high-altitude populations of *Pinus sylvestris* in the Swedish Scandes. *J. Biogeogr.* 14:1-8.
- Kullman, L. 1988a. Holocene history of the forest-alpine tundra ecotone in the Scandes Mountains (central Sweden). *New Phytol.* 108: 101-110.
- Kullman, L. 1988b. Subalpine *Picea abies* decline in the Swedish Scandes. *Mountain Research and Development* 8:33-42.
- Kullman, L. 1988c. Short-term dynamic approach to tree-limit and thermal climate: evidence from *Pinus sylvestris* in the Swedish Scandes. *Ann. Bot. Fennici* 25:219-227.
- Kullman, L. 1989. Recent retrogression of the forest-alpine tundra ecotone (*Betula pubescens* Ehrh. ssp. *tortuosa* (Ledeb.) Nyman) in the Scandes Mountains, Sweden. *J. Biogeogr.* 16:83-90.
- Kullman, L. in press a. Tree-limit history during the Holocene in the Scandes Mountains, Sweden, inferred from subfossil wood. *Review of Palaeobotany and Palynology* 58.
- Kullman, L. in press b. Cold-induced dieback of montane spruce forests in the Swedish Scandes - a modern analogue of paleo-environmental processes. *New Phytol.*
- Kullman, L. in press c. Geocological aspects of episodic permafrost expansion in North Sweden. *Geogr. Ann.*
- Kullman, L. in press d. Dynamics of altitudinal tree-limits and climatic variability - Sweden, a case study. In: Discussion paper for European Conference on Landscape Ecological Impact of Climatic Change (LICC), 1989.
- Kullman, L. & Högberg, N. in press. Rapid natural decline of upper montane forests in the Swedish Scandes. *Arctic.*
- Kutzbach, J.E. & Guetter, P. J. 1986. The influence of changing orbital parameters and surface boundary conditions on climatic simulations for the past 18000 years. *Journal of Atmospheric Science* 43:1726-1759.
- Lamb, H. H. 1982. *Climate, history and the modern world.* Methuen, London. 387 pp.
- Lundqvist, J. 1969. *Beskrivning till jordartskarta över Jämtlands län.* Sveriges Geol. Unders. Ser. Ca 45. 418 pp.
- Matthews, J.A. 1977. Glacier and climatic fluctuations inferred from tree-growth variations over the last 250 years, central southern Norway. *Boreas* 6:1-24.

- Matthews, J. A. & Caseldine, Ch. J. 1987. Arctic-alpine brown soils as a source of palaeoenvironmental information: further ¹⁴C dating and palynological evidence from Vestre Memurubreen, Jotunheimen, Norway. *Journal of Quaternary Science* 2:59-71.
- Näsström, G. 1925. Glimtar från 1740-talets Jämtland och Härjedalen. *Fornvärdaren* 1:88-112.
- Sonesson, M. & Hoogesteger, J. 1983. Recent tree-line dynamics (*Betula pubescens* Ehrh. ssp. *tortuosa* (Ledeb.) Nyman) in northern Sweden. *Nordicana* 47:47-54.
- Zellén, J.O. 1907. Lagstiftningen angående vård af enskildes skogar. Norstedt & Söners Förlag, Stockholm. 205 pp.

EROSJON I BRATTE GRANPLANTEFELT PÅ VESTLANDET

Av Mary Holmedal Losvik

Summary. Soil erosion is recorded in plantations of *Picea abies* and *P. sitkensis*, situated in steep hillsides in the middle districts of western Norway, where the precipitation is 1500-2500 mm/year. The erosion is probably caused by trickling water and water falling from the stems and crowns, and is accelerated in the densely planted forest, as there is only a very scattered bottom- and field-layer.

Innledning.

I midtre strøk på Vestlandet er det bl. a. i endel bratte lier, plantet inn gran (*Picea abies* og *P. sitkensis*, litt *Abies* spp.) som erstatning for lauvtrær. Lauvskogene har et markert feltskikt, der en del av artene utnytter vårlyset før lauvet på trærne er fullt utvokst. I plantefeltene er grantrærne plantet tett for å oppnå naturlig oppkvisting. I vekstfasen er derfor plantefeltene så og si uten feltskikt, slik at unødig konkurranse mellom feltskiktarter og gran, som har nokså grunne røtter, også unngås. Feltskiktartene i lauvskoger har ca halvparten av rotbiomassen i de øverste 15 cm av jordsmonnet, og det er usikkert om gran i monokultur kan holde på det øverste delen av jorda og strøet like godt som et variert feltskikt. Siden granrøttene ikke går særlig dypt, er jorda i granplantefeltene kanskje også mindre stabilisert i dypere lag enn i lauvskogene.

Skogsterrenget i Norge er klassifisert 4 ganger siden 1954, under landskogstakseringen (Samset 1987). Hittil er lite av vestlandsterrenget klassifisert, men selv om disse arealene ikke er av de bratteste liene på Vestlandet, hører de likevel til de regionene som har mest vinsjlene og taubanelier i landet. De største arealene av bratte og lange lier finnes antagelig i midtre strøk av Vestlandet, i områder som har forholdsvis høy årsnedbør, oftest mellom 1500 og 2500 mm, fordelt på ca 200 dager i året (Det norske meteorologiske institutt 1981).

Det har vært utført svært få undersøkelser på erosjon i skog (Norheim 1981). Av andre land med sammenlignbare forhold, har Sveits en helt annen form for skogsdrift, med vekt på bevaring av et frodig feltskikt, uttak ved stadige tynninger og blanding av forskjellige treslag (se for eks. Frivold 1978). Undersøkelser viser ellers at blandingsskog er å foretrekke framfor monokultur når det gjelder å redusere erosjon (f. eks. Kittredge 1948, Dengler 1972, Samray et al. 1977, Norheim op. cit.)

Registreringene er utført i 1983-1985, med støtte fra Universitetet i Bergen og Grolle Olsens fond.

Hypotese.

Tett tilplanting med gran i bratte lier i midtre strøk på Vestlandet kan føre til langsom, men likevel betydelig erosjon. Større mengder av strø og jord enn det som blir tilført bl. a. gjennom forvitring og tilsig, blir ført nedover i skråningene. Med tiden kan dette resultere i at det blir mindre humus i jordsmonnet, lavere bonitet og eventuelt tap av alt jordsmonn øverst oppe i skråningene.

Definisjoner og metoder.

Jorderosjon defineres her som løsriving og bortføring av jord og strø forårsaket av regndråper eller rennende vatn (se for eks. Duley 1974). Faktorer som mengde og intensitet av nedbør, jordtype, helningsgrad, lengde av skråning og vegetasjonsdekke avgjør omfanget av erosjonen (Wischmeier & Smith 1965). I de undersøkte områdene er det i tillegg tale om akselerert erosjon: forsterkning av erosjon på grunn av menneskelige aktiviteter som har forandret det naturlige vegetasjonsdekket og jordforholdene (FAO 1965).

I denne undersøkelsen er først og fremst indikasjoner på overflate-erosjon registrert, altså løsriving og bortføring av jord og/eller strø fra overflatelaget. Erosjonsformen er oftest lite iøyefallende fordi det vanligvis er små mengder materiale som fjernes ved hvert enkelt regnvær. Men over flere år kan det samlede erosjonsvolumet likevel bli betydelig (se også Norheim op. cit.). Selv om en stor del av nedbøren tas opp direkte ved intersepsjon, vil likevel noe havne på bakken. I tillegg vil en i regnvær og under snøsmelting kunne få et betydelig sig av overflatevatn i skråningene, særlig dersom infiltrasjonskapasiteten er nedsatt p.g.a. manglende bunn- og feltskikt.

Indikasjoner på overflateerosjon:

1. Blottlagte røtter
2. Langsgående forsenkninger i naken jord (mikrokanal-erosjon)
3. Erosjonsvifter av jord og strø
4. Forekomst av naken jord, stein eller fjell uten strølag
5. Forsenkninger på nedsiden av stammer, røtter og tversliggende greiner
6. Opphopping av strø på overside av stammer, røtter og greiner som ligger på tvers i skråningen

7 lokaliteter fra Etne i sør til Dale i nord er undersøkt, og i tillegg til indikasjoner på overflate-erosjon er helning, eksposisjon, modenhetsgrad, eventuelt beite og tynning registrert (tabell 1).

Registreringer i de enkelte områdene.

1. Vatndal. Et ganske lite, tett plantefelt langs en bekk. Selv om skråningen ikke er særlig bratt, har det samlet seg opp strø og jord på oversiden av stammer og tversgående røtter i dagen. I tillegg til et spredt bunnskikt finnes endel *Oxalis acetosella*.

Tabell 1. Opplysninger om de undersøkte lokalitetene. F: fylke, HO: Hordaland, SF: Sogn og Fjordane. E: eksposisjon. H: helning i grader. B: registrert beite. T: Tynning er utført etter ca 20 år. D: registrert diameter av største trær i cm. u: ungrtrær, Ind.: indikasjoner på erosjon 1 - 6, se tekst.

F	Kommune	Sted	Dato	År	E	H	B	T	D	Ind.
HO	Etne	Vatndal	06.09	1983	NV	15	-	-	-	6
HO	Kvinnherad	Rosendal	05.09	1983	NØ	38	+	+	50	1-5-6
SF	Vik	Brekkedal	23.09	1983	NV	38	+	+	32	1-2-3-5-6
SF	Vik	Vik	24.09	1983	V	38	-	-	32	1-3-4-5-6
SF	Høyanger	Lavik	09.05	1984	S	30	+	-	50	1-3-4-5-6
SF	Hyllestad	Hatlem	30.10	1984	SV	38	+	-	u	Flakskred
SF	Fjaler	Dale	25.09	1985	V	45	+	-	50	1-2-4-5-6

2. Rosendal. Større plantefelt i til dels bratt skråning, forsøksfelt for NISK, Stend. Indikasjoner på erosjon: opphopning av materiale på overside av stammer og røtter, forsenkninger på nedsiden av stammer og røtter. Eksempler på røtter som henger i løs luft, på tre som holder på å gå overende fordi røttene er løse, og på rotvelt. På små flatere partier er det et bunnskikt av moser som *Hypnum cupressiforme* og *Mnium hornum*, ellers finnes et ubetydelig feltskikt av *Oxalis acetosella* og *Dryopteris expansa*.

3. Brekkedal. Mellomstort plantefelt på begge sider av riksveg 13. Bratt skråning med tydelig opphopning av materiale på oversiden av stammer og røtter i dagen. Opptil 10 cm dype forsenkninger mellom hovedrøtter på nedsiden av trestammene. Mens store deler av hovedrøttene på nedsiden av stammen ligger blottlagte, er ingen røtter synlige på oversiden av stammene, der materiale tydeligvis hopper seg opp. Der det er mer enn 4-5 meter sammenhengende skråning uten stammer, greiner eller røtter som stopper løsmaterialet, er det dannet grunne grøfter med erosjonsvifter. Registrerte delta er ca 30 cm tykke og dekker en flate på ca 1 kvadratmeter. Materialet har i slike tilfelle stoppet mot fastere materiale, som berg i dagen el. l. Antagelig føres materialet hele tiden over kanten og videre nedover. Toppbrekkasje og rotvelt i ytterkant av feltet er observert. Sig fra berget på oversiden av veggen fører sannsynligvis store mengder overflatevatn med seg av og til, og har ført løsmateriale og jord med seg nedover i renner i jorda. Svært spredt bunnskikt, ubetydelig feltskikt med arter som *Oxalis acetosella*, *Gymnocarpium dryopteris* og *Dryopteris expansa*.

4. Vik. Større plantefelt i lang, bratt li ned mot RV 13 og Sognefjorden. Terrassering ved steiner og stammer er tydelig, forsenkninger på nedsiden av stammer og blottlagte røtter er vanlig. Erosjonsvifter er også registrert. Et sted har et sig erodert bort all jord slik at berget ligger nakent. Siget ligger ellrs ikke åpent i dagen. Brekkasje er observert, særlig i ytterkant av feltet. Partier med svakere helning har bunnskikt av bl.a. *Hylocomium splendens*, dessuten er enkeltindivider av *Galeopsis* sp. og *Fraxinus excelsior* (juv.) observert.

5. Lavik. Større plantefelt i bratt skråning. Erosjonsterasser er vanlige. Løst overflatemateriale, for det meste barnåler og kvist, føres nedover i skråningen via erosjonsvifter. Brattere partier har naken jord, uten strølag, og jord er erodert bort på nedsiden av stammene. En god del yngre og eldre rotvelt og brekkasje er observert. Det finnes et spredt bunnskikt på mer stabile partier.

Nederste del av feltet ble avvirket ca 1980, og er tilplantet på nytt med granplanter som på undersøkelsestidspunktet var ca 50 cm høge. Hogstfeltet er dominert av gras, særlig *Agrostis capillaris* med innslag av arter som *Hypochoeris radicata*, *Digitalis purpurea* og *Rosa* sp. I tillegg til indikasjoner på tidligere erosjon, som opphopning av materiale på oversiden av stubber, har hogstflaten et betydelig innslag av fullstendig nakent fjell i dagen.

6. Hatlem. Bratt skråning, tilplantet med gran av lokal 4H-gruppe ca 1980. Fra oppunder bergroten og 30-40 meter nedover i skråningen ble all gråor fjernet og det ble sprøytet mot krattoppslag før planting. I 1982 raste store mengder av jordsmonn og løsmateriale ut langs et elveleie. 2 år senere gikk et 20 meter bredt flakskred fra bergroten. Det tok med seg alt jordsmonn og en god del løsmasser, men stoppet opp et stykke nede i skråningen, der det nå danner en rygg.

7. Dale. Større plantefelt i skråning ned mot sentrum. Store forsenkninger på nedsiden av stammer og røtter er registrert, med opphopning av materiale på oversiden. Greiner, kvister, strø og jord er sortert i tette avsatter, og innimellom er nakne partier med jord uten strødekke. Langsgående striper i den nakne jorda er karakteristisk. Det ser ut til at større og mindre steiner raser nedover i skråningen etterhvert som de blir blottlagt, og på flere trær sees skader av steinsprang. Noen trær står med stammen og alle hovedrøtter på nakent fjell, slik at bare de ytterste delene av røttene når ned i jord. Mange stammer er bøyd nederst.

Sammenfatning av registreringene.

I alle de undersøkte skråningene er det indikasjoner på overflate-erosjon. I Hatlem gikk det tidlig et større flakskred. I Vatndal, der helningen bare er ca 15 grader, er det bare registrert opphopning av materiale på oversiden av stammer o.l. I plantefeltet i Rosendal, som antagelig får mindre nedbør enn normalt i området, siden det ligger i ly (se for eks. Norheim op. cit.), er det bare registrert 3 indikasjoner på erosjon. I de øvrige 4 områdene, alle med helning over 30 grader, er det registrert 5 av 6 indikasjoner på overflate-erosjon.

Diskusjon.

Registreringene viser at det foregår en betydelig transport av strø og jord langs overflaten nedover i bratte skråninger som er tett tilplantet med gran. Selv om denne overflateerosjonen ikke umiddelbart ser alvorlig ut sammenlignet med erosjon i skogløse områder med kraftigere nedbør og beitepress, er det grunn til å ta problemet alvorlig. Det er lite sannsynlig at humustap i det omfanget det her er tale om, kan erstattes ved forvitring og tilsig.

I de undersøkte områdene ser det ut til at stammeavrenningen kan ha betydning for erosjonen, siden jordoverflaten nær stammene ofte er betydelig lavere enn normalt. Drypp fra kronene og sig langs skråningen ser også ut til å være viktige erosjonsfaktorer.

Det har lenge vært alminnelig enighet om at skog gir den mest effektive erosjonsbeskyttelse (se for eks. Zon 1927, Greenland 1977). Men de fleste forsøk har vært utført i skoger med tett felt- og bunnskikt, og for en stor del også med et variert treskikt. Rotutviklingen er forskjellig hos de forskjellige artene, og tilsammen vil røttene i en slik skog kunne holde bedre på jordsmonnet og feste det bedre til løsmassene enn en kan vente i en monokultur av gran (se for eks. Smith 1962). Norheim (op.cit.) viser i en undersøkelse at erosjon i skog er klart negativt korrelert med dekningsgraden av felt og bunnskikt. Strø, bunnskikt og feltskikt kan eliminere erosjonen helt, unntatt ved de aller største nedbørsmengdene (Lee 1980).

Når helningen øker, øker naturlig nok erosjonen (Dunne 1977), fordi sedimentavrenningen øker. Vannhastigheten øker også med økende helningsgrad (Lal 1977). Det er påvist at avrenningen i et område med 30 graders helning er 3-4 ganger større enn ved 12 graders helning (Pobedinsky 1970). I skrånende terreng vil mer enn halvparten av den jorda som rives løs, bevege seg nedover med tyngdekraften (FAO op. cit.). Transport av materiale i skråningene starter derfor når nedbøren som havner på bakken er større enn infiltrasjonskapasiteten.

Etter snauhogst av et granplantefelt vil nedbøren få større kraft i perioden før feltskiktet og senere det nye treskiktet utvikler seg. Undersøkelser viser at erosjonen som skyldes regn direkte er ubetydelig ved nedbørsmengder over 1500 mm/år, så lenge områdene har naturlige vegetasjonsdekke, i slike tilfelle skog. Når vegetasjonen blir fjernet, øker derimot erosjonen sterkt (Hudson 1971). Ramser (1927) fant at avrenningen fra vegetasjonskledde arealer uten skog var større enn fra arealer med skog, og Rosen (1984) har målt sterk økning i avrenning fra hogstflater i forhold til skog, både vår, sommer og høst.

Selv om enkelte innen skogbruksmiljøet advarer mot å bruke erfaringer fra for eks. Hedmarksregionen som grunnlag for skogbruket i andre regioner (se for eks. Samset op. cit.), er det grunn til å tro at det ikke blir tatt særlige økologiske hensyn ved tilplanting. Det er snarere en tendens til at skogsdrift i bratt terreng blir betraktet som et rent teknisk problem, og løsninger går i retning av forslag om bruk av vinsj og taubaner der det er for bratt til å legge inn skogsveier, i tillegg til økonomiske støttetiltak (se for eks. NISK 1985). I Stortingsmelding nr. 110, "Tiltak for økt avvirkning i skogbruket" blir

det for eks. pekt på behovet for forskning på områdene driftsteknikk og økonomi, mens økologi ikke er nevnt.

Konklusjon. Framtidige forskningsoppgaver.

Store nedbørsmengder som når skogbunnen gjennom stammeavrenning, drypp fra kronene, sig og vatn fra snøsmelting vil antagelig føre til at jordpartikler og strø løsrives og føres nedover i skråningen i granplantefelt i bratte skråninger i midtre strøk på Vestlandet. Ved å beholde blandingsskoger med et velutviklet felt og bunnskikt, vil infiltrasjonskapasiteten sannsynligvis bli så stor at løsriving av jordpartikler og strø stort sett blir hindret ved de nedbørsmengder som det her er snakk om. For å hindre aksellerert erosjon i de bratte skråningene på Vestlandet, bør treslagskifte ikke foretas i terreng der helningen er mer enn 30 grader. Produksjonen bør tas ut som lauvtreved eller virke fra blandingsskog, eventuelt ved bruk av vinsj eller taubaner. I områder med lett adkomst til veg, kan en satse på produksjon av gode kvaliteter av lauvtrevirke.

Rekognoseringen reiser flere interessante spørsmål, for eks.:

1. Hvor mye mindre ville erosjonen vært dersom det hadde vært lauvskog på arealene istedenfor tettplantet gran?
2. Hvilken øvre helningsgrense kan anbefales for treslagskifte og monokulturer av tettplantede bartrær i vestnorske lier?
3. Hvordan varierer tilveksten i plantefelt der det ser ut til å være aksellerert erosjon?

Litteratur.

- Dengler, A. 1972. Waldbau auf ökologischer Grundlage, 4. Auflage, neubearbeitet von Bonneman, A. & Røhrig, E. 2. Band: Baumartenwahl, Bestandesbegryndung und Bestandespflege. - Berlin.
- Det norske meteorologiske institutt, 1981. Nedbørsnormaler (1931-1960). - Oslo.
- Duley, F. E. 1974. Soil erosion. - In: Lapedes, D. N. (red.): Encyclopedia of environmental science: 538-540. New York.
- Dunne, T. 1977. Studying patterns of soil erosion in Kenya. - In: FAO soils bulletin 33: Soil conservation and management in developing countries, pp. 109-122. Roma.
- FAO, 1965. Soil erosion by water. Some measures for its control on cultivated lands. - FAO agricultural development paper 81. Roma.
- Frivold, L. H. 1978. Naturnær skogskjøtsel i Sveits. - Tidsskrift for skogbruk 86: 195-209.
- Greenland, D. J. 1977. Soil structure and erosion hazard. - In: Greenland, D. J. & Lal, R. (eds.): Soil conservation and management in the humid tropics, s. 17-23. Chichester.
- Hudson, N. 1971. Soil conservation. - London.
- Kittredge, J. 1948. Forest influences. The effects of woody vegetation on climate, water and soil, with applications to the conservation of water and the control of floods and erosion. - New York.
- Lal, R. 1977. Soil management systems and erosion control. - In: Greenland, D. J. & Lal, R. (eds.): Soil conservation and

- management in the humid tropics, s. 49-56. Chichester.
- Lee, R. 1980. Forest hydrology. - New York.
- NISK, 1985. Skogsdrift i bratt og vanskelig terreng. - NLVF Rapport 555. Ås-NLH.
- Norheim, T. 1981. Skogskjøtsel og erosjonsproblematikk i Himalaya-regionen, Nord-India. - Hovedoppgave NLH.
- Pobedinsky, A. V. 1970. Influence of cutting methods and logging organization on run-off regulating functions of forests. - Proceedings of the joint FAO/USSR international symposium on forest influences and watershed management, s. 179-186. FAO, Moskva.
- Ramser, C. E. 1927. Run-off from small agricultural areas. - Journal of agricultural research 34:797-823.
- Rosen, K. 1984. Effect of clear-felling on run-off in two small water-sheds in Central Sweden. - For. Ecol. Manage. 9: 267-281.
- Samraj, P., Chinnamani, S. & Haldorai, B. 1977. Natural versus man-made forests in Nilgiris with special reference to run-off, soil loss and productivity. - Indian Forester 103: 460-465.
- Samset, I. 1987. Skogsterrenget i Norge. - Norsk skogbruk 3-1987: 8-10.
- Smith, D. M. 1962. The practice of silviculture. - London.
- Wischmeier, W. H. & Smith, D. D. 1965. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains. - Guide for selection of practices for soil and water conservation. - Agricultural Handbook 282, US Departement of Agriculture.
- Zon, R. 1927. Forests and water in light of scientific investigation. - US Government printing office, Washington.

VIRKNING AV DIESELOLJE PÅ STRANDENGVEGETASJON I NORD-NORGE

Hanne Edvardsen
Institutt for Biologi og Geologi
Universitetet i Tromsø

Innledning

Artikkelen presenterer resultatene av eksperimentelt søl med dieselolje på to strandenger i Nord-Norge. Undersøkelsen er en del av et NAVF-finansiert forskningsprogram; "Biologiske effekter av Oljeforurensning" (FOBO).

Den botaniske delen av forskningsprogrammet ble startet i september 1985, og avsluttes i juni 1989. Prosjektet er utført ved Institutt for Biologi og Geologi, Universitetet i Tromsø. Bernt Johansen og Jan Thomas Schwenke var ansatt som vitenskape-
lige assistenter fra starten og fram til årsskiftet 1987-88. Artikkelforfatteren overtok arbeidet med prosjektet fra april 1988. Prosjektleder har hele tiden vært Reidar Elven, Botanisk Hage og Museum, Oslo.

De botaniske felt-undersøkelsene startet våren 1986, med for-undersøkelser, analysearbeid og forurensning. Feltarbeidet ble avsluttet høsten 1988.

Bakgrunn for undersøkelsen

Strandengene hører til de mest produktive og viktige deler av et estuarint økosystem. De er viktige for stabiliseringen av strandlinjen, og utgjør ofte viktige hekké og beiteområder for fugl. Strandengene produserer betydelige mengder organisk materiale. En ødeleggelse av strandengene vil derfor redusere energistrømmen i tilstøtende biologiske systemer.

Vegetasjonen stabiliserer substratet på finmaterialstrender og hindrer erosjon. Ved skade eller ødeleggelse av vegetasjonen kan erosjon i substratet føre til utvasking og irreversible endringer av stredene. En rask reetablering av vegetasjonen er derfor en forutsetning for at alvorlige forurensinger ikke skal ha lang-siktige, ødeleggende effekter.

Havtransportert oljesøl kan gjøre stor skade på vegetasjonen på havstrender. Dette gjelder i særlig grad for strandenger. Effekten av forurensning vil først og fremst avhenge av konsen-
trasjonen av og typen olje som forurenser, men også typen av strandeng og forurensningstidspunktet har betydning (se f.eks. Cowell 1971).

Når et område forurenses, og vegetasjonen drepes kan den natur-
lige gjenvekst eller regenerering skje på to måter: a) ved vegetativ vekst (formering) og b) ved frøformering. Regenerering ved vegetativ vekst er en relativt langsom prosess, især om det skadde arealet er stort. Ved flekkvise skader er vegetativ regenerering sannsynligvis relativt rask. Regenerering ved frø

antas å være raskere. Dette er sannsynligvis den viktigste prosessen ved arealmessig større skader, forutsatt at frøspiringen ikke hindres av dødt plantemateriale eller langvarige giftvirkninger i substratet.

Revegetering av strandengvegetasjon er også avhengig av geografisk beliggenhet. Klimatiske forskjeller virker inn på den biologiske omsetningshastigheten. I tillegg finner vi forskjeller i strandengvegetasjonens artssammensetning fra sør til nord i Norge. I sør har strandengvegetasjonen en blanding av flerårige arter med hovedsaklig vegetativ formering, og kortlevde/ettårige, hovedsaklig frøformerte arter. I nord er det ikke så mange kortlevde, frøformerte arter, og de utgjør normalt bare en mindre del av vegetasjonen. Ut fra dette skulle en kunne forvente en langsommere gjenetablering etter skade på større arealer i nord enn i sør. Gjenveksten vil også være mer avhengig av innvekst av arter med vegetativ formering.

De problemstillingene vi har ønsket å belyse er: a) forurensningseffekten av dieselloleje og b) regenerering/gjenvekst etter forurensning.

Material og metoder

Virkningen av eksperimentell forurensning med dieselloleje er undersøkt i forskjellige typer strandengvegetasjon/-samfunn på to geografisk og klimatisk forskjellige strandlokaliteter i Nord-Norge (fig. 1).

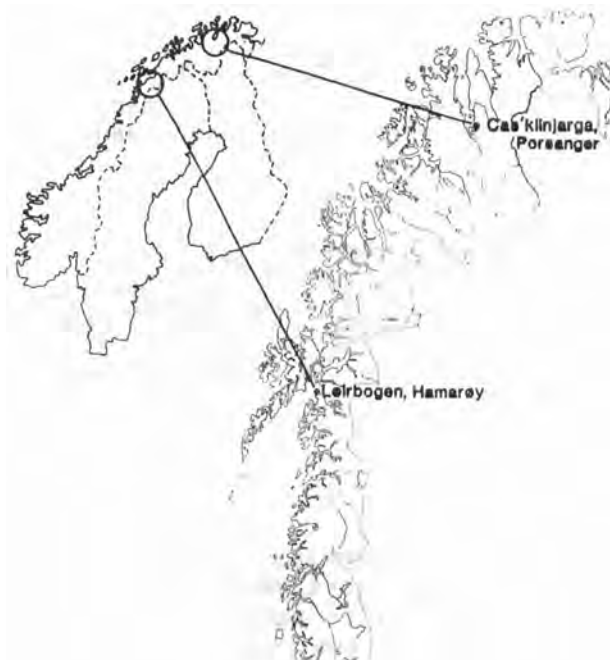
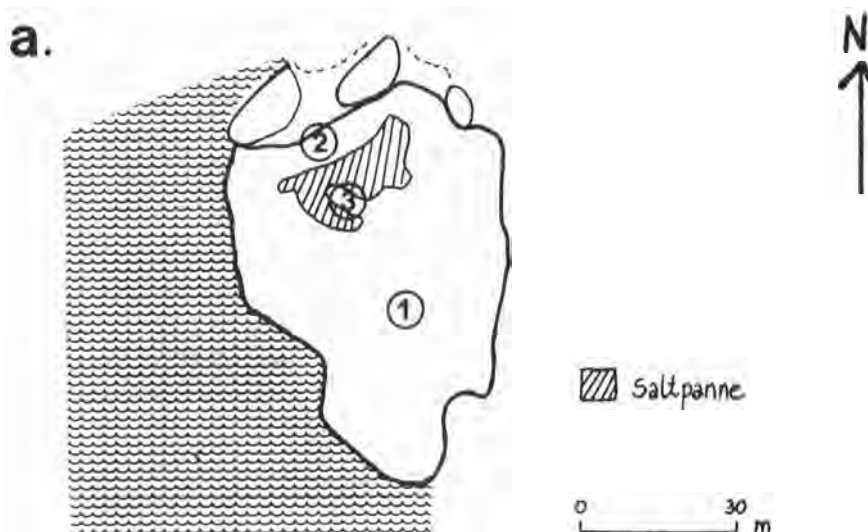
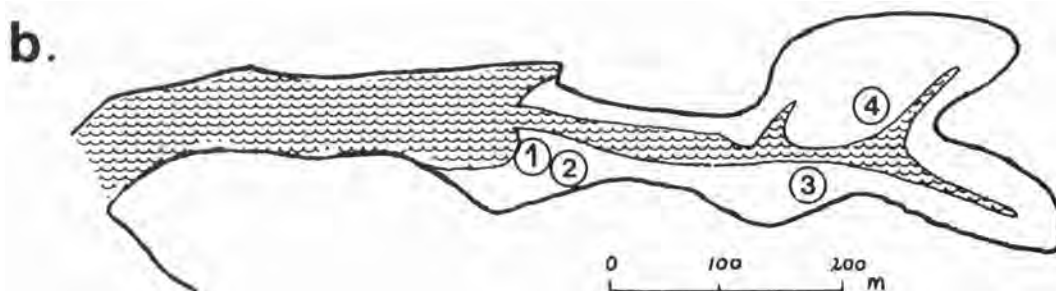


Fig. 1. Havstrandlokaliteter med eksperimentelt dieselloljesøl

Leirbogen på Hamarøya (Kartref. M711 1231 II, UTM WR 25 63), omfatter ei smal, V-eksponert vik, og ligger nokså skjermet, til tross for beliggenheten ut mot Vestfjorden. Langs dreneringsløpet innover i vika finnes en smal strandengkant, som vider seg ut innerst. Den har her et areal på ca. 100 x 100 m., med dreneringsløp og sterile pøler og panner. Substratet er silt og skjellsand. Lokaliteten er nærmere omtalt hos Elven et al. (1988: 2B, lokalitet 26.13a "Vik ved Bjørnerøya"). Strandenga er av boreal type. Vegetasjonen domineres av flerårige arter med overveiende vegetativ formering (mest gras, starr og siv), men frøformerte arter (mest urter) spiller også en viss rolle. Plantegeografisk ligger lokaliteten på Hamarøya i mellomboreal sone, suboseanisk seksjon (Dahl et al. 1986, Haapasari 1988). Effekten av dieselolje-forurensning er undersøkt i fire forskjellige strandengtyper/-samfunn (fig. 2).



- Undersøkte samfunn: 1) *Carex subspathacea* samf.
2) *Festuca-Carex glareosa* samf.
3) *Puccinella phryganodes* samf.



- Undersøkte samfunn: 1) *Carex subspathacea* samf.
2) *Carex glareosa* samf.
3) *Festuca rubra* samf.
4) *Puccinella maritima* samf.

Fig. 2. a. Caskilnjårga, Porsanger, Finnmark
b. Leirbogen ved Tranøy fyr, Hamarøy, Nordland

Caskilnjárga i Porsanger (Kartref. M711 2035 III, UTM MT 30 76), er ei lita, men nokså variert og pent utvikla strandeng av subarktisk type. Den er beskytta av et par 2-3 m høye bergkoller på utsida. Strandenga er blant de best undersøkte i hele Finnmark (Johansen & Elven 1979, Elven & Johansen 1983, Fjelland 1982). Vegetasjonen har et sterkt innslag av arktiske havstrandplanter som Potentilla egedii (eskimomure), Stellaria humifusa (ishavsstjerneblom), Puccinellia phryganodes (teppesaltgras) og Salicornia pojarkovae (salturt). Langlevde arter med overveiende vegetativ formering (gras, starr og noen urter) dominerer. Lokaliteten ligger i nordboreal sone, subkontinental seksjon. På Caskilnjárga er tre forskjellige vegetasjonstyper/-samfunn undersøkt m.h.p. effekten av dieselolje-forurensning (fig. 2).

I hver vegetasjonstype er i prinsippet mest mulig homogene analyseruter på 1 x 1 m² undersøkt. Rutene er sprayet med ren autodieselolje fra en sprayflaske som ble holdt like over vegetasjonen. Antall tilsølte flater, mengden autodiesel som er brukt og tidspunktet for tilsølingene varierer noe mellom områdene. En oversikt er satt opp i tabell 1.

Tabell 1. Forsøksoppsett - forurensningstidspunkt og -mengde. Tilsølte analyseruter er markert med x .

Leirbogen, Hamarøy.

Tilsøling, dato	15.07. 1986			16.09 1986			30.08 1987		
<u>Mengde diesel, l</u>	<u>0.25</u>	<u>0.5</u>	<u>1.0</u>	<u>0.25</u>	<u>0.5</u>	<u>1.0</u>	<u>0.25</u>	<u>0.5</u>	<u>Kont</u>
Carex									
subspathacea-eng	x	x	x		x		x	x	x
Carex									
glareosa-eng	x	x	x	x		x	x	x	x
Festuca									
rubra -eng	x	x	x	x		x	x	x	x
Puccinellia									
maritima-eng	x	x	x	x		x	x	x	x

Caskilnjarga, Porsanger.

Tilsøling, dato	13.07. 1986		09.09. 1986		
<u>Mengde diesel, l</u>	<u>0.5</u>	<u>1.0</u>		<u>0.5</u>	<u>Kontroll</u>
Carex					
subspathacea-eng	x	x		x	x (Ny 1988)
Puccinellia					
phryganodes-eng	x	x		x	x (Ny 1988)
Festuca rubra-					
Cx. glareosa-eng	x	x		x	x

Autodiesel-olje er valgt som forurensningsagens. Den tilhører gruppen av såkalte lette gass-oljer, dvs. raffinerte oljer med relativt lavt kokepunkt og egenvekt. Generellt er raffinerte oljeprodukter giftigere enn tilsvarende kvanta tungoljer/råoljer. Oljens toksisitet avhenger av fysiske og kjemiske egenskaper som molekylstørrelse, kokepunkt (for autodiesel mellom 190-350 °C) og konsentrasjonen av umetta forbindelser. Av raffinerte oljepro-

duker er dieseloljer antatt å være de giftigste for planter, antagelig fordi de ikke er så flyktige som f.eks. bensin og nafta (Baker 1971). Noen arter, især i skjermplantefamilien - Apiaceae (Umbelliferae) -, er mer motstandsdyktig mot oljeforurensning enn andre. Vår undersøkelse er imidlertid ikke lagt opp med noe særskilt siktemål om å teste responsen på oljeforurensning hos ulike arter.

Analysemetoder

En modifisert utgave av punktfrekvensmetoden (Levy & Madden 1933, Goodall 1952, 1953 - metoden er også omtalt og diskutert av Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) er benytta ved undersøkelsen av analyserutene. Metoden forutsetter faste analyseflater. En analyseramme inndelt med tråder i 100 småruter, plasseres over vegetasjonen. Krysningspunktet mellom smårutene i analyseramma, projiseres ned på vegetasjonen, og den plantedel punktet først treffer bestemmes til art. I tillegg til levende planter har vi også registrert om punktene treffer døde/visna planter eller naken mark, dvs. steder uten vegetasjon av høyere planter. Forekomsten av arter i 100 punkt pr. analyserute er talt opp. I tillegg til de 81 krysningspunktene mellom smårutene har vi tatt med 19 krysningspunkter mellom selve ramma og trådene.

Registreringene er fortrinnsvis utført to ganger i året, en gang om våren og en om høsten. Med unntak for rutene på Caskilnjårga, våren (13.07.) 1986, ble prøverutene analysert tre ganger i løpet av perioden 1986-1987 og to ganger i 1988. I alt tre personer har utført punktfrekvensmålinger i løpet av undersøkelsen. Utført på denne måten må metoden regnes som svært subjektiv.

Høsten 1987 ble det ikke foretatt punktfrekvenstillinger. Våren 1987 ble registreringene utført 10.06., dvs. langt tidligere enn i de andre årene. I 1986 og -87 ble analyserammen lagt direkte på bakken, oppå vegetasjonen. I 1988 ble en ramme med ben tatt i bruk, slik at rammen kunne heves over vegetasjonen. Det er ikke tatt paralleller av analyserutene, hverken de forurensa eller kontrollene.

Punktfrekvensanalysene gir et godt uttrykk for mengden av de kvantitativt dominerende artene i forsøksfeltene. Arter med mindre enn 10-20 % dekning har imidlertid liten sjanse til å komme med i analysene. For å få et bilde også av de kvantitativt sjeldne artene, og fordelingen av disse i analyserutene, noterte vi derfor i tillegg artsforekomstene i samtlige småruter (10 x 10 cm), såkalt smårutefrekvens. Dette ble gjort våren 1988 og høsten 1988.

Det er tatt jordprøver i storparten av analyserutene. De har påvirket opptil 16 småruter i enkelte av rutene.

Resultater.

Resultatet av punktfrekvensmålingene er vist som antall levende planter pr. 100 punkt før og etter forurensning for Carex subspathacea-samfunnet på Hamarøy (fig. 3), og samla for alle analyserutene i hver vegetasjonstype på begge lokalitetene (fig. 4 og 5).

Diselolje virker klart toksisk på plantene. Effekten er tydelig avhengig av mengden; jo mere olje jo færre punkter med levende planter dvs. flere punkter med død vegetasjon. En forurensning tilsvarende 1 l autodiesel pr. m² dreper all vegetasjon i de fleste vegetasjonstypene. En forurensning tilsvarende 0,5 l autodiesel pr. m² medfører også store skader, og vegetasjonen i mellom 100 og 80 punkt drepes. Den minste oljemengden, 0,25 l diesel pr. m², dreper mellom 40 og 80% av skuddene. Den laveste forurensninga gir større variasjon i dødeligheten mellom samfunnstypene.

Ved sammenligning av effekten av forskjellig mengde dieselolje i ett og samme samfunn må man først vurdere om rutene faktisk er sammenlignbare. I utgangspunktet skulle rutene være homogene, men for flere samfunn er dette ikke tilfelle. Rutene kan være såvidt forskjellige m.h.p. sammensetning og beliggenhet at en må ta disse forhold med i betraktningen ved en nærmere analyse. Som et eksempel kan vi se nærmere på analyserutene i Carex subspathacea-samfunnet på Hamarøy (fig. 3). Samfunnet ligger ytterst i vika, og er det mest eksponerte av samfunnene på Hamarøy (fig.2). Vegetasjonen er av såkalt strandkryptype (Elven et al. 1988:2A), en erosjonsutforming av ishavsstarreng som er særlig utbredt i de sørlige deler av Nordland og på ytterkysten.

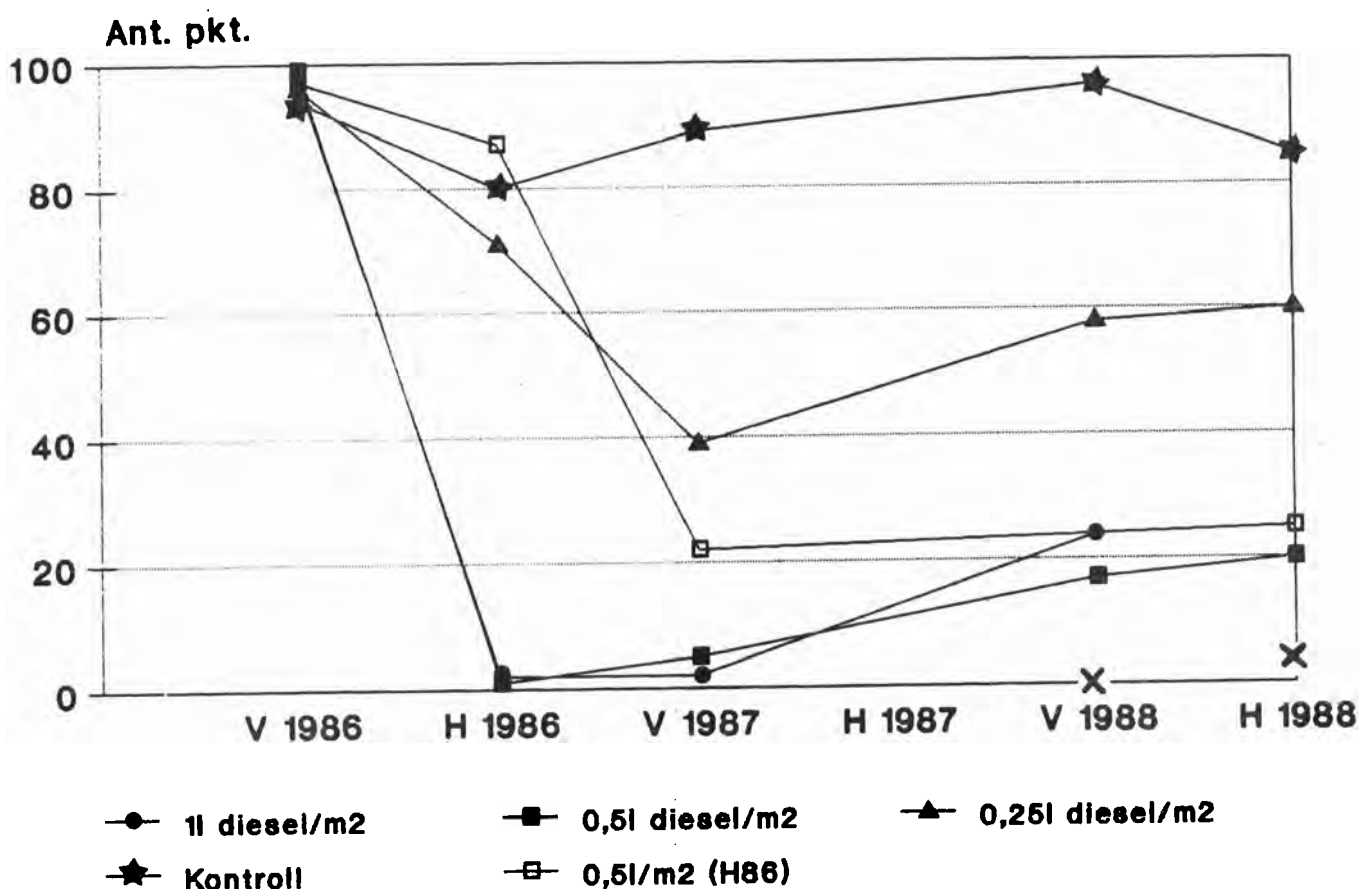


Fig. 3. Punktfrekvensanalyser i Carex subspathacea-samfunnet, Leirbogen, Hamarøy. Antall levende planter pr. 100 punkt før og etter forurensning med autodieselolje.

Øverst er Carex subspathacea-vegetasjonen slutta, mens de nedre deler av samfunnet ikke har slutta vegetasjon. Samfunnet grenser oppover mot en Festuca rubra-Agrostis stolonifera-eng, og et par av analyserutene, forurensa med hhv. 1 og 0,25 l diesel våren 1986, er plassert helt på grensen av denne. Resultatet er at gjenveksten i disse rutene er tydelig begunstiget bl.a. med en kraftig innvekst av Agrostis stolonifera (krypkvein). Ser vi på resultatene av oljesølene fra høsten 1987, med hhv. 0,25 og 0,5 l diesel pr. m² (markert med X på fig. 3), synes effekten av dette sølet å være større, d.v.s. med en høyere dødelighet, enn tilsvarende søl ved tidligere forsøk. Begge disse analyserutene ligger imidlertid nederst, helt i kanten av strandenga, og markert lavere enn alle de tidligere tilsølte rutene. I disse rutene observerte en også tydelig erosjon i substratet i 1988. Resultatet kan derfor skyldes at den mekaniske påvirkningen her er større enn for rutene lenger opp.

De nederste samfunnene synes generelt å være mer sårbare overfor dieseloljeforurensning, med en langsommere gjenvekst, enn samfunn lenger opp i soneringen (jf. fig. 4 og 5).

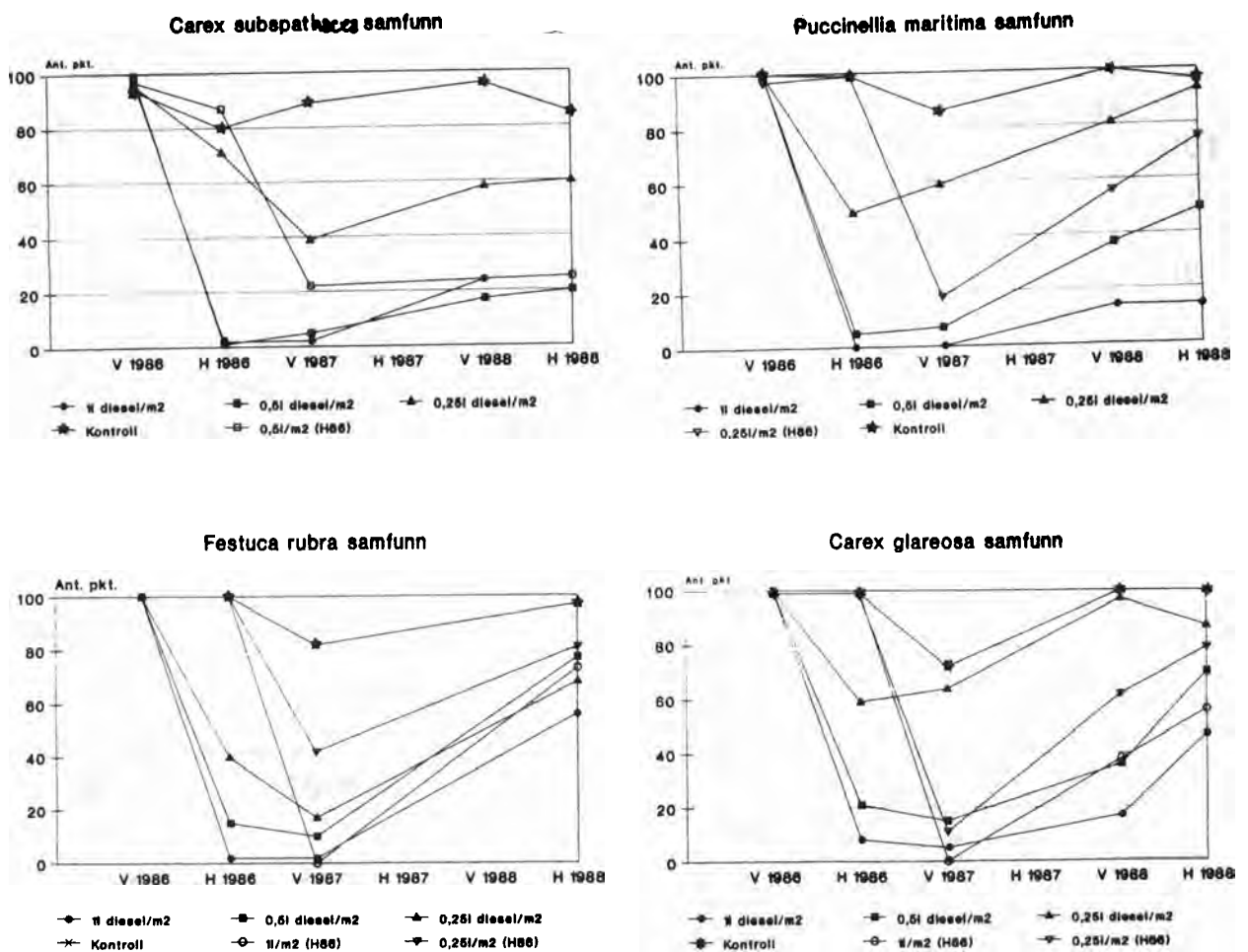


Fig. 4. Punktfrekvensanalyser av fire strandengsamfunn, fra våren 1986 til høsten 1988, Leirbogen, Hamarøy.

Resultatet kan imidlertid også skyldes at effekten av et oljesøl faktisk varierer fra år til år, avhengig av når i vekstsesongen forurensningen skjer og/eller avhengig av forhold under eller like etter forurensningen. Materialet er for sparsomt til at vi kan trekke sikre konklusjoner. Fra tidligere undersøkelser vet man at vegetasjonen er mer sårbar for oljeforurensning i vegetasjonsperioden enn om vinteren. Regenereringa etter oljesølene høsten 1986 synes dels raskere og dels langsommere enn etter tilsvarende forurensninger om "våren", midt i vekstsesongen.

Tilsølingen på Hamarøy høsten 1987, hadde også en annen effekt på dødeligheten enn tilsvarende søl om våren. Oljesølene om høsten har større effekt i Puccinellia maritima- og Carex glareosa-vegetasjonen enn tilsvarende søl om våren. I de to andre samfunnene synes forholdet å være omvendt. Resultatene av punktfrekvensanalysene gir ikke grunnlag for sikre konklusjoner om at effekten av forurensning varierer i løpet av vekstperioden.

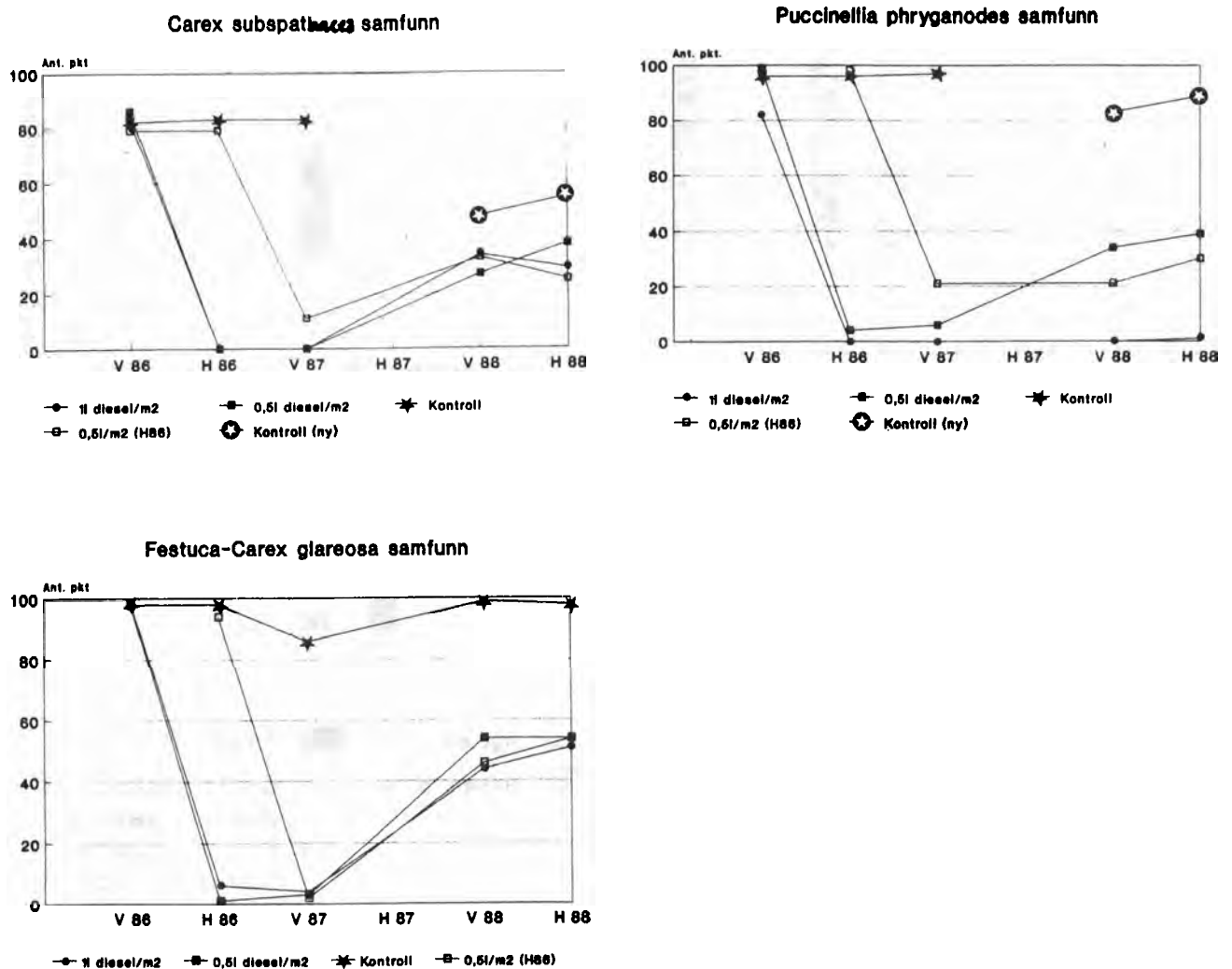


Fig. 5. Punktfrekvensanalyser fra tre strandengsamfunn, fra våren 1986 til høsten 1988, Caskilnjårga, Porsanger.

Gjenveksten varierer både mellom lokalitetene og mellom vegetasjonstypene på lokalitetene. Vegetasjonen reetableres markert raskere på Hamarøya enn på Caskilnjårga i Porsanger. Dette gjelder for alle sammenlignbare samfunn.

Gjenveksten eller regenereringa i de enkelte vegetasjonstypene synes dessuten å avhenge av plasseringa i strandengsoneringa. Vegetasjonen reetableres markert bedre i de øvre strandengsamfunnene (øverst i geolittoralen), enn i de samfunn som ligger nederst i soneringa. Dette gjelder for begge lokalitetene.

Festuca-Carex glareosa samfunn.

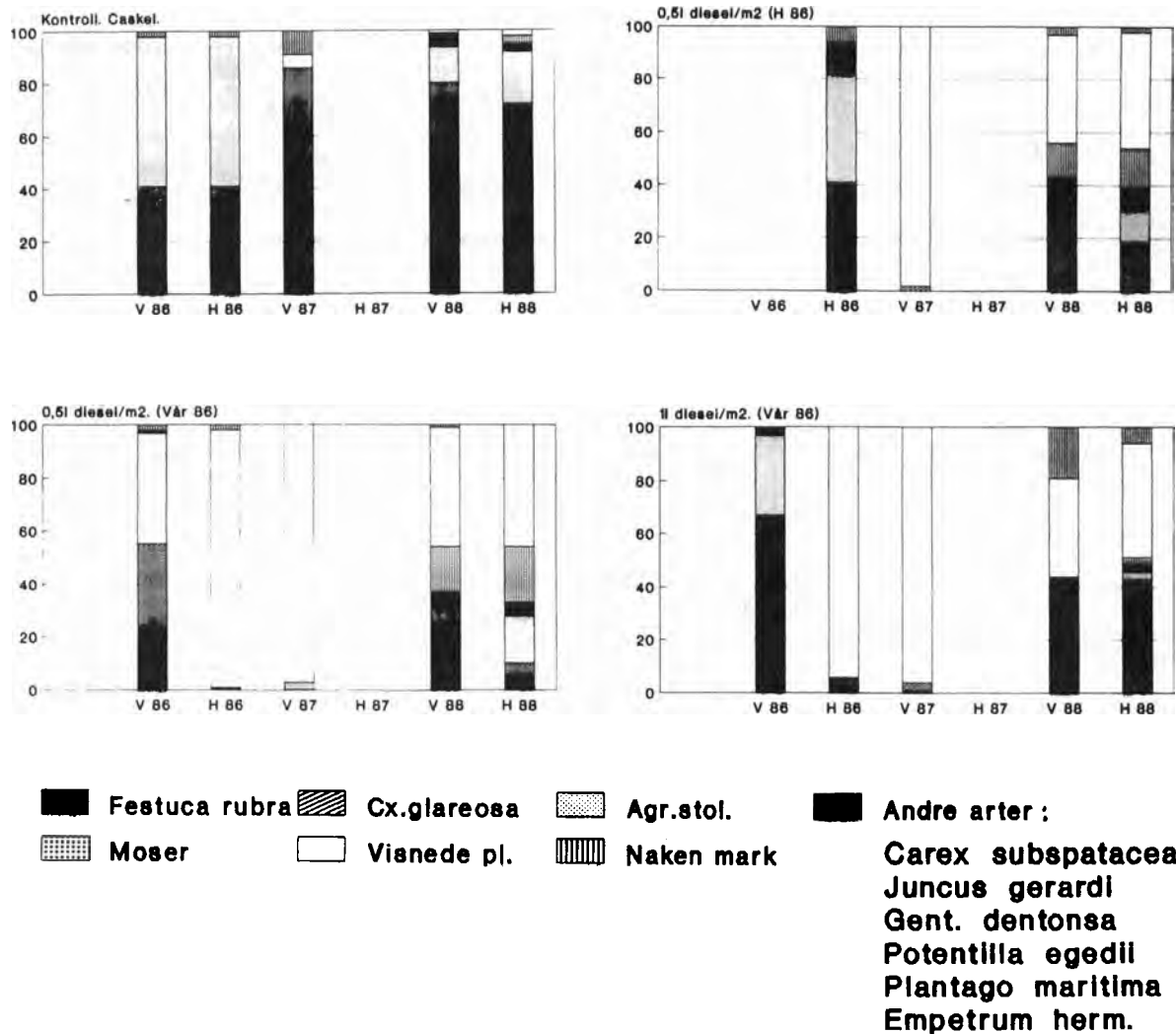
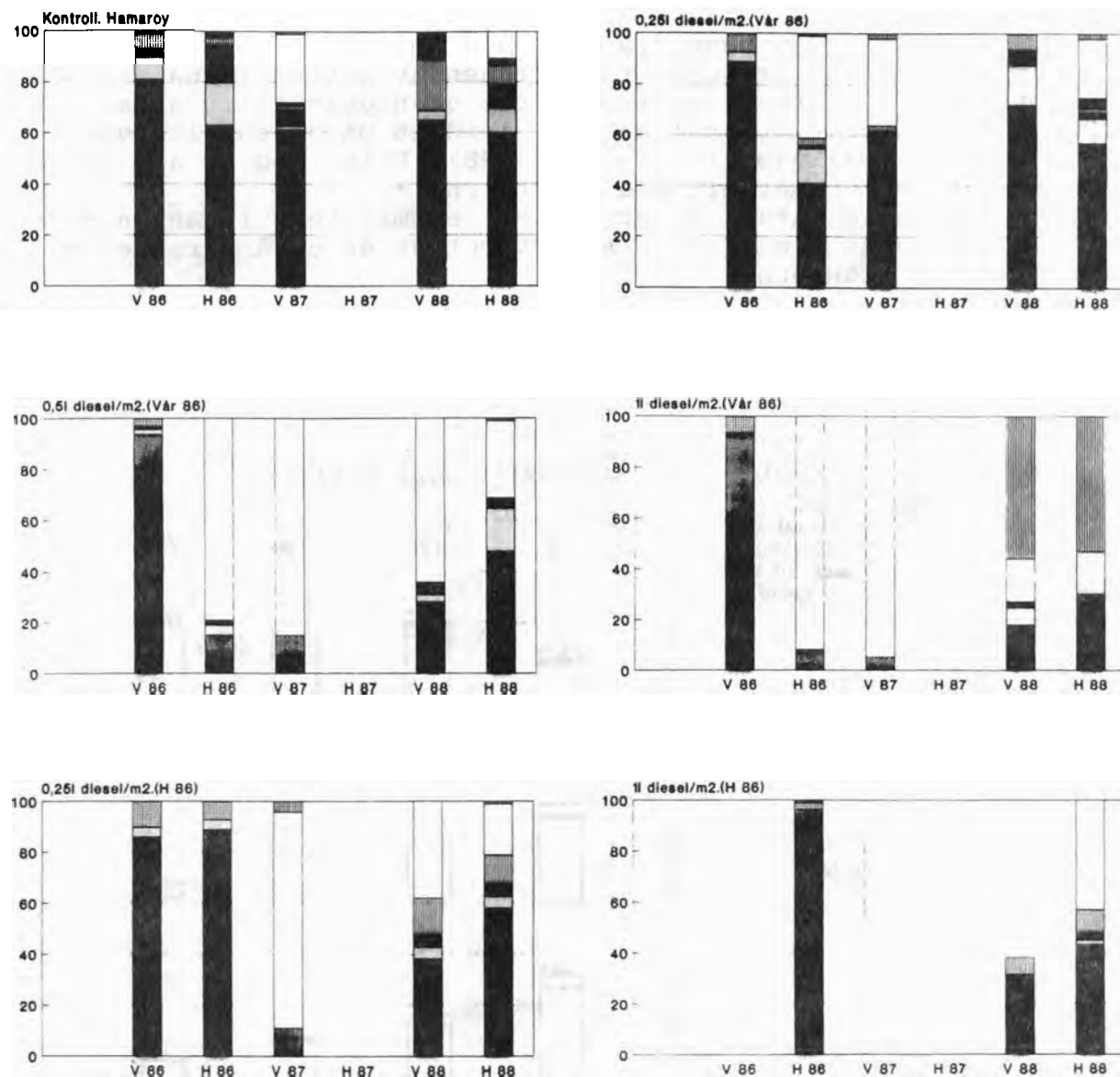


Fig. 6. Fordelingen av arter som resultat av punktfrekvens målinger i fire fastruter i Festuca rubra-Carex glareosa-samfunnet, Caskilnjårga, Porsanger.

Carex glareosa samfunn



Cx.glareosa
 Fest.rubra
 Agr.stol.
 Cx.sub/Junc.
 Andre arter:
 Moser
 Vienede pl.
 Naken mark

Glaux
 Armeria
 Parnassia palustre
 Rhinanthus groenlandicus
 Triglochin palustre
 Sagina nodosa

Fig. 7. Fordeling av arter som resultat av punktfrekvensanalyser av seks fastruter i Carex glareosa-samfunnet, Leirbogen, Hamarøy.

fortsatt er giftig. Dette kan eventuelt belyses ved reanalysering med noen års mellomrom. Generelt vil nedbrytingen gå langsommere og giftvirkningen forlenges når oljen begraves i substratet.

Smårutefrekvensanalysene fra 1988 gir mer utfyllende informasjon både om antall arter og om fordelingen av artene i analyserutene. I fig. 8 og 9 er resultatet vist som gjennomsnittlig antall arter i smårutene for hver analyserute, fordelt på de enkelte vegetasjonstypene (målinger fra høsten 1988). Ruter med en avvikende sammensetning er markert med en stjerne *.

Gjennomsnittlig antall arter for de 36 smårutene i kanten og for de 16 smårutene i midten av analyserutene er også beregnet og tatt med på figurene.

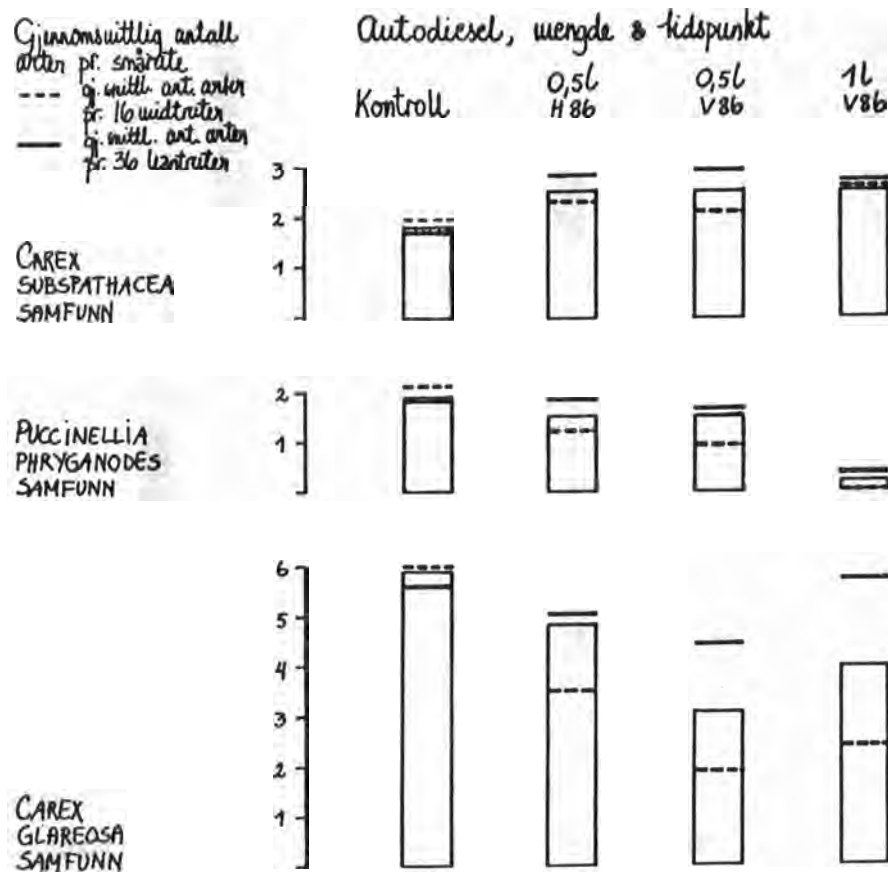


Fig. 8. Gjennomsnittlig antall arter pr. smårute, høsten 1988, i de fire analyserutene for hvert strandengsamfunn, Caskilnjårga, Porsanger. Det gjennomsnittlige antall arter pr. 16 midtruter (stipla strek) og pr. 36 kantruter (bred strek) er også markert.

På Hamarøya er gjenveksten kommet lengst i Festuca rubra- og Carex glareosa-samfunnene og på Caskilnjarga er gjenveksten best i Festuca-Carex glareosa-samfunnet, målt som antall punkt med levende planter pr. analyserute. Vegetasjonen i de lavestliggende samfunnene synes generelt å ha en dårligere regenereringsevne.

Mengden dieselolje virker ikke bare inn på dødeligheten, men også på evnen til regenerering og gjenvekst. Det er av stor betydning om vegetasjonen i analyserutene er helt eller bare delvis ødelagt. Regenereringa går relativt raskere i de minst tilsølte rutene, hvor vegetasjonen ikke er helt neddrept. Nedgangen i antall punkt med levende skudd skyldes hovedsaklig at de dominerende artene i de forskjellige vegetasjonstypene er skadd eller drept.

Spørsmålet er om forholdet mellom artene forandres eller om det er det samme under gjenveksten som før forurensning. Også dette skulle en tro avhenger av om vegetasjonen er helt eller bare delvis drept av forurensningen. En oversikt over antall punkt med registrering av de ulike artene i samfunnene før og etter forurensning er vist i fig. 6 og 7. Den omfatter riktignok bare de øverste samfunnene, der revegeteringa er kommet lengst. Av kontroll-rutene ser vi at artene i samfunnene vil fluktuere også under upåvirkede forhold. (Analysemetoden og den praktiske anvendelse av denne, kan riktignok i noen grad ha virket inn.) Under normale (upåvirkede) forhold kommer det ikke noen nye arter inn og etablerer seg i rutene. Mengdeforholdene mellom artene i de enkelte rutene kan imidlertid forskyve seg noe. Det er de dominerende artene som gjennomgående går mest tilbake ved forurensning, og det er ikke nødvendigvis de samme artene som er raskest til å gjenetablere seg. Materialet er imidlertid for spinkelt til å si noe sikkert om forandringer i det relative mengdeforholdet mellom artene.

Undersøkelsen gir ikke grunnlag for sikre konklusjoner om at noen arter er mer sårbar overfor forurensning med dieselolje enn andre. Resultatet fra Carex glareosa-samfunnet på Hamarøy (fig. 7), kan tyde på at Carex glareosa (grusstarr) er særlig følsom overfor dieseloljeforurensning. Carex glareosa har en relativt sterk tilbakegang ved tilsøling, og synes å ha vansker med å reetablere seg. Dette kan være en midlertidig forandring, men vi kan ikke se bort fra en permanent eller iallefall langvarig endring. Tellingene fra Caskilnjarga (fig. 6) er for få og dårlige (f.eks. er de angitte verdiene for våren 1986 bare estimater basert på antall døde arter fra høstmålingene), til at en kan trekke konklusjoner om forandringene i artssammensetninga, men også her synes reetableringa av Carex glareosa å gå relativt sakte.

Ved de største forurensningsmengdene, 1 l pr. m², synes også begge artene av saltgress (Puccinellia) å være svært sårbare, og ha dårlig evne til gjenetablering (jf. fig 8 og 9, som viser at de midterste 16 smårutene ikke er revegetert i det hele tatt etter forurensninger med 1 l diesel pr. m² våren 1986 - markert med 0).

Selv etter to feltsesonger lukter det flere steder diesel av jorda når en graver litt i den. Det er usikkert om oljerestene

Gjennomsnittene for hhv. kant- og midtrutene gir et inntrykk av hvordan rutene er rekolonisert etter forurensningen fram til høsten 1988. I de forurensa analyserutene er gjennomsnittet for kantrutene adskillig høyere enn i midtrutene. Resultatene viser at revegeteringa i hovedsak skjer ved vegetativ formering/innvekst fra sidene. Gjenetableringen i de mest forurensa (1 og 0,5 l diesel pr. m²) analyserutene er svært dårlig i midtrutene, selv etter tre vegetasjonsperioder.

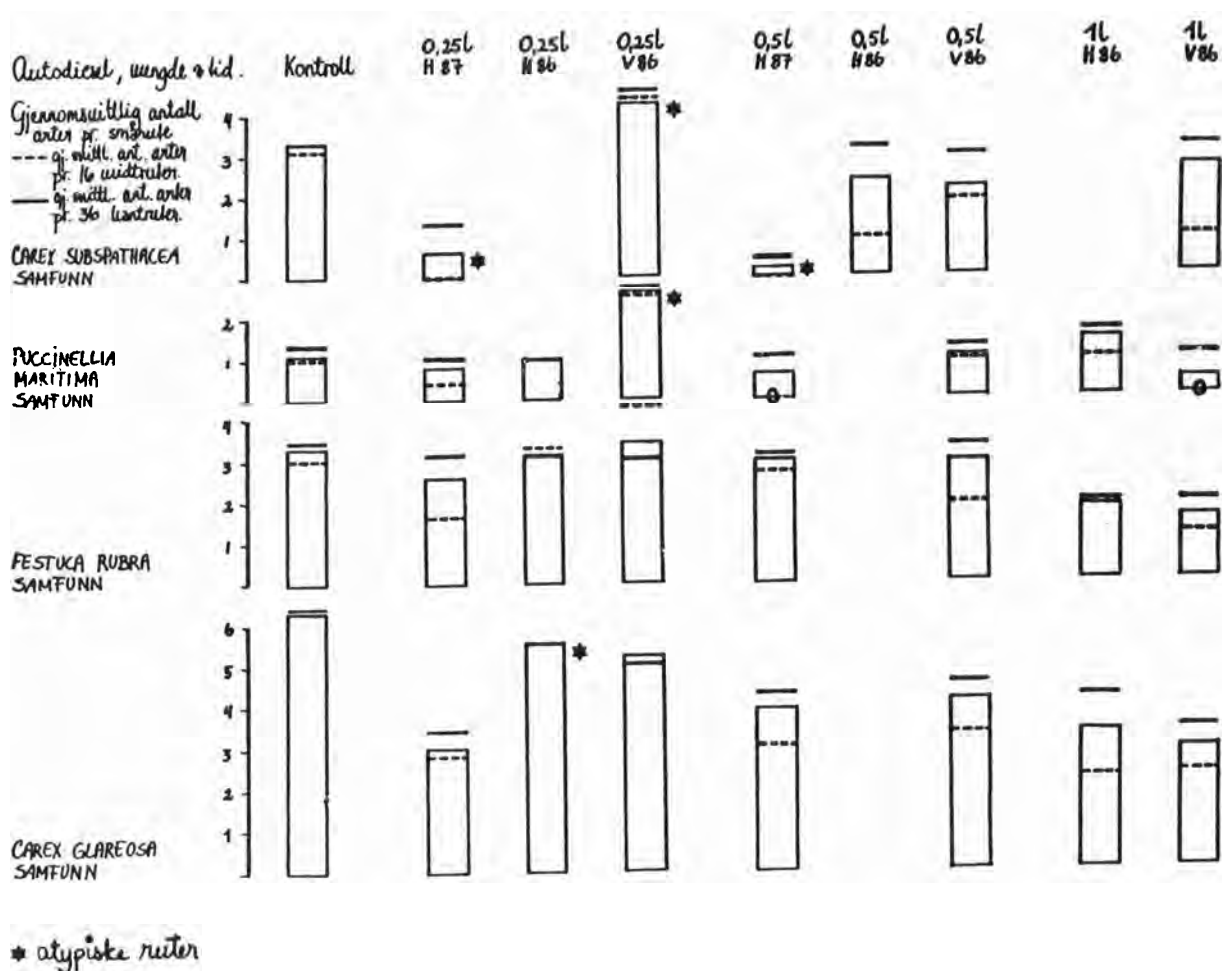


Fig. 9. Gjennomsnittlig antall arter pr. smårute, høsten 1988, i de 7- 8 analyserutene for hvert strandengsamfunn, Leirbogen, Hamarøy. Det gjennomsnittlige antall arter pr. 16 midtruter (stipla strek) og pr. 36 kantruter (bred strek) er også markert.

Diskusjon

Resultatet av målingene må vurderes på bakgrunn av begrensningene ved de metodene som er benyttet. Især synes en kritisk vurdering av den modifiserte punktfrekvensmetoden å være nødvendig for å kunne identifisere begrensningene i materialet.

Punktfrekvensmetoden anbefales ved målinger av forandringer i vegetasjonsdekket. Metoden er rask og enkel å utføre, forutsatt at en kjenner artene. Den opprinnelige punktfrekvensmetoden (Levy & Madden 1933, Goodall 1952, 1953) anbefaler at en bruker en tilleggsramme med dobbelt rutenett som støtte for projiseringene. Isteden har vi brukt de 81 krysspunktene som dannes av trådene i smårutene, supplert med 19 krysspunkter mellom trådene og to av rammesidene. Dette betyr i praksis at vi har gjort registreringer i kanten av prøveflata, der denne går over i naturlig, ikke-forurensa vegetasjon. For å motvirke denne kanteffekten må analyseflatene være større.

Den opprinnelige metoden forutsetter videre faste analyseflater. De fleste analyseflatene var imidlertid ikke tilstrekkelig oppmerket/avgrenset til å kunne regnes som helt faste.

I 1986-87 ble det brukt en 1 x 1 m² treramme som ikke kunne heves over vegetasjonen. I 1988 ble en metallramme med ben, som kunne stå over vegetasjonen, tatt i bruk. Den opprinnelige punktfrekvensmetoden medfører at arter med lav eller krypende vekst blir underrepresentert i forhold til den arealmessige dekingen i vegetasjonen, sammenlignet med høye planter. Høye planter, i praksis de mer eller mindre dominante gress- og starrartene, blir ytterligere overrepresentert når de presses ned av en analyse-ramme som ligger oppå vegetasjonen. Bruken av en analyseramme med ben, forrykker bl.a. forholdet mellom målingene før og etter 1988. Disse forholdene gjenspeiler seg i og kan avleses av resultatene for flere samfunn. I 1988 ble det gjennomgående registrert flere arter, og forholdet mellom de dominante, høye gress- og halvgress-artene og de lavere artene, er forskjøvet.

I ettertid er det helt klart at forsøket burde vært lagt opp med paralleller og større, homogene analyseflater. Målingene burde vært bedre standardisert, og hver gang med flere analyser pr. rute. Rutene burde også vært analysert med kortere mellomrom, i allefall i en sesong, for å få med variasjonene i artssammensetninga. I tillegg til punktfrekvensanalyser burde en også foreta smårute-frekvensmålinger et par ganger i løpet av sesongen.

Oppsummering

1) Strandengvegetasjonen i Nord-Norge påføres meget store og langvarige skader av autodieselolje-forurensninger i størrelsesorden 1 - 0,5 l pr. m². Forurensninger tilsvarende 0,25 l autodieselolje forårsaker også store skader på strandengvegetasjonen.

2) Gjenetableringen av vegetasjonen går raskere på den sørligste lokaliteten, Hamarøya i Nordland, enn på lokaliteten Caskilnjárga i Finnmark. Dette gjelder alle sammenlignbare vegetasjonstyper for de to lokalitetene.

3) På begge lokalitetene går gjenetableringen raskest i de samfunn som ligger øverst i geolittoralen. Dette er også de samfunn som har flest arter.

4) Gjenetableringen går raskest i de minst forurensa analyserutene i alle vegetasjonstyper.

5) I det lavestliggende samfunnet på Hamarøya har en observert mindre erosjonsskader som følge av oljeforurensninger høsten 1987. Hittil har en ellers ikke observert erosjonsskader som følge av neddrepinga av vegetasjonen.

Litteratur.

Elven, R. et al. 1988b. Botaniske verdier på havstrender i Nordland. A. Generell innledning. Beskrivelser for region Sør-Helgeland. Økoforsk Rapp. 1988.2A: 334 s.

Elven, R et al. 1988b. Botaniske verdier på havstrender i Nordland. B. Beskrivelser for regionene Nord-Helgeland og Salten. Økoforsk Rapp. 1988.2B: 420 s.

Elven, R & Johansen, V. 1983. Havstrand i Finnmark. Flora, vegetasjon og botaniske verneverdier. Miljøverndep. Rapp. T-541: 357 s.

Fjelland, M. 1982. Subarktiske strandenger i Finnmark. Økologiske variasjoner som følge av tidevannet og salttoleranse hos utvalgte strandengplanter. Hovedfagsoppgave, Univ. i Tromsø : 165 s.

Levy, E. E. & Madden, E. A. 1933. The point method of pasture analysis. New Zealand Agric. J. 46: 267-279.

Goodall, D. W. 1952. Some considerations in the use of point quadrats for the analysis of vegetation. Australian J. Sci. Res., Series B 5: 1-41.

Goodall, D. W. 1953. Point-quadrat methods for the analysis of vegetation. Australian J. Botany 1: 457-461.

Gray, J. S. & Brattegard, T. 1979. Effects of oil on coastal ecosystems. In: Om virkninger av oljeforurensning i nordlige farvann, FoH Rapp. 1: 175-201.

Johansen, V & Elven, R. 1979. Salturt (*Salicornia*) i Finnmark. Blyttia 37: 57-68.

Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology, New York, 547 s.

Rønning vs DCA (Detrended Correspondence Analysis)

Personal vs computer-aided organization of vegetation samples and an example of utilizing Norwegian phytosociological expertise as a baseline in a population study.

Ann Marie Odasz
Institute of Biology and Geology
P. O. Box 3085 Guleng
University of Tromsø
N 9001 Tromsø

Introduction

Development of multivariate analysis techniques (Whittaker 1973, Hill and Gauch 1980, Pielou 1984, Gauch 1982, Greenacre 1984, ter Braak and Prentice 1988), and their dominance in phytosociology research circles (Kent and Ballard 1988) has expedited the classification and comparison of plant communities (Rodwell 1988). A wide span of computer-aided analyses are readily available. These ordinate and cluster vegetation samples based on species composition and abundance, and relate them to environmental gradients (Whittaker 1978, ter Braak 1986 1987a 1987b 1988, Jongman *et al.* 1987). However, the basic framework of plant community classification hierarchies in northern Europe and Svalbard (Braun-Blanquet 1921, Hult 1881, Sernander 1898, etc.) were constructed before the modern electronic hard and softwares were available. Community organization was, rather, arrived at by manual arrangement of species/stand tables by phytosociologists.

Dominant vascular plants, the obvious feature of most communities, may be expected to be the major criterion used in temporary classification and decision making in the field for the subjective placement of quadrants to be analysed. Furthermore, without computer facilities to handle large amounts of data for analysis the subsequent classification of vegetation associations may depend mainly on the dominant and visually obvious vascular plants of a community rather than complete species composition including the species with low cover values. In addition, character species, with low cover and high fidelity (Odasz 1988a), may be difficult to detect.

Species with low cover value, such as bryophytes and other less obvious features of most vegetation units may be relatively unimportant in the initial subjective decision making as to vegetation sample placement and the consequent organization of a hierarchical classification system.

Methods and Data analysis

To test this hypothesis I applied modern multivariate analysis techniques on a previously manually organized vegetation data-set of 193 relevés with 93 total species from Svalbard (Rønning 1965). 1) The first required step in the testing of the hypothesis was to compare Rønnings' (1965) classification, manually organized species/stand table, with Detrended Correspondence Analysis (Hill and Gauch 1980) using the complete list of species. 2) The next step was to run the same analysis on a data-set containing only the dominant and obvious species on the landscape. In the case of Rønning's Dryadion vegetation the "dominant and obvious species" were the vascular plants; bryophytes and lichens have less important cover value. Lets take a look at the Dryadion vegetation data-set from Svalbard: Rønning (1965) shows 193 samples from 35 Dryadion stands organized in 4 vegetation types, **Nardino-Dryadetum N-D**, **Rupestri-Dryadetum R-D**, **Polari-Dryadetum P-D**, and **Tetragono-Dryadetum T-D**. His 1m² analyses were subjectively placed in *Dryas* vegetation, in each of the 35 stands a series of either 5 or 10 squares were analysed. Degree of cover followed Hult-Sernander's scale. Samples of the cryptogams were collected and later identified.

Rønning (1965) states : "In Scandinavian plant sociology it is often a problem to find species with a sufficiently narrow ecological amplitude to constitute the **characterizing** species desirable for a classification into associations and alliances. Attention has therefore been paid to those species which appear as **dominants**, but these species cannot always be used as criteria in classifying the associations." "In Svalbard," he continues, "this presents less difficulty. The **characteristic** species for the various associations are also the actual **dominants**. At the same time it may be said that the ecological amplitude of these species in Svalbard is far narrower than the same species in Scandinavia. In order to understand this, one must clearly realize that in Svalbard these species are found near the limit of their area of distribution. Any little change in the external ecological conditions may be a catastrophe for a certain species."

Rønning used the following as **characteristic** species for the Dryadion of Svalbard: *Carex nardina*, *Carex rupestris*, *Cassiope tetragona*, *Dryas octopetala*. Of these four species, *Carex nardina* represents the extreme wind-exposed communities, with little snow in winter, while *Cassiope tetragona* represents those in sheltered places and a good cover of snow in winter.

Preferential species are those appearing most commonly with optimal environment in Dryadion, but are also found in other plant communities. They are especially valuable where the number of species is relatively limited and include: *Carex misandra*, *Draba alpina* coll., *Draba subcapitata*,

Equisetum variegatum, *Luzula nivalis*, *Minuartia biflora*, *Minuartia rubella*, *Papaver dahlianum*, *Pedicularis dasyantha*, *Pedicularis hirsuta*, *Poa arctica* coll., *Polygonum viviparum*, *Saxifraga oppositifolia*, *Silene acaulis*, and *Stellaria crassipes*.

It has been suggested by many that the recognition of vegetation units on the landscape is a **talent** and the **art** can be developed. I quote from Rønning (1965) : "Rupestri-Dryadetum association, itself, constitutes a distinctive feature of the landscape. The grey hue of *Carex rupestris* combined with the grey leaves of *Dryas octopetala* give the association an appearance of its own." And for the Tetragona-Dryadetum: "With the dark hue of *Cassiope tetragona*, the association makes a prominent feature in the landscape. It is strongly tinged by the dark green."

Results and Discussion

Step 1

The DCA analysis of all 93 species for the three main communities, Nardino-Dryadetum, Rupestri-Dryadetum and Tetragona-Dryadetum, gave the following 3-dimensional ordinations for axes X, Y, and Z :

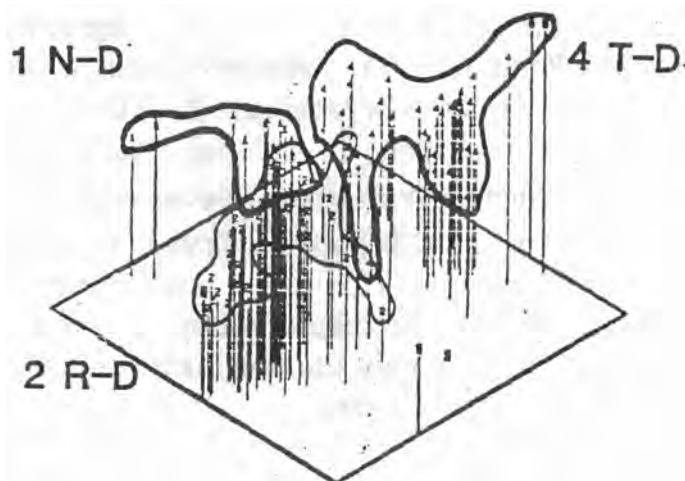


Figure 1. Results of the DCA ordination. Rønnings classification of samples is represented by the encircled groups; 1- Nardino-Dryadetum **N-D**, 2- Rupestri-Dryadetum **R-D**, and 4- Tetragono-Dryadetum **T-D**.

Three of the four Dryadion communities as classified by Rønning are circled in the resulting diagram from the DCA ordination of the entire "Rønning" data set (Fig. 1). I choose to focus on the three communities I have personally worked with. The agreement between Rønnings and DCA classification is commendable.

Such agreement between the manual organization of releves and delineation of Dryadion communities suggests that Rønnings' "*personal computer*" relies on the **complete** community composition.

Rønning describes the main abiotic gradient: "The communities are arranged in a series corresponding to an increase in soil moisture and snow protection in winter":

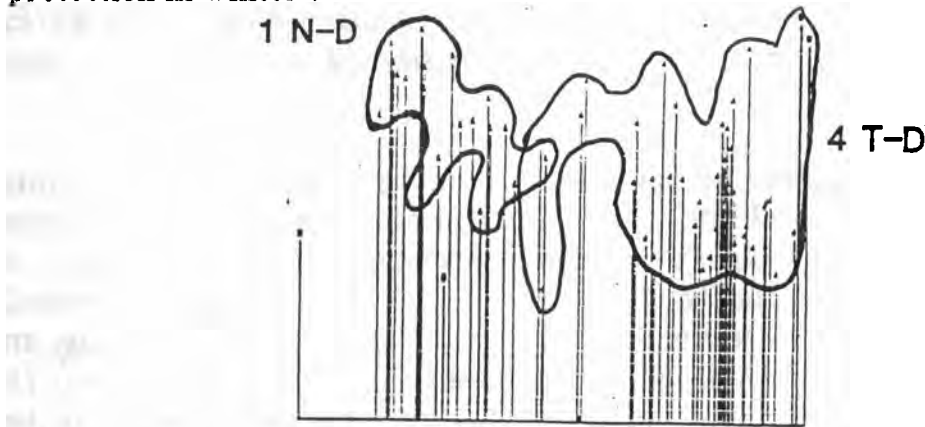


Figure 2. The extreme two communities, 1- Nardino-Dryadetum **N-D** and 4- Tetragono-Dryadetum **T-D** are ordinated on the two main axes from the DCA ordination.

Step 2

The DCA ordination and TWINSPLAN based on releve data for only the vascular plants ($n=50$) gave a community classification that was confusing and not in agreement with Rønning's system. Whereas, the species/stand table produced by TWINSPLAN (Table 1, next four pages), based on species similarity between the stands shows good agreement with the stand/species table in Rønning (1965). Rønning's classification is noted at the top of each releve, 1- Nardino-Dryadetum, 2- Rupestri-Dryadetum, 3- Polari-Dryadetum and 4- Tetragono-Dryadetum. The general trend in the TWINSPLAN table is: 1 Nardino-Dryadetum relevés with a minor element of 2-R-T and 4-T-D, followed by 2-Rupestri-Dryadetum and 4-Tetragono-Dryadetum with minor elements of the three other communities (Table 1). Thusly, we can conclude that Rønning's classification is based on total community composition and not only the dominants. Such indicates he has a "feeling" for the complex environment.

The 1-N-D community has a characteristic cover of *Cetraria nivalis* while the 4-T-D community has a good cover of *Cassiope tetragona*. These two species thrive best in extremes of snow-cover conditions: *Cetraria nivalis* covers ridges that are often **exposed** during winter and early snow-free in spring, whereas *Cassiope tetragona* is a snowbed plant and grows in sites where snow can **persist** into mid-summer.

Pedicularis coenopopulations in Dryadion

This distinct environmental gradient appears to have a leading influence on the demographic status of *Pedicularis dasyantha* coenopopulations in Svalbard. Demographic curves for 5 coenopopulations with a total of over 600 recorded individuals are shown (Fig. 3).

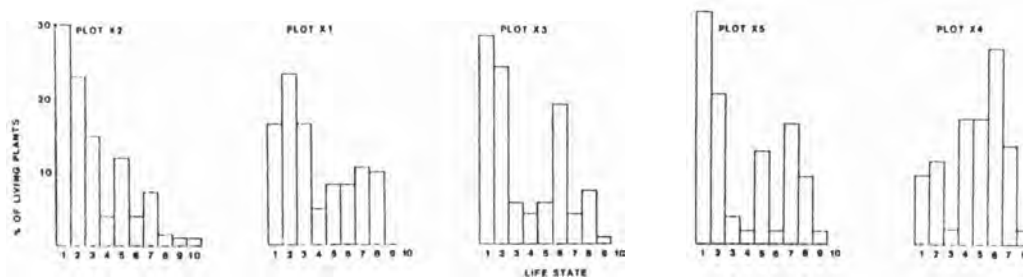


Figure 3. Demographic curves for 5 coenopopulations of *Pedicularis dasycantha*. Percentage of living plants for each of the 10 "Life-states" (see Odasz 1988b for further description) is shown. Plot X4, to the right, is a coenopopulation growing in Nardino-Dryadetum, Plot X2, on the far left is a population in Tetragono-Dryadetum. The three "middle" curves are coenopopulations growing in Rupestri-Dryadetum.

The 5 curves (Fig. 3) are arranged in order of the "r-strategy" to "K-strategy" demographic pattern, left to right. The population structure follows the snow-depth gradient, left to right, with r-pattern demographics, typical of pioneer and disturbed habitats, in the snowbed community, Tetragono-Dryadetum, and the more stable K-pattern in the Nardino-Dryadetum, which is early snow free and has a growing season up to a month longer than the snowbed communities. These environmental conditions are reflected in the population structure of the 5 populations. Statistics for leaf rosettes, leaves, and number of flowering stalks per m⁻² (Table 2), show favourable conditions in Plot X4, the Nardino-Dryadetum community and poor growth in Plot X2, Tetragono-Dryadetum.

A. PEDICULARIS DASYANTHA - KONGSFJORDEN AREA - 1985
POPULATION STRUCTURE IN FIVE COENOPOPULATIONS (m⁻²)

	LEAF ROSETTES	LEAVES	FLOWER STALKS
X1 R	4	30	0.4
X2 R	3*	27*	0.6
X3 R	13	92	1.4
X4 N	16*	146*	2.4
X5 R	8	64	2.2

B. Vegetative Variation

	1985	1986	1987
<u>Leaves m⁻²</u>			
Plot X2	25.2	21.1	15.5
Plot X4	145.8	147.6	175.8
<u>Rosettes m⁻²</u>			
Plot X2	2.6	2.4	1.7
Plot X4	5.4	22.3	20.5
<u>Lvs/Rosette</u>			
Plot X2	9.6	8.7	9.1
Plot X4	26.5	6.6	8.6

Table 2. Vegetative variation for coenopopulations. Δ . Total number of leaf rosettes, leaves and flowering stalks per m⁻² for all 5 populations and, \square . number of leaves, rosettes and leaves per rosette per m⁻² for Plot X2 and Plot X4 during the years 1985, 1986 and 1987.

When we take a closer look at the population demographics for the same individuals in Plot X4 and Plot X2, from Nardino-Dryadetum and Tetragono-Dryadetum, respectively, we see that despite slight changes in proportions of life-states from 1985 to 1987, the K-strategy and r-strategy patterns are retained from year to year in the two coenopopulations (Fig. 4.)

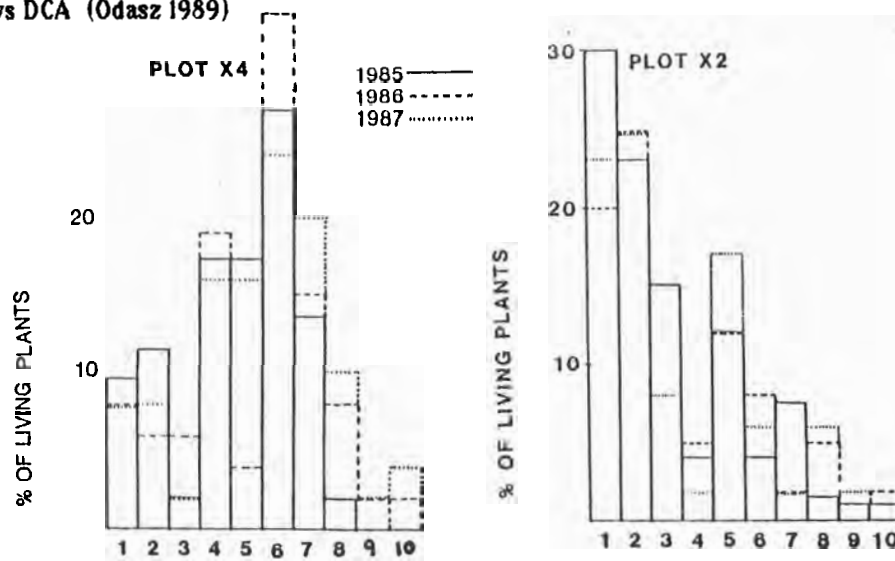


Figure 4. Demographic curves for two coenopopulations, Plot X4 and Plot X2, show percent of living individuals in each of the 10 life states (1-10), for the years 1985, 1986, and 1987.

Population structure indicates the Nardino-Dryadetum environment, early **snowfree**, south-facing, above the influence of cold-air drainage and only slight snow coverage during the winter is stable and many individuals that do become established persist to advanced life states and have much better growth than the *Pedicularis* coenopopulation growing in the **snowbed** community, Tetragono-Dryadetum. Better growth, more rosettes and flowers are produced in the site early **snowfree** in spring, Plot X4. This suggests that the length of growing season is of major importance for population success, biomass production, growth and reproduction. If snow **persists**, especially in extra cold years the sensitive seedlings and young die and the advanced life states may not produce enough photosynthates to overwinter and grow the next years. *Pedicularis* has an extreme respiration rate during summer months and if energy supplies are not replenished conditions may be too severe for survival. This is evident in the pattern of advancement from one life-state to the next for all individuals of coenopopulation in Plot X4 and Plot X2 from 1986 to 1987 (Fig. 5).

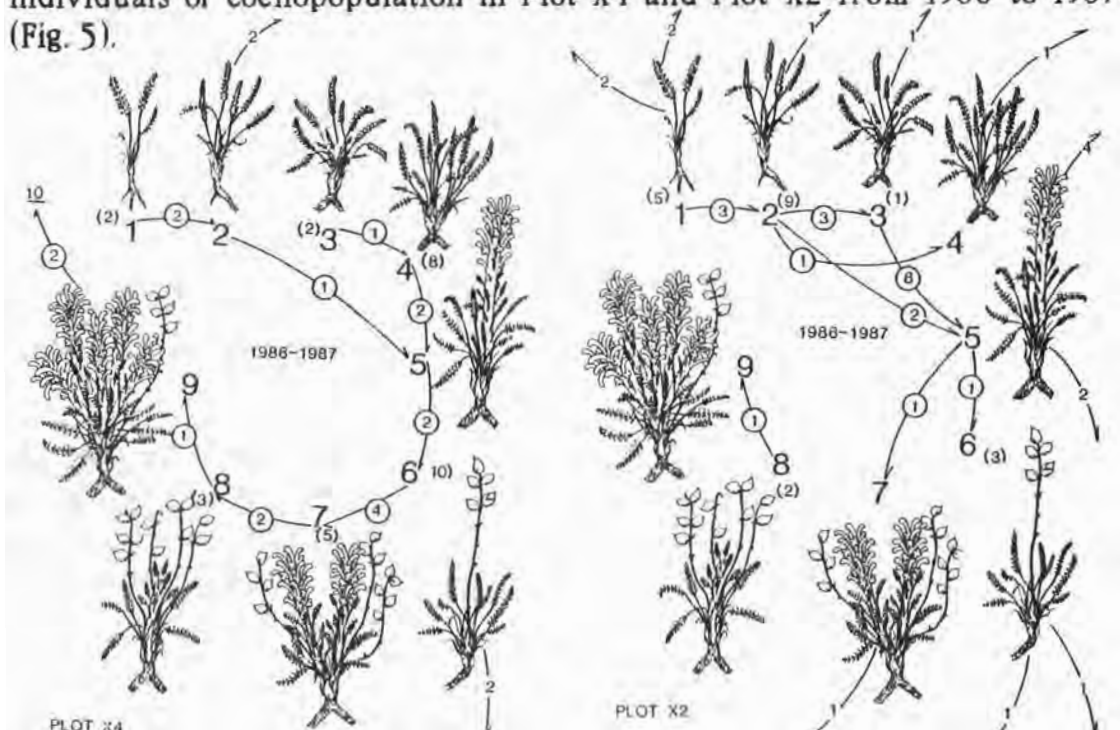


Figure 5. Advancement from one life-state to the next for all labeled individuals of two coenopopulations, Plot X4 in Nardino-Dryadetum and Plot X2 in Tetragono-Dryadetum communities. Circled numbers are individuals changing life-states in the direction of the arrows indicated. Numbers in parentheses are individuals remaining in the initial life-state during the period, 1986-1987. Numbers with arrows leaving the diagram are death accounts.

Notice the contrast in stability between the two coenopopulations as indicated by the arrows. In Plot X4 most individuals survive, many remain in the same life-state the following year and many advance systematically to the next life-state (Fig. 5). In contrast, the snowbed community, Plot X2, some individuals die in most life-states.

Soil nutrients

Contrasting soil nutrient conditions in the two sites (Fig. 6) show the Nardino-Dryadetum to have significantly lower levels of nutrients than Tetragono-Dryadetum, even though it is the Nardino-Dryadetum coenopopulation that shows best population growth. It seems reasonable to assume that the hemi-parasitic habit (Gauslaa & Odasz *in press*) of the species may be a modifying factor decoupling the individuals from dependence on soil nutrients and the most important limiting factor to species population growth is that of length of growing season (Odasz 1987). The species has an early phenological development, one of the first species to flower in the Dryadion communities, and sets seed by mid-August (Odasz 1989). If the season is cut short due to extended snow cover, seed-set cannot occur.

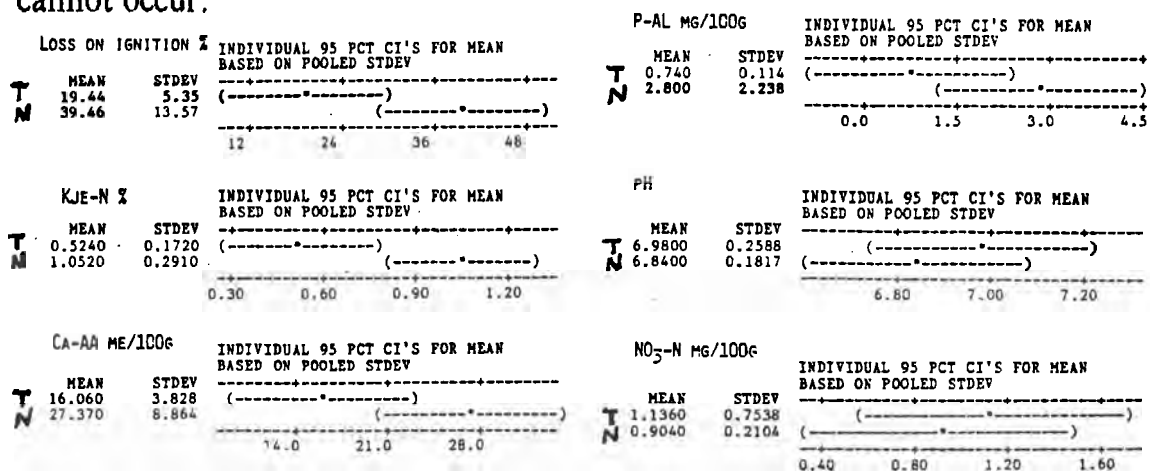


Figure 6. Analysis of variance individual 95 percent confidence intervals for soil chemistry analyses for T- Tetragono-Dryadetum (n=5) and N-Nardino-Dryadetum (n=5) soils; Loss on ignition %, Kjeldahl-N, Ca-AA (Me/100g), P-AL (Mg/100g), pH and NO₃-N (Mg/100g).

Rønning (1965 1968) described soil profiles in his stands: "Nardino-Dryadetum, has uppermost, a very thin layer of plant remains, below this 15 cm of a mixture of humus and wind-blown sand, on rock. In Rupestri-Dryadetum, the top is a very thin layer of slightly decomposed plant remains, below this, 12cm of a mixture of sand and humus, on beach gravel. In Tetragono-Dryadetum, topmost is an 8cm thick layer of plant remains, either not decomposed or slightly, below, an 11 cm layer of a mixture of sand and humus on beach gravel, on 19 July, permafrost was at 28 cm."

The Nardino-Dryadetum sites on bed-rock, where as most Tetragono-Dryadetum sites have accumulated considerable non-decomposed plant material which, in addition to the late lying snowbeds, contributes to the

insulation and maintenance of permafrost into the summer. In these "severe" Tetragono-Dryadetum sites, *Pedicularis dasyantha* has a special phenotype with differing morphological characters. Here, in contrast to the purple flowered plants in the Nardino-Dryadetum and Rupestri-Dryadetum sites, plants show pure white in the galea portion of the corolla and purple on the lower labia. In addition, a high percentage of the white phenotype have long exerted stamens while the pure purple variety has stamens which remain in the galea through the growing season (Fig. 7).

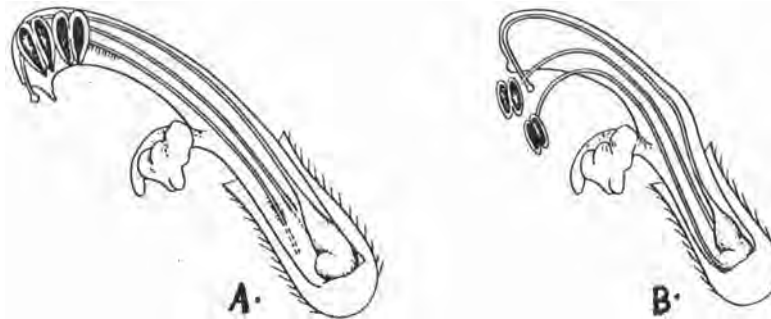


Figure 7. Two phenotypes of *Pedicularis dasyantha*. Phenotype A is the most common "purple-flowered" variety, while B has a white galea and usually exerted and long stamens with a thicker more robust corolla.

The leaf rosettes of these individuals are more robust and olive-green coloured than the purple tinged rosettes of the purple-flowered individuals (Odasz *in press*). It appears that the "white-top" plants are better adapted to shorter seasons and are able to continue metabolic processes later into the early fall. An observation made 26, August 1988 (pers. obs.) confirms this statement, the "White-top" plants were still green and fresh while the purple-flowered plants had wilted leaves and had closed down shop for the summer. Investigations are under way to determine if the "White-top" individuals have better fecundity and better capacity to flower in more limiting climatic conditions.

Future Research 1989-92

With the use of restriction fragment length polymorphism (RFLP) (Palmer 1986, Bernatzky 1988) genetic components contributing to the observed differences in the *Pedicularis* phenotypes can be detected. Since the main phenotypic character of difference is pigmentation and morphology of flowers the RFLP will be investigated : 1) in the genetic material that codes for flavone biosynthesis such as chalcone synthase and chalcone synthase isomerase and 2) in the genes expressed during flower development. Genetic partitioning within and between these geographically isolated populations will also be determined (Billington *et al.* 1988). To determine if there is a physiological component contributing to the suspected efficient metabolism in Tetragono-Dryadetum snowbed environments, photosynthesis and respiration, in addition to stomatal conductance will be measured in individuals of both phenotypes.

Concluding remarks

This study shows one example of the value of the internationally recognized Norwegian tradition and expertise in the "art" of phytosociology. Rønnings' classification of Dryadion communities corresponds well with DCA. This paper gives one suggestion for using described and analysed plant community classification along an distinct environmental gradient as a baseline for a population demographic investigation.

Furthermore, investigations of genetic components contributing to increased species amplitude, or niche breadth, may be conducted in the most "extreme" vegetation units where coenopopulations occur.

Literature cited

Bernatzky, R. 1988. Restriction fragment length polymorphism. Plant Molecular Biology Manual C2. 1-18.

Billington, H.L., Mortimer, A.M. and McNeilly, T. 1988. Divergence and genetic structure in adjacent grass populations. I. Quantitative genetics. *Evolution* 42(6): 1267-77.

Braun-Blanquet, J. 1921. Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. *Jb. St. Gall. naturw. Ges.* 57 (2) : 305-351.

Gauch, H. G. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Gauslaa, Y. & Odasz, A.M. *in press* Water relations, temperature variation and mineral nutrients in *Pedicularis dasyantha* Hadac from Svalbard, Norway. *J. Holarctic*.

Greenacre, M.J. 1984. *Theory and Allocations of Correspondence Analysis*. Academic Press, Inc. London. 364 p.

Hill, M.O. and Gauch, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42:47-58.

Hult, R. 1881. Försök till analytisk behandling af växtformationerna. *Meddn. Soc. Fauna Flora fenn.* 8: 1-155.

Jongman, R.H.G., Ter Braak, C.J.F. and Van Tongeren, O.F.R. 1987. *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc Wageningen. 299p.

Kent, M and Ballard, J. 1988. Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Vegetatio* 78:109-124.

Odasz, A.M. 1987. *Pedicularis dasyantha* (Scrophulariaceae): the periglacial distribution and autecology of a suspected herbaceous glacial-relic on Svalbard. *In: Abstracts of the 16th Annual Arctic Workshop, Research on the roof of the World, Boreal Institute for Northern Studies, Abstracts: Edmonton, Canada, p. 109-113.*

Odasz, A.M. 1988a. Quantification of Character species in Vegetation at the treelimit, Brooks Range, Northern Alaska. *Vegetatio* 75: 65-71.

Odasz, A.M. 1988b. Population biology and ecology of the herbaceous perennial *Pedicularis dasyantha* (Scrophulariaceae) Brøggerhalvøya, Spitsbergen, Svalbard Archipelago. *In: Bretten, S. and Moen, A. 1988. (eds.) Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll, 1988. K. Norsk Vidensk. Selsk. Ms. Rapp. Bot. Ser.: 111-132.*

Odasz, A.M. 1989. Distribution and ecology of *Pedicularis dasyantha* (Scrophulariaceae) in Spitsbergen, Svalbard Archipelago: relation to present and past environments. *Striae*.

Odasz, A.M. *in press*. Local variation in *Pedicularis dasyantha* populations in Svalbard. *Sommerfeltia*.

Palmer, J.D. 1986. Isolation and structural analysis of cpDNA. *Meth. Enzymol.* 118: 167-186.

Pielou, E. C. 1984. *The interpretation of ecological data.* Wiley, New York.

Rodwell, J. 1988. The national vegetation classification: almost there. *Bull. Br. Ecol. Soc.* 19:75-77.

Rønning, O.I., 1965. *Studies in Dryadion of Svalbard.* Norsk Polarinstitutt Skrifter nr. 134. Oslo. 52 p.

Rønning, O.I. 1968. Features of the ecology of some Arctic Svalbard (Spitsbergen) Plant communities. *Arctic and Alpine Research*, 1: 29-44.

Sernander, R. 1898. Studier öfver vegetationen i mellersta Skandinavien fjälltrakter. 1. Om tundraformationer i svenska fjälltrakter. *Ofvers. K. svenska Vetensk. Akad. Förjandl.* 6: 325-367.

ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167-1179.

ter Braak, C.J.F. 1987a. Unimodal models to relate species to environment. *Groep Landbouwwiskund.* 152 pp.

ter Braak, C.J.F. 1987b. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69: 69-77.

ter Braak, C.J.F. 1988. Canoco- a fortran program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis. (ver. 2.1) Technical report. LWA-88-02. Institute of Applied Computer Science, Wageningen. 94 pp.

ter Braak, C.J.F. and Prentice, I. C. 1988. A theory of Gradient Analysis. *Advances in Ecological Research* 18: 272-317.

Whittaker, R.H. (ed). 1973. Ordination and classification of communities. Junk, The Hague. 737 p.

Whittaker, R.J. 1978 An application of Detrended Correspondence analysis and non-metric multidimensional scaling to the identification and analysis of environmental factor complexes and vegetation structures. *J. Ecol.* 75: 363-376.

SØRNORSKE RISMYR (OXYCOCCO-SPHAGNETEA)-SAMFUNN

Johan Kielland-Lund
Botanisk institutt
1432 Ås-NLH

ABSTRACT

Communities of the class Oxycocco-Sphagnetea are typically developed in hummock, ombrotrophic and mire expanse situations. In S Norway there are two main gradients, one continental-oceanic (SE vs. W Norway) and one relating to the mire expanse - mire margin variation. In accordance with this, four associations may be distinguished: 1) Oceanic-mire expanse: *Erico tetralicis-Sphagnetum magellanicum* (Osvald 23) Moore 68. 2) Oceanic-mire margin: *Erico tetralicis-Pinetum sylvestris* (K.-Lund 81) K. & B. Dierssen 82. 3) Continental-mire margin: *Oxycocco quadripetali-Pinetum sylvestris* K.-Lund 81; and 4) Continental-mire expanse: *Empetro nigri-Sphagnetum fusci* Du Rietz 21. A fifth vicariant association was separated in high boreal-low alpine regions: 5) *Oxycocco microcarpo-Empetretum hermaphroditum* Nordh. 43.

BAKGRUNN

Myr og myrplantesamfunn har vært et klassisk forskningsområde for nordisk økologi og plantesosiologi. Særlig Sverige og Finland kan vise til mange viktige arbeider, f.eks. Osvald 1923, Sjörs 1948 og Cajander 1913 for å nevne noen høydepunkter. De viktigste bidrag for å knytte nordisk myrforskning til et internasjonalt system er likevel gitt av Nordhagen (1936, 1943 o.a.). Sammen med Braun-Blanquet og Tüxen (1943, Tüxen 1937 o.a.) og flere var han med på å snekre grunnpilarene i det plantesosiologiske myrsystemet. Noe forsøk på å lage en samlet oversikt på assosiasjonsnivå over norske myrsamfunn fikk vi imidlertid først med Dierssen's arbeid (1982). Her presenteres et stort og grundig analysemateriale og et noe om-diskutert inndelingssystem. Dierssen bygger på mellomeuropeisk tradisjon, men bruker tildels et forenklet monotetisk inndelingsprinsipp. Hans assosiasjoner blir derfor av nokså vekslende innhold, fra svært snevre (f.eks. innen *Caricion bicolori-atrofuscae*) til ytterst store og inhomogene (f.eks. hans *Caricetum limosae*).

I forbindelse med en internasjonal ekskursjon erfarte forfatteren behovet for en oversiktlig inndeling av norsk myrvegetasjon (Kielland-Lund 1986). Jeg har derfor arbeidet videre med dette og også sett kritisk på inndelingene på høyere nivå i systemet. Jeg tar her for meg et forsøk på en inndeling av den mest ombrotrofe fløy av myrvegetasjon, nemlig rismyrene. Jeg har først laget en oversikt på grunnlag av egne analyser og litteratur. Denne er så sammenlignet og tilpasset Dierssen's og andres arbeider.

OMFANG OG AVGRENSNING AV KLASSEN OXYCOCCO-SPHAGNETA

Klassen Oxycocco-Sphagnetea Br.-Bl.et Tx. 43 omfatter (iflg. Dierssen l.c.) to ordener, Sphagnetalia magellanici (Pawl. 28) Kästner et Flössner 33 og Erico-Sphagnetalia Schwick. 40 em. Br.-Bl. 49. Den første har hos oss ett forbund Oxycocco-Empetrion hermaphroditum Nordh. 36, til den andre regnes tradisjonelt to, Oxycocco-Ericion (Nordh. 36) Tx.37 em. Moore 68 og Ericion tetralicis Schwick. 33. De risrike, ombrotrofe snaumyrer er sentrale i klassen, mens det er avgrensingsproblemer både mot bleikmyr, myrskog og lynghei.

De ombrotrofe rismyrer er relativt klart adskilt fra de jordvannspåvirkete grasmyrer. Arter som duskmyrull, starrarter (unntatt sveltstarr) og mange moser kjennetegner Scheuchzerio-Caricetea nigrae. Mot de våte oligotrofe samfunn derimot er grensene mer uklare. Vortetorvmose, stivtorvmose, sveltstarr med flere danner ofte en overgangssone mellom rismyr og ekstreme høljesamfunn med vass-torvmose, sivblom, dystarr m.fl. Ifølge mellomeuropeisk tradisjon er disse blitt dyttet inn i Oxycocco-Sphagnetea til tross for de store forskjeller i mosesjikt og økologi. Nordhagen (1943) derimot inkluderte vortetorv- og stivtorvmosesamfunnene i sine bleikmyrer (Leuko-Scheuchzerion), i underforbundet Scirpo-Eriophorenion vaginati. Sammenstillinger viser at disse samfunn utgjør en naturlig enhet og jeg har valgt å føre stivtorvmose-vortetorvmosesamfunnene til Leuko-Scheuchzerion og Scheuchzerio-Caricetea. Dermed kvitter en seg med et uromoment innen Oxycocco-Sphagnetea-systemet og får økologisk bedre definerte forbund innen begge klasser.

Furumyrskogens plassering har også vært omstridt. Dierssen (1982) og flere mener at de bør føres til Oxycocco-Sphagnetea, mens Kielland-Lund 1981 argumenterte for tilknytning til Phyllodoco-Vaccinon. Dette bygde delvis på frekvens x dekningsgradssum av Vaccinio-Piceetea - henholdsvis Oxycocco-Sphagnetea-arter i tabellene over furumyrskog. En del av de arter som ble brukt som Vaccinio-Piceetea-arter opptrer imidlertid også i høytliggende rismyrer og bør derfor neppe brukes som differentialarter. I så fall får furumyrskogene en klar Oxycocco-Sphagnetea-overvekt, og jeg regner de også hit i dette arbeid.

Når det gjelder fuktheiene, Ericion tetralicis er alle enige om at dette er en lettkjennelig men svakt karakterisert gruppe. De er blitt regnet som en egen orden og også blitt plassert i Nardo-Callunetea (Passarge 1964). En gjennomgang av vestnorske Ericetum tetralicis-tabeller viser at bortsett fra assosiasjonsartene klokkelyg og heitorvmose er andelen av egentlige rismyrarter meget liten. Torvmyrull og furutorvmose er relativt vanlige, kvitlyng mer uregelmessig, og det er alt! Hele rekken av rismyrarter (tranebær, molte, myrmosene m.fl.) mangler praktisk talt helt, så selv om det heller ikke er mange lyngheiarter, så hører de bedre sammen med de antropogene kystlyngheier.

Hvis en legger dette til grunn sitter en da i Oxycocco-Sphagnetea tilbake med oligotrofe-ombrotrofe tue- og fastmattesamfunn

på torvmark, med eller uten tresjikt (av furu eller bjørk). Rismyrklassen får altså en svært enhetlig økologisk karakter.

PLANTESOSIOLOGISK SYSTEMATIKK

Tabell 1 er satt opp på grunnlag av egne analyser og litteratur. Formålet har vært å skille ut romslige, lett kjennbare enheter. Det er ikke tatt sikte på noen fullstendig oppdeling i underenheter. Det ble ialt skilt ut 5 assosiasjoner. Disse fordeler seg klart i en vestnorsk og en østnorsk gruppe som svarer til henholdsvis *Erico-Sphagnetalia* og *Sphagnetalia magellanici*. Karakter/skillearter for den første er klokkelyng, pors, blåtopp og kystreinlav og for den andre dvergtranebær, kvitkrull og myrsigdmose. Skillet mellom *Erico-Sphagnetalia* og *Sphagnetalia magellanici* er klart, men ellers ikke særlig stort. Når fuktheiene flyttes til *Nardo-Callunetea* ville forbundsnivå være tilstrekkelig. Det ville også gjøre den globale inndeling av *Oxycocco-Sphagnetea* lettere.

Det er også et tydelig skille mellom furumyrskogene og rismyrsamfunnene. De viktigste skillearter for myrskogene er furu, furutorvmose, filtsigdmose, vanlig bjørk og gran (buskformet). En noe større skilleartsgruppe med bl.a. bærlyngartene er felles med de subalpin/alpine myrsamfunn.

Med en slik 2-veis gruppering, vestlig-østlig og myrskog-rismyr skulle en altså få 4 hovedenheter (assosiasjoner). Men en femte enhet skiller seg også klart ut, de subalpin/lågalpine rismyrer med dvergbjørk- og fjellkrekling kontra lavlandets røsslyng-dominerte utforminger. Denne dvergbjørk-rismyra har de sjeldne karakterarter dvergtettegras og akssigdmose. Den har også minerotrofe skillearter (sammen med myrskogen) og mangler mange viktige lavlandsarter.

ASSOSIASJONENE

Det er altså skilt ut 5 assosiasjoner, det samme antall som hos Dierssen (1982 a,b), ved tilsvarende avgrensning av klassen. En av Dierssen's assosiasjoner går ut og en kommer til. Assosiasjonene er følgende:

1. *Erico tetralicis-Sphagnetum magellanici* (Osvald 23) Moore 68 (tabell 1, 1-6) er den vestnorske rismyra. Et høvelig navn skulle være klokkelyng-rismyr. I motsetning til Dierssen (l.c.) vil jeg utelate de våte mattesamfunn med rome-vortetorvmose-dominans (*Leuko-Scheuchzerion*). Han har også beskrevet et *Narthecio-Sphagnetum papillosum* Dierssen 82 som skulle vikariere for *Erico-Sphagnetum* i montane til subalpine myrer i Nordvestnorge. Den skilles ved litt større forekomst av *Leuko-Scheuchzerion*-arter og virker dårlig begrunnet.

I de mest oceaniske områder av Vestnorge er en gråmosefase (tabell 1, 5-6) svært typisk. Fukthei, teppemyr og bakkemyr

Tabell 1: Samletabell for sønorske rismyrksamfunn. Mulige karakterarter er merket x.

Assosiasjon Nr	Erico-Sph m						Erico-Pin		Oxycocco 4-Pin							Emp n-Sph f				Oxycocco m-Emp h						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Antall analyser	14	9	10	37	30	8	13	7	6	26	18	6	6	10	17	20	6	8	30	15	27	20	20	8	9	10
x <i>Eriophorum vaginatum</i>	V	IV	III	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	II	V	V	III	V	III
x <i>Andromeda polifolia</i>	IV	V	II	V	II	III	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	IV	V	I
x <i>Rubus chamaemorus</i>	II	I	II	V	I	I	IV	III	V	V	V	V	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
x <i>Sphagnum fuscum</i>	I	V	I	V	.	II	V	I	V	II	III	V	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	II
x <i>Mylia anomala</i>	II	III	.	V	.	II	V	.	V	I	II	IV	IV	IV	III	V	V	V	III	V	V	V	V	IV	V	II
x <i>Polytrichum strictum</i>	II	II	.	.	.	II	II	II	V	II	III	V	IV	V	I	III	I	I	III	V	IV	V	V	IV	III	V
x <i>Calyptogeia sphagnic.</i>	.	.	.	.	.	.	II	.	II	II	II	II	II	II	III	II	V	II	II	I	V	II	II	.	.	II
x <i>Lepidozia setacea</i>	II	II	.	.	I	II	.	.	II	.	.	.	.	.	.	II	IV	III	II	II	.	.	.	.	.	.
<i>Erica tetralix</i>	IV	IV	V	III	IV	V	V	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myrica gale</i>	II	IV	II	.	II	III	IV	V	.	.	.	II	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Molinia caerulea</i>	.	I	I	.	II	III	II	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia implexa</i>	.	.	I	.	III	II	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
x <i>Oxycoccus microcarpus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	III	?	II	I	III	III	II	V	III	III	IV	V	III	V	V	.	II	.
<i>Cladonia stellaris</i>	.	.	.	I	.	.	.	.	III	I	.	I	IV	I	II	IV	V	I	I	I	.	I	.	.	.	V
x <i>Dicranum bergeri</i>	.	.	.	I	.	.	.	I	III	.	II	.	II	II	.	II	I	.	.	II	.	?	I	.	.	.
<i>Rhacomitrium lanug.</i>	II	.	.	.	V	V	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum tenellum</i>	II	.	I	II	I	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Narthecium ossifrag.</i>	III	.	I	.	III	II	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypnum ericetorum</i>	I	.	I	.	II	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i>	.	.	.	I	.	.	V	V	V	(V)	II	V	V	V	III	II	V	.	I	.	.	.	.	.	.	.
x <i>Sphagnum nemorum</i>	.	.	.	V	.	.	V	IV	III	I	I	IV	V	IV	I	.	I	.	III	.	.	.	.	.	.	(V)
<i>Dicranum rugosum</i>	.	.	.	.	.	.	V	IV	III	I	II	IV	V	III	II	.	I	.	II	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	V	III	III	.	II	V	II	IV	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Picea abies</i>	.	.	.	.	.	.	III	.	II	.	I	V	I	IV	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium uliginosum</i>	.	.	I	.	I	I	IV	V	IV	IV	V	V	V	II	V	III	I	I	I	V	V	V	II	V	III	
<i>Sphagnum angustifol.</i>	II	II	.	.	.	.	III	II	V	IV	IV	V	IV	IV	.	I	I	.	.	IV	.	IV	V	.	V	.
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	.	.	.	.	I	.	II	V	III	V	V	V	V	IV	III	.	.	.	.	I	II	III	.	IV	III	V
<i>Pohlia sphagnum</i>	II	.	.	I	.	.	V	.	V	III	IV	V	III	IV	.	I	I	.	I	V	.	II	I	.	IV	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	.	.	.	.	II	IV	III	III	V	V	IV	V	II	.	.	.	.	I	V	V	IV	III	I	II
<i>Sphagnum russowii</i>	.	.	.	.	.	.	II	II	.	.	I	II	I	III	I	.	.	.	.	.	II	V	V	.	II	(V)
<i>Aulacomnium palustre</i>	II	.	.	.	.	.	IX	I	.	I	III	IV	II	III	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	III
<i>Calluna vulgaris</i>	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	IV	V	IV	V	III	V	V	V	III	V	.	.	I	I	.	.	.
x <i>Oxycoccus quadripet.</i>	.	IV	II	V	.	III	V	IV	V	IV	III	V	V	IV	.	V	V	I	.	.	.	.	.	.	.	.
x <i>Sphagnum sagellan.</i>	II	IV	I	V	I	III	V	V	II	III	V	IV	III	II	II	IV	V	I	.	.	.	.	.	.	.	.
x <i>Drosera rotundifolia</i>	IV	II	.	V	I	II	II	.	V	I	I	II	III	.	IV	IV	V	V	?	.	.	.	.	.	.	.
<i>Empetrum nigrum</i>	II	II	I	I	I	II	II	II	V	III	V	IV	IV	.	II	IV	V	I	?	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scirpus cespitosus</i>	II	II	II	V	II	IV	I	III	I	.	.	.	.	I	II	II	.	V	II	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum rubellum</i>	V	V	II	V	I	III	.	IV	.	.	II	.	.	III	I	V	V	III	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula nana</i>	I	I	II	.	II	I	.	II	I	II	IV	.	III	II	.	I	.	.	II	V	V	V	V	V	V	V
x <i>Pinguicula villosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.
<i>Empetrum hermaphrod.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	IV	III	.	.	.	(IV)	V	V	V	V	IV	V	V	
x <i>Dicranum leioneuron</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	II	II	.	V	?	.	II	III	
<i>Carex bigelowii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthocaulis binstaed.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cetraria cucullata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphenolobus minutus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leuko-Scheuchzerion:	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex pauciflora</i>	I	.	.	.	.	II	.	.	.	.	I	.	.	I	II	I	I	II	I	II	I	.	V	.	.	.
<i>Sphagnum balticum</i>	.	.	.	I	.	.	.	.	IV	.	I	.	.	.	.	III	V	V	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Dontoschisia sphagn.</i>	V	I	.	I	II	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sphagnum papillosum</i>	I	II	I	I	I	V	II	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>imbricatum</i>	V	.	.	I	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gyanocolea/Cladipod.</i>	.	.	I	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	I	.	.	II	I	.	.	.	.	.	.	.	I
Lavarter:	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia rangiferina</i>	.	I	III	II	II	.	V	II	V	I	II	V	V	IV	IV	V	V	I	I	III	II	V	II	IV	II	V
<i>arbuscula coll.</i>	.	.	V	II	III	.	V	IV	IV	I	II	I	V	II	IV	II	II	.	III	IV	II	V	II	V	II	V
<i>pyxidata coll.</i>	.	.	III	.	II	I	V	III	I	I	I	V	I	.	I	I	.	.	.	I	.	IV	.	.	.	III
<i>fimbriata</i>	.	.	.	.	.	.	III	.	IV	I	II	II	.	.	II	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>deformis</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I	I	II	V	I	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III
<i>Cetraria island.coll.</i>	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	I	I	I	.	.	II	I	.	.	IV
<i>Cladonia uncialis</i>	.	.	III	I	IV	I	II	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>gracilis</i>	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	I	.	I	I	.	.	II	.	II	.	V	II	.	.	.
<i>squamosa</i>	.	.	.	I	.	.	II	.	.	.	.	I	II	.	.	I	II	I	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>cornuta</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	I	II	V	I	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>cenotea</i>	.	.	.	.	.	.	.	II	.	I	II	III	I	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Andre (EF ≥ 10):	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	I	I	.	.	I	I	V	IV	V	IV	V	V	V	V	III	II	.	IV	IV	III	V	V	V	II	I	III
<i>Cephalozia spp.</i>	II	.	.	IV	.	.	III	I	I	I	III	I	II	I	II	V	II	I	II	.	.	V	V	.	.	V
<i>Calliergon stramin.</i>	.	II	.	.	.	.	II	I	.	.	.	.	.	.	I	.	.	I	III	I	.	III	.	.	.	I
<i>Dicranum scoparium</i>	.	.	.	.	.	.	III	.	I	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	?	V	.	.	V
<i>Eriophorum angust.</i>	I	.	I	.	II	II	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	I	.	.	.	II	.	.
<i>Lophozia spp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	V	.	.	II
<i>Ptilidium ciliare</i>	.	.	.	.	.	.	I	III	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II

av fuktheikarakter (*Ericetum tetralicis*) dekker også store arealer på torvmark i Vestnorge (Øvstedal 1985). De har en del felles arter med klokkelyg-rismyra (klokkelyng, rome, røsslyng), men altså bare få egentlige rismyrarter.

2. *Erico tetralicis*-*Pinetum sylvestris* (K.-Lund 81) K.et B. Dierssen 82 (tabell 1, 7-8) er den tilsvarende vestnorske furumyrskog. Klokkelyng-furumyrskogen finnes i furuområdene i klokkelyg beltet i myrkanter, fattige skogmyrer o.l. Den inntar her muligens også noe av fuktheias nisje.
3. *Oxycocco quadripetali*-*Pinetum sylvestris* K.-Lund 81 (tabell 1, 9-15) er den velkjente østnorske furumyrskog. Furuskog på myr går ikke stort høyere enn mellomboreal. I høgboREALen er rismyrforbundet bare representert ved dvergbjørk-rismyr (assosiasjon nr. 5).

I Øst-Sverige er finnmarkspors en viktig dominant i furumyrskog og kjennetegner ifølge Dierssen (1982 b) en vikarierende assosiasjon, *Ledo-Sphagnetum magellanici* Sukopp 59. Selv om vi i Østnorge har enkelte spredte forekomster av denne arten er det langt fra den massive dominans en ser lengre øst og ingen grunn til å skille ut den vikarierende assosiasjon.

4. *Empetro nigri*-*Sphagnetum fusci* Du Rietz 21 (tabell 1, 16-19) er den gamle klassiske sydiskandinaviske låglands rismyr. Forskjellene mot Nordhagens (1927, 1943) og andres subalpin/alpine rismyrer er svært klar. Jeg har derfor her skilt røsslyng-rismyra fra dvergbjørk-rismyra og har tatt opp igjen Du Rietz gamle navn. Overgangen mellom disse to assosiasjoner skjer et sted i området mellomboreal til høgboREAL. I mellomboreal kommer fjellkrekling inn (tabell 1, 14-15).
5. *Oxycocco microcarpo*-*Empetretum hermaphroditi* Nordh.43, dvergbjørk-rismyr (tabell 1, 20-26) er den eneste av de utskilte enheter som har gode assosiasjonskarakterarter, nemlig dvergtettgras og muligens akssigdmose. Sonesson (1970) har skilt ut de alpine utforminger som en egen assosiasjon, *Carex bigelowii*-*Rubus chamaemorus*-ass (Tabell 1, 24-26). Men skilleartene antyder heller en subassosiasjon betinget av chionofobe arter og lite snødekke.

KONKLUSJON

Med den avgrensning som her er foretatt får klassen *Oxycocco-Sphagnetea* et svært enhetlig innhold. Den deler seg klart i to hovedretninger: En rikere/tørrere furumyrskog (myrkant) og en våtere/fattigere rismyrdel (myrvidde). Begge disse kan videre skilles i en østlig og en vestlig vikarierende assosiasjon. I rismyrdelen er det også en vikarierende assosiasjon i høgboREAL/lågalpin sone (der furumyrskogen mangler).

Klassen er vel utstyrt med karakterarter. En del av disse går også mer spredt i andre myrsamfunn, men opptrer da aldri så dominerende som i rismyrene. De to forbund derimot har få karakterarter, men skulle kjennes lett ved hjelp av skillearter. Når assosiasjonene ses under ett har de heller ikke så mange karakteristiske arter. Bare dvergbjørk-rismyra har 2 nokså fåtallige. I det enkelte geografiske område, der det jo bare forekommer en eller to assosiasjoner kan flere arter brukes. Uansett er skilleartene såpass mange og dominerende at assosiasjonene vanligvis skulle være lette å kjenne.

I overgangen mellom de (klimatisk) vikarierende samfunn vil det sannsynligvis være glidende overganger. Fjellkrekling-formen av røsslyng-rismyra i mellomboreal er et slik overgangssamfunn. Hvor brede og uklare slike overgangssoner er i praksis er ikke undersøkt.

Innenfor de enkelte samfunn er det også en klar mikrovariasjon etter plassering i tuesystemet. Det er også mange underenheter i overgangen til mer minerotroft pregete samfunn. Samfunnet kan også etablere seg på tuer i andre myrsamfunn, og vil da ofte få innslag av arter fra disse. I denne oversikten er det ikke tatt hensyn til dette.

LITTERATUR

- Braun-Blanquet, J. & R. Tüxen 1943. Übersicht der höheren Vegetationseinheiten Mitteleuropas - Stat. Intern. Geobot. Mediterr. Alp. Montpellier 84, 11 s.
- Cajander, A.K. 1913. Studien über die Moore Finlands - Acta for. fenn. 2, 208 s.
- Dahl, E. 1956. Rondane - Skr. norske Vidensk-Akad. I. Mat.- Naturv. Kl. 1956, 3, 374 s.
- Dierssen, K. 1982 a. Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore NW-Europas - Ed. Conserv. Jardin bot Ville de Genève 6, 382 s.
- " 1982 b. Kiefernreiche Phytozönosen kiefernreicher Moore im mittleren und nordwestlichen Europa - in Dierschke, H. red.: Struktur und Dynamik von Wäldern, Vaduz; s. 299-331.
- Fransson, S. 1972. Myrvegetationen i sydvästra Värmland - Acta phytogeogr. Suec. 57, 133 s.
- Kielland-Lund, J. 1981. Die Waldgesellschaften SO-Norwegens - Phytocoen. 9: 53-250.
- " 1986. SE Norwegian Scheuchzeretalia-communities. Lidia 1, 3-4:142-145.
- Klokk, T. 1982. Mire and forest vegetation from Klæbu, Central Norway - Gunnera 40, 71 s.
- Malmer, N. 1962. Studies on mire vegetation in the archaean area of southwestern Götaland (South Sweden) - Op. bot. 7, 1, 322 s.
- Nordhagen, R. 1927. Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes - Skr. norske Vidensk-Akad. I. Mat.-naturv. Kl. 1927, 1, 612 s.
- " 1936. Versuch einer neuer Einteilung der subalpin-alpinen Vegetation Norwegens - Bergens Mus. Årb. 1935, 7, 88 s.
- " 1943. Sikilsdalen og Norges fjellbeiter - Bergens Mus. Skr. 22, 607 s.
- Osvald, H. 1923. Die Vegetation des Hochmoores Komosse - Sv.växt. soc. Sällsk. Handl. 1, 436 s.

- Passarge, H. 1964. Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I - Pflanzensociologie (Jena) 13, 324 s.
- Sjörs, H. 1948. Myrvegetation i Bergslagen - Acta phytogeogr. Suec. 21, 299 s.
- Sonesson, M. 1970. Studies on mire vegetation in the Torneträsk area, northern Sweden III - Op. Bot. 26, 120 s.
- Tüxen, R. 1937. Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands-Mitt. Flor.- soz. Arb.-gem. Niedersachsen 3, 170 s.
- Øvstedal, D.O. 1985. The vegetation of Lindås and Austrheim, western Norway - Phytocoen. 13: 323-449.

Til tabell 1:

Kolonne nr	1	er fra	Dierssen 1982a, 50A,7.
"	2	"	Dierssen 1982a, 50A,9.
"	3	"	Dierssen 1982a, 50A,9.
"	4	"	Osvald 1923, s.121.
"	5	"	Dierssen 1982a, 50A,13.
"	6	"	Dierssen 1982a, 50A,15.
"	7	"	Kielland-Lund upublisert.
"	8	"	Dierssen 1982b, 2,1.
"	9	"	Kielland-Lund 1981, 28 clad.
"	10	"	Fransson 1972, 6.
"	11	"	Sjörs 1948, A.
"	12	"	Kielland-Lund 1981, 28 vacc.
"	13	"	Kielland-Lund 1981, 27 T.
"	14	"	Kielland-Lund 1981, 27 Wh.
"	15	"	Klokk 1982, 9, A-E.
"	16	"	Sjörs 1948, B
"	17	"	Kielland-Lund 1981, 28 Pinus.
"	18	"	Kielland-Lund 1981, 28 Mitte.
"	19	"	Klokk 1982, 8, A-G.
"	20	"	Nordhagen 1943, 94, 11-25.
"	21	"	Sonesson 1970, 1,5.
"	22	"	Nordhagen 1927, s.264, I+III.
"	23	"	Nordhagen 1927, s.272, I+II.
"	24	"	Sonesson 1970, 1,12.
"	25	"	Sonesson 1970, 1,13.
"	26	"	Dahl 1956, 49a.

Om dvergplantesarfunns i klassen Isoeto-Nanojuncetea i Norge.

Odd Vevle
Telemark distriktshøgskole
3800 BØ i TELEMAR

Innleiing

På vekselfuktig mark som er relativt tett kan det til tider opptre merkelege plen-liknande samfunns av "pusleplanter", - planter som kan vera "vanskeleg å verta vis med" for å sitera Lid s flora.

Slike samfunns dannas i hovudsak av eittårige gras, sivaks, og andre pusleplanter. Nokre av desse utgjer ein eigen klasse Isoeto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943 i det plantesosiologiske systemet.

Samfunns i denne gruppa er sørlege og varmekjære. Dei synes å vera best utvikla og er vanlegast i sentrale og sørlege deler av Europa. I det internasjonale kulturvern-året 1988-89 kan det vera på sin plass å nemna litt om slike samfunns da dei dels opptrer under anthropogene forhold.

Det synes å vera semje om at vi også i Norge har slike samfunns (Fremstad & Elven 1987: vedlegg 1 s.5.). Det er enda svært lite undersøkingar av desse samfunna i Norden og det er for lite grunnlag for skildring av boreale assosiasjonar. I dette innlegget ønskjer ein å orientera om desse samfunna si synsystematiske plassering, deira karakteristiske arter og døme på korleis dei opptrer. vidare vil ein diskutera om dei norske forekomstane utgjer eigne samfunns eller berre "fragmentarische Ausbildungen" (Pietsch 1973).

Plantesosiologisk inndeling

Den syntaxonomiske inndelinga av klassen er omstridd. Avvikande oppfatningar er presenterte av Philippi (1974), Pietsch (1973) og Dierssen (1983). Fleire oppfatningar er vist i tabell 1.

Fysiognomi:

Samfunna i denne gruppa dannas av både såkalla pusleplanter og dvergformer av arter som normalt blir større ved høgare nitrogenstatus (Pietsch 1973: 408 ff.). Det inngår også ei rekkje thallofyttiske og andre levermosar.

Økologi

Samfunna opptrer episodisk på strender av vatn, elvar, brakke havstreder, moderat tråkkbelasta stiar og hjulspor. Dei kan opptre årvisst eller med uregelmessige mellomrom.

Dei er lyselskande og konkurransesvake og dannar alltid eitslag pionervegetasjon som har kort vegetasjonsperiode etter turrlegging av veksestaden utpå våren/forsommaren.

Dersom veksestaden blir meir stabilisert, eller får endra hydrografiske forhold (t.d. mindre oversvømming eller tørrare på andre måtar) vil dei kunna bli avløyste av flommarks-enger i *Agrostietalia stoloniferae*; ved auka gjødling: av driftvollsamfunns i *Bidention tripartitae*; ved auka tråkkbelastning: av tråkksamfunns i *Polygonion avicularis*.

Jordsmonna er umodne mineraljordsprofil med lite humus.

Syndynamikk

Samfunna er definerte som kortliva og kan som nemnt etterføljast av samfunns av ulike slag. På streder som er permanent våte dannar dei soneringar og blir infiltrerte av isoetidesamfunns som er karakteristiske på grunt vatn (*Littorelletalia*-samfunns).

Karakteristiske arter

Trass i avvik i synsystematisk ordning av forbunda er det stor grad semjeom at desse dvergplantesarfunna er karakterisert avartenei tabell 2.

Tabell 1. Synsystematisk inndeling av Isoeto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943.

Etter Philippi (1977) i Süddeutsche Pflanzengesellschaften

Isoeto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943 (Dvergisiv-klassen)

- Cyperetalia fusci Pietsch 1963 (Dvergsivsamfunn i temperert Europa)
- Nanocyperion W. Koch 1926 (Dvergak-forbund)
- Elatino-Eleocharitenion ovatae Pietsch & Mueller-Stoll 1968
(incl. Eleocharition ovatae Philippi 68, Elatini-Eleocharition Pietsch 73)
- Juncenion bufonii Philippi 1968 (Paddesiv-forbund)
(incl. Radiolion linoidis og Nanocyperion Pietsch 1973)

Pietsch 1973 si synsystematiske oversikt er også akseptert av Moravec & al. 1983; med unntak av Heleocloo-Cyperetum som dei ikkje nemner:

Isoeto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943

- Isoetetalia Br.-Bl. 31 s.str. em. Pietsch 73 (mediterranesamf. m. geofyttar)
- Preslion cervinae Br.-Bl. 1931
- Isoetion Br.-Bl. 1931
- Cyperetalia fusci (Klika 35) Mueller-Stoll & Pietsch 61 (samf. i temp. Europa)
- Elatino-Eleocharitenion ovatae Pietsch 1965
- Radiolion linoidis (Rivas-Goday 1961) Pietsch 1965
- Eu-Nanocyperion flavescens (Koch 1926 s.str.) Rivas-Goday 1961
- Heleocloo-Cyperion (Br.-Bl. 1952) Pietsch 1961

Dierssen: Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins (1983:27):

Isoeto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943

- Cyperetalia fusci (Klika 35) Mueller-Stoll & Pietsch in Lohm. 62
- Nanocyperion W. Koch 1926
- Elatino-Eleocharitenion ovatae Pietsch 1965
- Radiolion linoidis (Rivas-Goday 1961) Pietsch 1965
- Cyperion flavescens (Koch 1926 s.str.) Rivas-Goday 1961

Westhoff & den Held (1969), Plantengemeenschappen van Nederland:

Isoeto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943

- Nanocyperetalia fusci Klika 35
- Nanocyperion flavescens W. Koch 1926

Kaspar & Krausch (1980), i Süßwasserflora von Mitteleuropa:

Isoeto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943

- Isoetetalia Br.-Bl. 1931 s.str. em. Pietsch 1973 - mediterrane samfunn
- Preslion cervinae Br.-Bl. 1931
- Isoetion Br.-Bl. 1931
- Cyperetalia fusci (Klika 35) Mueller-Stoll & Pietsch 61
- Elatino-Eleocharitenion ovatae Pietsch 1965
- Radiolion linoidis (Rivas-Goday 1961) Pietsch 1965
- Nanocyperion flavescens (Koch 1926 s.str.) Rivas-Goday 1961
- Heleocloo-Cyperion (Br.-Bl. 1952) Pietsch 1961
- Cyperetalia orientalis Mueller-Stoll & Pietsch 1961
- Ammanio-Cyperion orientalis Mueller-Stoll & Pietsch 1961

Tabell 2. Arter med tyngdepunkt i *Cyperetalia fusci*, med kode 0-4 for truet-
het: 0 = utrydda; 1 = direkte trua; 2 = sårbare; 3 = sjeldne, 4 = hensyns-
krevande. Nokre av artene manglar i Norden, men kan lett spreias med fugl.
Utbreiingsdata frå ymse floraer.

Urter

<i>Sagina nodosa</i> - knopparve (Caryophyllaceae)	
<i>Sagina subulata</i> - nålarve (Caryophyllaceae)	
<i>Illecebrum verticillatum</i> (Illecebraceae) (subatl-wmed)	
<i>Crassula aquatica</i> - firling (Crassulaceae)	3?
<i>Potentilla supina</i> - møllemure (Rosaceae)(berre på avfallsplassar hjå oss)	
<i>Radiola linoides</i> - dverglin (Linaceae)	3?
<i>Hypericum humifusum</i> - dvergperikum (Hypericaceae)	3?
<i>Elatine alsinastrum</i> - kransevjeblom (Elatinaceae)(Finland)	3?
<i>Elatine hexandra</i> - skaftevjeblom (Elatinaceae)	4?
<i>Elatine triandra</i> - trefelt evjeblom (Elatinaceae)	4?
<i>Peplis portula</i> - vasskryp (Lythraceae)	3?
<i>Lythrum hyssopifolia</i> - møllekattendale (Lythraceae)(på avfallsplassar hjå oss)	
<i>Centunculus minimus</i> - pusleblom (Primulaceae)	3?
<i>Blackstonia perfoliata</i> (Gentianaceae) atl-med)	
<i>Centaurium pulchellum</i> - dverggyllen (Gentianaceae)	3?
<i>Cicendia filiformis</i> (Gentianaceae) (atl-med)	
<i>Callitriche brutia</i> - stilkvasshår (Callitrichaceae)	2
<i>Limosella aquatica</i> - evjebrodd (Scrophulariaceae)	4?
<i>Lindernia procumbens</i> (Scrophulariaceae) (euras-subatl)	
<i>Veronica acinifolia</i> (Scrophulariaceae) (wmed)	
<i>Gnaphalium luteo-album</i> - gråurt-art (Asteraceae)	
<i>Gnaphalium uliginosum</i> - åkergråurt (Asteraceae)	

Graminider

<i>Coleanthus subtilis</i> - dverggras (Skedsmo, ca 1840, ikkje attfunnen)	0
<i>Scirpus setaceus</i> - bustsivaks (Cyperaceae)	3?
<i>Carex bohemica</i> (Cyperaceae)	
<i>Carex cyperoides</i> (C.bohemica)(Cyperaceae)(Danm.,Finl.)	2?
<i>Cyperus fuscus</i> - dvergak (Skåne, Gotland, truleg utgått)	1
<i>Eleocharis acicularis</i> f. <i>annua</i> - eittårig nålsivaks	
<i>Eleocharis ovata</i> - ettårig, liknar E. acic., i C.-, S- og Ø-Europa	
<i>Schoenoplectus</i> (<i>Scirpus</i>) <i>supinus</i> - til ca 54 gr.N br.(Casper & Krausch 80:271)	
<i>Juncus bufonius</i> - paddesiv	
<i>Juncus capitatus</i> - hovudsiv (S-Sverige, utgått på mange lok.)	2 Norden
<i>Juncus tenageius</i> (med.-smed., til Danmark) (Casper & Krausch 1980)	
<i>Juncus pygmaeus</i> = <i>J. mutabilis</i> (N til Kattegat)	3? 2?

Mosar og alger

<i>Archidium alternifolium</i>
<i>Fossombronia wondraczeki</i> - leirlurv
<i>Fossombronia dumortieri</i>
<i>Phaeoceros laevis</i> - gulnål
<i>Riccia bifurca</i> - -gaffelmose
<i>Riccia glauca</i> - -gaffelmose
<i>Riccia canaliculata</i> - -gaffelmose
<i>Botrydium granulatum</i> - alge

Vanlege (karakteristiske?) føljearter er iføljje Pietsch (1973:tab. 3-4)
arter frå

- Littorelletea: *Eleocharis acicularis*, *Juncus bulbosus*,
- Phragmitetea: *Alisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Phragmites australis*, *Galium palustre*,
- Bidentetea: *Bidens tripartita*, *Ranunculus scelerateus*, *Rorippa palustris*, *Alopecurus geniculatus*, *Polygonum hydropiper*,
- Scheuchzerio-Caricetea: *Juncus articulatus*, *Ranunculus flammula*,
- Polygono-Poetea: *Polygonum aviculare*, *Poa annua*, *Sagina procumbens*.
- Dessutan: *Callitriche palustris*, *Chara* spp., *Lemna minor*, *Veronica scutellata*, *V.serpyllifolia*, *Plantago major*, *Ranunculus repens*, *Agrostis stolonifera*.

Utbreiing og spreingsbiologi

Artene er generelt sørlege. Samfunna i ordenen *Cyperetalia fusci* (Klika 1935) Mueller-Stoll & Pietsch 1961 er i hovedsak utbreidd i Mellomeuropa frå Litauen og Kviterussland og Kaspiahavet. I sør fins dei frå Hellas til Spania og Portugal der dei blir avløyste av samfunn i *Isoetetalia* Br.-Bl. 1931 som er karakteriserte også av geofyttar. Mot nord fins samfunna i Irland, og i Skandinavia "finden sich nur noch fragmentarische Ausbildungen" (Pietsch 1973: 408, jamfør Moor 1936: 28).

Dei fleste artene er tilpassa spreing med vind (Moor 1936: 23), men også spreing med fugl synes vera vanleg hjå dei karakteristiske artene. Frøa er småe og har lang overlevingstid, noko som er nødvendig da ikkje alle år har dei nødvendige/tilstrekkelige hydrografiske forholda for vegetasjonsutvikling og frømodning i den terrengnisjen der samfunna ofte opptrer.

Som gruppe kan ein seia at samfunna opptrer azonalt da deira forekomst er sterkt avhengig av forholda på veksestaden. Men dei einskilde artene og vegetasjonstypene (på assosiasjonsnivå) her snevrare utbreiingsmønster og opptrer som erstatningssamfunn med zonal utbreiing.

Verneverdi og verneverdighet (Schutzwürdigkeit und Schutzbedürfniskeit)

Fleire av dei karakteristiske artane er på lister over utrydda, trua og sjeldne arter (Miljøverndepartementet 1984, Ovesen & al. 1982) jamfør også koding på lista ovanfor. Samfunna utgjør ein eigen formasjonstype som er avhengig av menneskeleg påvirkning. Fordi dei opptrer uregelmessig under spesielle forhold vil både samfunna og einskildarter kunna utgjera chorologisk interessante forekomstar.

På same måte som ei rekkje krypdyr (fjellsalamander *Triturus alpestris*, klokkefrosk *Bombina bombina*, løvfrosk *Hyla arborea*, grønflekkpadde *Bufo viridis*, langbeinfrosk *Rana dalmatina* o.a.) er trua av at bekkar, dammar og anna våtmark blir tørrlagt (jfr. Ovesen & al. 1978) utgjør dei amfifyttiske dvergplantесamfunna biocenosar som fortener særleg åtgåum i kulturlandskapsåret 1988-89; og skulle etter mi meining fortene plass i "raude lister" over plantесamfunn; "sie zählt zu den Kostbarkeiten der mitteleuropäischen Flora" (Pietsch 1973: 407).

Samfunn av denne typen er ikkje skildra i Nordisk Ministerråd (1984) si oversikt som er det næraste vi er komne til "raude lister over sjeldne og trua plantесamfunn".

Tidlegare omtale av dvergplantесamfunna i Norden

I dei to meste brukte klassifikasjonssystema for kartlegging i store målestokkar (Hesjedal 1973 og Moen 1981) er det ikkje nemnt einingar som kan føra tankane inn på denne gruppa.

Tyler & al. (1971) gir ei skildring av (Blysmo) *Caricetum pulchellae*: "Innefattar *Blysmetum rufi* Gillner 1960 - samt *Caricetum pulchellae* med tre subassosiasjonar" (Tyler & al. 1971: 66). Artssamansetning og skildringa kan føra tanken til samfunn som kan reknast til *Isoeto-Nanojuncetea*.

Frå strender ved Bottenhavet rapporterer Ericson & Wallentinus (1979: 72) om *Crassula-Elatine-Limosella*-samfunn som synes å høyra til i denne gruppa, men uten nærare skildring og klassifisering.

Frå Røros beskriv Elven (1979) temporære strandsamfunn av *Carex scandinavica*, *Callitriche palustris* og *Veronica scutellata* som minner om dvergplantесamfunna.

Da det i 1983 var laga "Forarbeid til nytt kodesystem for kartlegging i store målestokkar" og "Forarbeid til plantесosiologiske oversikt over norske vegetasjonstypar vart det nemnt forbund og assosiasjonar som det kan vera aktuelt å føra dei norske utformingane til (Vevle 1983a:9, 1983b:18).

I den omfattande opplistinga av representative og sjeldne vegetasjonstypar i Norden (Nordisk ministerråd 1984) har eg ikkje kunna finna slike amfifyttiske dvergplantесamfunn.

Tabell 3. Samfunn i dynetrau, Lista, Vest-Agder. (Communities in dune slacks, Lista, Vest-Agder: 1-4: *Sagina nodosa*-*Agrostis stolonigera*-comm; 5: *Juncus alpino-articulatus*-comm.; 6-19: *Carex scandinavica*-comm. After Larssen 1977: Tab 43 col. 22-29, tab. 55, col. 20-29).

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Orig col. no	22	23	24	25	26	27	28	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
K & D <i>Cyperetalia fusci</i>																			
<i>Sagina nodosa</i>	2	2	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus alpino-articulatus</i>	.	.	.	.	4	1	1	.	.	.	1	.	1	1	1	.	.	.
<i>Carex scandinavica</i>	1	1	2	1	.	1	1	2	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	
<i>Campylium polygamum</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	5	3	5	2	2	6	6	5	6	6
<i>Preissia quadrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	3	5	3	5	5	1	1	2	1	1
Characteristic companions																			
<i>Agrostis stolonifera</i>	6	6	6	6	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	3	3	3	
<i>Juncus articulatus</i>	1	1	1	1	4	4	3	3	2	2	2	2	1	2	1	2	1	1	
<i>Scirpus uniglumis</i>	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	1	1
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Juncus gerardii</i>	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus balticus</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linum catharticum</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	1	1	1	1	1
No of other species	5	4	3	4	3	3	5	2	9	5	7	6	6	5	5	7	8	5	

Tabell 4. *Cyperetalia*-samfunn på åker- og veikantar (*Cyperetalia*-communities of borders of cereal fields (1-2) and paths and roadsides). Bø i Telemark). Localities:

- 1: 5, 9.8.83, Bø, Nistaas, in cereal field near border, c/o H. Hegna,
 2: 6, 9.8.83, Bø, Nistaas, in cereal field near forest, c/o H. Hegna,
 3-7: 12-16, 12.9.81, Bø, Nistaas, in small road through conifer forest.

No	1	2	3	4	5	6	7
Locality	5	6	12	13	14	15	16
Date	9	9	12	12	12	12	12
Month	8	8	9	9	9	9	9
Year	83	83	81	81	81	81	81
Area sq.m.	1	1	,5	,5	,5	,5	,5
C-layer (cover %)	.	.	40	40	60	60	70
Aspect	N	N	.	.	.	.	.
Slope	2	2	.	.	.	.	.
Total no. of spec. rec.	11	11	10	11	8	13	11
K and D <i>Cyperetalia fusci</i>							
<i>Juncus bufonius</i>	5	5	3	3	5	5	5
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	3	3	1	1	1	1	1
<i>Galium uliginosum</i>	.	.	1	1	.	1	1
<i>Blasia pusilla</i>	.	.	.	.	.	.	1
Diff. a (<i>Stellarietea</i>)							
<i>Polygonum persicaria</i>	2	2	.	.	.	.	.
<i>Spergula arvensis</i>	1	2	.	.	.	.	.
<i>Polygonum tomentosum</i>	1	1	.	.	.	.	.
Diff. b							
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	1	1	1	1	1
<i>Sagina procumbens</i>	.	.	1	1	1	.	1
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	1	.	1	1
Characteristic companions							
<i>Agrostis stolonifera</i>	1	1	1	1	.	1	1
<i>Juncus articulatus</i>	.	.	.	.	.	1	.
No other species	5	3	4	4	4	6	3

Tabell 5. Cyperetalia-samfunn på Osterøy (Cyperetalia-communities on Osterøy, Hordaland, W-Norway): 1-12: Crassula-comm.; 13-18: Juncus bufonius-comm.; 19: Callitriche palustris-comm.

Localities: 1-15: 12-13, 16-28, 3.7.84. Selvik-shores of hydroelectric reservoir lake Storavatnet, LN 11 19, 150 mas.,

16-17: 1-2. 28.7.82. Hole Sjøveien road, LN 072 207, 5 mas.

18: 22, 27.7.84. Mjøsa, Nyatræ, LN 077 199, 50 mas.

19: 19, 15.7.84, shores of lake Holavatn, 26 mas.

New no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Locality	20	22	21	13	12	25	18	19	23	26	16	17	24	1	2	22	27	28	15
Date	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	28	28	27	3	3	27
Month	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Year	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	82	82	84	84	84	84
Area sq.dm	.	.	.	-	-	90	4	25	.	.	61	16	.	.	.	.	.	.	200
C-layer (cover %)	40	60	.	.	.	.	80	80	80	60	80	80	90	.	.	.	.	60	.
D-layer (cover %)	50	50	.	.	.	.	20	10	30	30	30	30	30	.	.	.	.	30	.
Aspect	E	E	E	SE	SE	E	E	E	E	E	E	E	E	.	.	.	E	E	E
Slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	.	.	0	0	2
Total no. of spec. rec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
K & D Cyperetalia fusci																			
Juncus bulbosus	2	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus bufonius	4	5	1	3	3	5	3	3	4	1	3	4	5	5	5	4	5	2	.
Gnaphalium uliginosum	1	1	.	.	1	1	1	1	1	1	2a	1	.	.	.	.	2	2	.
Crassula aquatica	3	2	3	3	1	2	5	5	3	2	2	4	.	.	.	.	.	.	.
Callitriche palustris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	.	.	2	1	4
Fossombronia dumortieri	3	1	.	.	.	1	1	1	2	1	1	2	1	.	.	.	2	1	.
Blasia pusilla	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
Bidention- & other N-philous species																			
Polygonum hydropiper	.	1	.	2	2	1	2	1	1	1	3	1	2	.	.	.	1	1	2
Rorippa palustris	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	1	2	.
Spergula arvensis	2	1	1	2	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Chamomilla suaveolens	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Senecio vulgaris	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
No Scheuch.-Caric.spp	3	1	8	2	0	1	1	2	2	1	2	1	1	1	0	6	2	0	1
No other species	5	7	5	5	1	6	3	3	6	6	5	3	5	3	2	2	2	5	3

Tabell 6. Cyperetalia-samfunn frå Austagder og Stord (Cyperetalia-communities from Aust-Agder, SE Norway and Stord, W Norway).

Communities: 1-2: Centunculus-Radiola-comm.; 3: Odontites-Carex pulchella-comm.; 4: Sagina nodosa-Juncus bufonius-comm.; 5: Crassula aquatica-comm.; 6: Juncus ranarius-comm.; 7: Scirpus setaceus-Stellaria alsine-comm.

Localities:

1. Grimstad, Ruakerkilen, in geolitoral depression, NW-shore, MK8371, 19.8.87
2. Grimstad, Ruakerkilen, in geolitoral-depression, NW-shore, 19.8.87
3. Lillesand, Kjøstveitkil, in the sound, MK549495, 8.9.87
4. Tromøy, Tromlingene, MK9481, shores of brackish pond, 8.9.87
5. Tromøy, Sandå-Saulekil, MK939814, 9.9.87
6. Tromøy, Tromlingene, MK9481, 8.9.87
7. Stord, Adlandsvatn, 13.7.85

No	1	2	3	4	5	6	7
Locality	1	2	28	25	9	20	.
Date	19	19	8	9	9	9	13
Month	8	9	9	9	9	9	7
Year	87	87	87	87	87	87	85
Area sq.m	1	,5	,5	2	,5	,3	.
C-layer (cover %)	70	60	80	60	60	70	.
D-layer (cover %)	20	30	0	0	50	20	.
Aspect	S	S	NE	S	S	.	S
Slope	0	0	2	0	0	.	0
Total no. of spec. rec.	19	13	12	-	8	-	17
K & D Cyperetalia fusci							
Radiola linoides	r	r	.	.	.	.	.
Centunculus minimus	2m	2b	.	.	.	.	.
Odontites litoralis	2m	1	2m	.	.	.	.
Carex pulchella	3	3	2a	.	.	.	1
Centaurium pulchellum	.	.	+	.	.	.	.
Juncus ranarius	.	.	.	4	.	.	.
Sagina nodosa	2m	2b	.	.	3	.	.
Gnaphalium uliginosum	.	.	.	.	2b	.	r
Riccia sp.	.	.	.	.	3	.	.
Juncus bufonius	.	.	.	.	2m	.	2m
Crassula aquatica	.	.	.	.	.	4	.
Scirpus setaceus	.	.	.	.	.	.	1
Fossombronia dumortieri	.	.	.	.	.	.	1
Stellaria alsine	.	.	.	.	.	.	2a
Juncus bulbosus terrestris	.	.	.	.	.	.	2m
Callitriche palustris	.	.	.	.	.	.	2m
Asteretea-species							
Plantago maritima	2m	3	2m	2m	.	.	.
Triglochin maritimum	2m	.	1	.	.	.	.
Glaux maritima	2m	.	2m	2m	.	.	.
Blysmus rufus	2b	2b	2m	.	.	.	.
Juncus gerardii	1	.	1	.	.	.	.
Campylium polygamum	2b	3	.	.	.	.	.
Characteristic companions							
Agrostis stolonifera	2b	.	2m	r	.	.	1
Scirpus quinqueflorus	1	1	.	.	.	.	.
Juncus alpino-articulatus	2m	2b	.	.	.	.	.
Linum catharticum	.	2m	.	.	.	.	.
Triglochin palustre	.	.	.	1	.	.	.
Sagina procumbens	.	.	.	.	.	.	2m
Juncus articulatus	.	.	.	.	.	.	2m
Polygonum hydropiper	.	.	.	.	.	.	2m
Montia fontana	.	.	.	.	.	.	2m
No other species	6	3	2	0	3	3	5

Table 7. Isoetide-samfunn med Cyperetalia-arter (Isoetid-communities with Cyperetalia-species intermediate between Isoeto-Nanojuncetea and Littorelletea) Etter Fremstad 1985: 44, Gudbrandsdalen SE Norway.

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Orig no	91	92	93	84	85	86	87	88	17
No species	5	6	6	6	7	8	9	10	19
K & D Cyperetalia fusci									
Crassula aquatica	1	3	1	.	.	1	.	1	1
Callitriche palustris	.	.	.	1	1	2	1	1	1
Limosella aquatica	.	.	.	1	1	1	40	20	1
Elatine orthosperma	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Juncus alpinoarticulatus	.	.	.	.	.	.	.	.	1
K & D Littorelletalia									
Subularia aquatica	20	50	10	10	15	20	30	30	1
Ranunculus reptans	5	5	60	2	1	.	1	3	20
Eleocharis acicularis	1	1	.	1	1	10	.	1	.
Isoetes echinospora	5	3	.	.	1	.	.	1	.
Characteristic companions									
Eleocharis palustris	.	.	2	.	.	1	3	.	.
Galium palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	1
No other spec.	0	1	2	1	0	2	4	3	8

Table 8. Havstrand-samfunn i Nord-Norge med affinitet til Cyperetalia (Seashore communities from N-Norway with affinity to Cyperetalia fusci). Lokaltetar (Localities): 1: Limosella-Callitriche palustris-samf., Finnmark, after Elven & Johansen 1983:141. 2: Limosella-Callitriche palustris-brackish foreshore-comm., 11 releves from Nordland, 2 from Troms, 2 from Finnmark; Elven in litt; 3: Juncus bufonius-ranarius-brackish foreshore-comm., 9 rel. from Nordland, 1 rel. from Finnmark, Elven in litt.

Column no	1	2	3
No stands	10	15	10
No species:	.	42	26
K & D Cyperetalia			
Limosella aquatica	V	V	.
Callitriche palustris	V	III	.
Crassula aquatica	.	I	.
Juncus bufonius & ranarius	V	III	V
Characteristic companions			
Agrostis stolonifera	II	V	V
Triglochin palustre	V	IV	II
Eleocharis uniglumis	III	III	I
Juncus alpinoarticulatus	.	II	I
Sagina procumbens	.	I	I
Eleocharis acicularis	.	II	.
Galium palustre	.	I	.
Ranunculus reptans	.	I	.
Montia fontana	.	I	.
Catabroza aquatica	.	.	I
No of other species vasculares			
halophytic species	1	11	13
glycophytic wetland plants	.	5	3
other species	1	7	2
Sum		42	26

Tabell 9. Cyperetalia fusci-samfunn nær Oгна, Jæren, Rogaland. 28.6.1984.
 1-4: Radiola-samfunn,; 5-8(-12): Crassula-samf.; 13-20: Limosella-samf.
 Locality: shores of brackish lake near Brusand camping.

Col. no	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Locality	12	26	27	34	10	11	36	35	14	15	29	33	30	31	32	17	18	19	20	21
Area sq.m.	.	,1	,1	,1	,5	,5	1	1	,1	,1	,1	,1	,1	1	,5	5	4	4	2	1
Total no. of spec. rec.	8	11	9	7	9	7	8	8	6	6	5	4	4	4	8	3	4	5	5	6
K & D Cyperetalia fusci																				
Radiola linoides	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crassula aquatica	.	2	2	5	4	4	5	2	2	2	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Limosella aquatica	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	1	2	2	2	2	1	1	+	2	3
Juncus bufonius	2	2	2	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	2	3	4
Characteristic companions																				
Agrostis stolonifera	.	3	2	1	2	2	2	3	2	1	1	.	.	1	1	1	1	2	1	1
Scirpus uniglumis	2	1	2	2	2	1	1	1	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	.	1
Ranunculus flammula	2	1	1	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Carex scandinavica	2	1	.	.	.	.	2	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Juncus articulatus	.	1	1	.	1	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Triglochin palustre	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus alpino-articulatus	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
K Littorelletalia																				
Scirpus acicularis	.	.	.	3	.	.	.	1	.	.	3	2	4	4	2	.	.	.	.	.
Juncus bulbosus s.l.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus reptans	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Subularia aquatica	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
No of other species	2	2	1	1	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2

Table 10. Littorelletalia-samfunn med Cyperetalia-arter (Littorelletalia-community with Cyperetalia-species). Etter Wold 1981: 78 p.p.; Akersvika, Hamar, Hedmark, SE Norway. Reveles 1 sq. m.; cover-abundance according to Hult-Sernander-DuRietz scale; 6 = 75 - 100%).

No	1	2	3	4	5	6	7
Rel. no	385	387	389	390	392	413	414
C-layer (cover %)	70	80	99	99	99	80	60
Open mud	30	20	.	.	.	20	40
Total no. of spec. rec.	8	10	6	8	10	7	8
K & D Cyperetalia							
Limosella aquatica	1	1	4	2	1	1	4
Crassula aquatica	1	1	1	1	1	1	1
Callitriche palustris	1	1	1	1	1	1	1
Elatine hydropiper	1	.	.	.	.	.	.
K Littorelletalia							
Scirpus acicularis	4	5	5	5	5	1	3
Ranunculus reptans	1	1	1	1	1	5	1
Other characteristic companions							
Polygonum hydropiper	.	1	.	1	1	1	1
Rorippa palustris	.	1	.	.	1	.	1
No other species	2	3	1	2	3	1	1

Økoforsk-utgreiinga "Enheter for vegetasjonskartlegging i Norge (Fremstad & Elven 1987: vedlegg 1 s. 5) fører opp deler av "kortskudd-strand" type 01 og "brakkvass-forstrand, vasshår-firling-evjebrodd-type" som mulige einingar innafor *Nanocyperion flavescens* Koch 1926 i *Cyperetalia fusci* (Klika 1935) Mueller-Stoll & Pietsch 1962.

I Økoforsk sitt oversyn over kunnskapsnivået om vegetasjonstypar ved vassdrag er ikkje nemnt samfunn som inngår i denne gruppa (Andersen & Fremstad 1986).

Under kapitlet om isoetidevegetasjon nemner Almquist (1929: 64 ff) *Elatine hydropiper*-ass. og *E. triandra*-assosisjon. I tillegg til isoetider frå *Littorelletalia* blir det nemnt *Peplis*, *Limosella*, *Elatine* og *Tillaea* som karakteristiske trekk. Almquist sine skildringar er noko av bakgrunnen for Pietsch (1983 in litt.) sitt forslag om *Subulatio-Limosellion* som eit borealt *Cyperetalia*-forbund.

Skildring og diskusjon av nokre *Cyperetalia*-samfunn i Norge

I Sokndalsvassdraget rapporterer Drangeid (1984) om mosesamfunn som synes å stå på overgangen mellom *Littorelletea*- og *Isoteo-Nanojuncetea*-samfunn; med dominans av *Gymnocolea inflata* saman med *Oligotrichum hercynicum*, *Jungermannia crenulata*, *Polytrichum commune* *Pohlia drummondii*, dels med betydelig innslag av krypsiv - *Juncus bulbosus* og gjennomsett av *Equisetum fluviatile*. (Drangeid 1984: 38, profilanalyse).

Kristiansen (1988:102) rapporterer om Vasshår-firling-evjebrodd-forstrand på 2 lokalitetar av havstrender i Nord-Trøndelag. Forekosmtane har *Elatine hydropiper* og *Limosella aquatica*, er ikkje nærare beskrivne.

Ved Nesheim i Granvinsvatnet er det registrert samfunn av sylblad, evjebrodd, firling, småvasshår, evjesoleie og krypsiv som synes å utgjera forekomstar av *Cyperetalia*-samfunn (Odland 1982:37).

Frå Øvre Otra beskriv Steinnes 1985 samfunn som kan førast til denne gruppa "Vegetasjon i og ved rennande vatn": På torv jord og sand fins *Pellia epifylla* (vårrose), *Nardia scalaris* (oljemose) og dymose (*Gymnocolea inflata*). Karplantevegetasjon manglar bortsett frå *Juncus bulbosus* (krypsiv).

Tabell 3 beskriv ulike samfunn i dynetrau på Lista (etter Larssen 1977). Lite innslag av *Cyperetalia*-arter og dominerande arter frå andre syntaxa (oversvømmings-enger) gjer plassering i *Cyperetalia* vanskeleg.

Tabell 4 skildrar åkerkant og tråkksamfunn med *Juncus bufonius* og *Gnaphalium uliginosum* som utgjer "rest-samfunn" i klassen. Utformingar som desse frå Bø i Telemark er truleg vidt utbreidde, jamfør tabell 5 kol. 13-18 og dannar på åkerjord vanskelege syntaxonomiske overgangar mot *Stellarietea mediae*-samfunn, jamfør Vevle 1988.

På strendene av det regulerte Storavatnet på Osterøy er det i tabell 5 beskrive eit *Crassula-Juncus bufonius*-samfunn, kolonne 1-19. I kolonne 20 er eit *Callitriche palustris*-samfunn på ei uregulert ferskvannsstrand.

I tabell 6 er stilt saman nokre få analysar frå havstrender i Aust-Agder. Den halofyttiske gruppa av *Radiola-Centunculus* samfunnet, *Odontites-Carex pulchella*-samfunn og *Juncus ranarius*-samfunn inneheld halofyttar frå *Asteretea tripolii*. Desse manglar i det glykofyttiske *Sagina nodosa*- og *Crassula*-samfunnet. Tabellen omfattar også det sjeldne *Scirpus setaceus*-samfunnet frå Adlandsvatn på Stord.

Fremstad (1985) og Wold (1981) sine analysar i tabell 7 og 10 frå ferskvannstrender viser innblanding av *Littorelletalia*-arter i *Crassula-Limosella*-holdige samfunn. Fremstad (1985:43-44) si skildring av isoetide-samfunn langs Gudbrandsdalslågen viser den intime samanblandinga av "dvergplanter": *Crassula aquatica*, *Limosella aquatica*, *Elatine orthosperma*; og isoetider som karakteriserer *Littorelletea*-samfunna: *Isoetes echinospora*, *Subularia aquatica*, *Ranunculus reptans*. "Her synes isoetidesamfunnene å stå i en mellomstilling mellom de to klassene" (op.cit.:45).

Slik innblanding er karakteristisk for fleire av dei glykofyttiske *Cyperetalia*-samfunna. Ei anna årsak kan vera at dvergplantasamfunna utgjer så små areal at 1 kv.m-rutene ikkje alltid blir homogene og representative.

Frådei omfattande registreringane på havstrender i Nord-Norge ligg det føre opplysningar om *Limosella-Callitriche palustris*-forstrender, jamfør tabell 8. Forekomst av karakterarter - *Juncus bufonius*, *Limosella*, *Crassula* og karakteristiske "Begleiter" stadfester ei plassering i *Cyperetalia*, og den europeiske nordgrensa av *Cyperetalia*-samfunn i Finnmark.

Analysane i tabell 9 beskriv ulike *Cyperetalia*-samfunn frå ein brakkvannsjø pø innsida av sanddynene ved Brusand på Jæren. Innafor dette vesle området er det skilt mellom eit relativt tørt *Radiola-Juncus bufonius*-samfunn (kolonne 1-4) og fuktigare *Crassula*- og *Limosella*-samfunn (kolonne 5-20).

Konklusjon

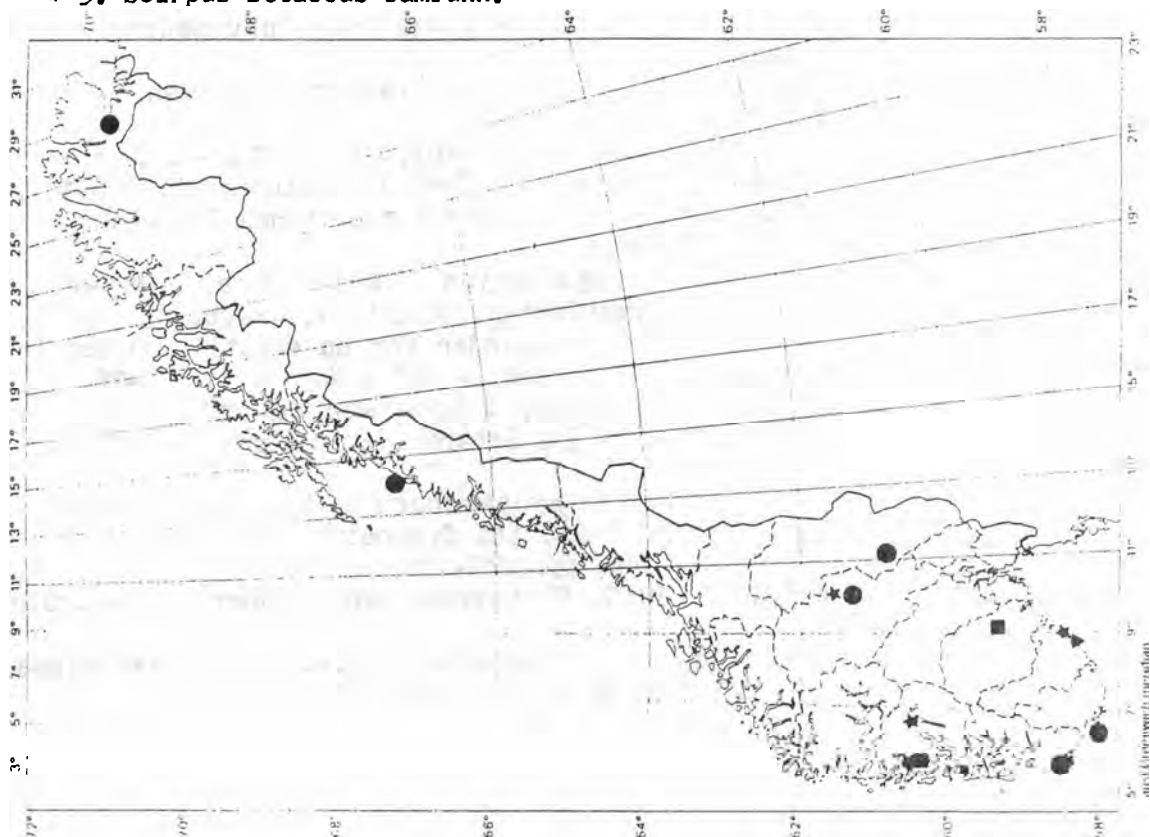
Som påpeika av Fremstad (1985) dannar *Cyperetalia*-artene intime mosaikkar med isoetidlar frå *Littorelletalia*. Analysane som er presenterte her viser likevel at under visse forhold er det mulig å skilja mellom utformingar av *Cyperetalia*-samfunn og deira kontaktsamfunn.

Førebels er materialet for spinkelt til formell definisjon av assosiasjonar, men det synes rimeleg å anta at visse boreale utformingar kan grupperast i eit borealt forbund (eller underforbund under *Nanocyperion*?) slik Werner Pietsch har foreslått (1983): *Subulario-Limosellion* (Pietsch 1983 in litt.). Forbundet har truleg ikkje eigne karakterarter, men *Limosella aquatica*, *Crassula*, *Elatine*-arter og *Peplis* er samanbindande ordens-arter. Forekomst av *Littorelletalia*-arter som *Subularia aquatica*, *Ranunculus reptans*, *Eleocharis acicularis* vil kunne vera regionale skiljearter mot dei fleste mellomeuropeiske syntaxa i *Cyperetalia*. Forekomst av mosar som *Blasia pusilla*, *Fossombronia*-arter o.a. vil kunne skilja *Subulario-Limosellion* frå *Subulario-Isoetion* (Nordhagen 1936) Pietsch 1977.

Som det går fram av kommentarane ovanfor er utbreiinga til *Cyperetalia*-samfunna lite kjent, men analysane som er presenterte ovanfor stadfester forekomst av meir enn "fragmentarische Ausbildungen" (Pietsch 1973), og at det finst utformingar som kan reknast til *Cyperetalia* også i Nord-Norge.

Figur. 1. Lokaliseringskart for studerte *Cyperetalia*-samfunn i Norge (Location map of reported *Cyperetalia*-communities in Norway):

- ★ 1. *Crassula-Cyperetalia*-samfunn
- 2. *Limosella-Callitriche palustris*-samfunn
- 3. *Juncus bufonius*- *Gnaphalium uliginosum-Cyperetalia*-samfunn
- ▼ 4. *Radiola linoides*-samfunn
- ✱ 5. *Scirpus setaceus*-samfunn.



Litteratur

- Almquist, E. 1929. Upplands vegetation och flora. - Acta phytogeogr. suecica 1: 1-622, pl.
- Caspar, S.J. & Krausch, H.-D. 1980. Susswasserflora von Mitteleuropa. Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil, Lycopodiaceae bis Orchidaceae. - Stuttgart, 403 s.
- Dierssen, K. 1983. Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. - Landesamt f. Naturschutz u. Landschaftspflege Schleswig-Holstein, 159 s.
- Drangeid, S.O.B. 1984. Botaniske undersøkelser av Sojndalsvassdraget. - Kontaktutvalget f vassdragreguleringer, Oslo univ., rapp 72: 1-56, 1-5.
- Elven, R. 1979. Botaniske verneverdier i Røros, Sør-Trøndelag. - K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1979 6: 1-159.
- Elven, R & Johansen, V. 1983. Havstrand i Finnmark. Flora vegetasjon og botaniske verneverdier. - Miljøverndep., Rapport T 541:1-357.
- Ericson, L. & Wallentinus, H.-G. 1979. Shore vegetation around the Gulf of Bothnia. Guide for the International Society for Vegetation Science, July-August 1977. - Wahlenbergia 5: 1-142.
- Fremstad, E. 1985. Flerbruksplan for vassdrag i Gudbrandsdalen. Botaniske undersøkelser. 1. Inventering av flommarkene langs Lågen. - Økoforsk rapp. 1985 3: 1-184.
- Fremstad, E. & Elven, R. 1987. Enheter for vegetasjonskartlegging i Norge. Økoforsk utredn. 1987 1.
- Hesjedal, O. 1973. Vegetasjonskartlegging. - As, 118 s.
- Kristiansen, J.N. 1988. Havstrand i Trøndelag. Flora vegetasjon og verneverdier. - Økoforsk rapp. 1988:7A 1-186.
- Larssen, G. 1977. Vegetasjon i sanddynene p Lista. - Univ. Bergen, upubl. hovedfagsoppg.
- Moor, m. 1936. Zur Soziologie der Isoetalia. Beitr. zur geobot. Landesaufn. der Schweiz 20: 1-148.
- Moen, A. 1981. Oppdragsforskning og vegetasjonskartlegging ved Botanisk avdeling, D. K. N. V. S. Museet. K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1981 1: 1-49.
- Moravec, J. & al. 1983. Přehled vyssich vegetacnich jednotek Ceske socialisticke republiky. - Preslia 55: 97-122.
- Nordisk ministerråd 1984. Vegetationstyper i Norden. - Arlov, 539 s.
- Odland, A. 1982. Botaniske undersøkelser langs Granvinsvassdraget. - Univ. Bergen, Bot. Inst. Rapp. 21: 1-59.
- Ovesen, C.H. & al. 1978. Hotade djur och vaxter i Norden. - Nordiska ministerrådet NU A 1979 9: 194 s.
- Philippi, G. 1977. Isoeto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943. - I Oberdorfer, E. ed. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. - Stuttgart, 166-181.
- Pietsch, W. 1973. Beitrag zur Gliederung der europäischen Zwergbinsengesellschaften. - Vegetatio 28: 401-438.
- Steinnes, A. 1985. Flora og vegetasjon i Øvre Otra, Aust-Agder. - Kontaktutvalget for vassdragsregulering, Oslo Univ., Rapp. 83: 1-66.
- Tyler, G & al. 1973. Forslag till riktlinjer for en enhetlig klassificering av havsstrandernas vegetation i Norden. - IBP i Norden 11: 45-76.
- Vevle, O. 1983. Norske vegetasjonstypar. I Forarbeid til nytt kodesystem for kartlegging i store målestokkar. II. Forarbeid til plantesosiologisk oversikt. - Bø, I: 1-41; II: 1-71.
- Vevle, O. 1988. Contribution to the syntaxonomy of Norwegian synanthropic vegetation. - I Zaliberova, M. (red.) 5th Symposium Synanthropic flora and vegetation, Martin; Bratislava, pp. 269-296.
- Westhoff, V. & Den Held, A.J. 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. - Zutphen, 324 s.
- Wold, O. 1981. Strandvegetasjonen i Åkersvika naturreservat ved Mjøsa. - I K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1981 5: 67-83.

DETEKTERING AV VEGETASJON I TIDLIG PIONERFASE VED HJELP AV SATELLITT, UVERSØYRA, NORD-VEST KYSTEN AV SPITSBERGEN.

Lennart Nilsen & Sigmund Spjelkavik
Institutt for Biologi og Geologi
Universitetet i Tromsø

Abstract: Detecting vegetation in an early pioneer stage using satellite data, on a glacier forefield on Uvørsøyra, north-west coast of Spitsbergen.

The topic of this article is to investigate the reliability of satellite images, and it's capability to registrate changes in vegetation and vegetation cover. Increased vegetation cover due to the withdrawal of the glaciers in the area and changes in drainage patter, was detected by Landsat-TM. Using standard infrared color composite and the ratio between near infrared and red, we were able to detect the scarcely vegetated pioner communities.

INNLEDNING.

Et vegetasjonskart basert på et satellittbilde fra 5. august 1985 over Brøggerhalvøya, viste at relativt store områder av Uvørsøyra (fig.1) i Engelskbukta på sørsida av halvøya hadde et markert vegetasjonsdekke. I følge et tidligere vegetasjonskart utarbeidet i 1975/76 (Brattbakk 1981) basert på flybilder fra 1966, viste at samme område hadde vært fritt for vegetasjon eller hadde vært svært sparsomt vegetert. Dette kunne tolkes som om det her hadde skjedd en synlig forandring i vegetasjonsdekket etter 1976.

Lennart Nilsen har i forbindelse med en cand.scient-oppgave under veiledning av aman. A. Elvebakk, startet en studie av suksesjonen i området og skal samtidig se på om det er mulig å oppdage slike forholdsvis små forandringer ved hjelp av satellitt.

Artikkelen som følger bygger på feltarbeid sommeren 1988.

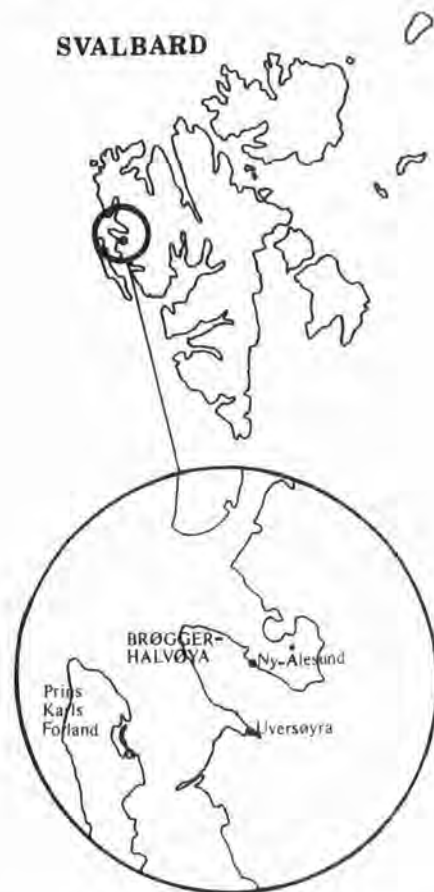


Fig. 1. Svalbard med Uvørsøyra

OMRÅDEBESKRIVELSE.

Uvørsøyra er en stor elvesandur dannet i fronten av breene Uvørs- og Comfortlessbreen. Disse er utløpere fra den store Løvenskiold-

fonna. Midt på elvesanduren ligger en stor terminal morene i øst-vestlig retning, som Comfortlessbreen har trukket seg tilbake fra i løpet av dette århundre.

Uversøyra ligger i kalkrike geologiske formasjoner (Hekla Hoekformasjonene) av prekambrisk alder. Nord for Uversøyra finner vi hovedsaklig karbonater og amfibolitter, mens berggrunnen sør for øyra består av tillitt satt sammen av kalkstein, dolomitt og kvartsitt (Hjelle & Lauritzen 1982.). Artsinventaret av planter gjenspeiler også en kalkrik berggrunn.

Kvartærgeologisk er elvesanduren preget av et stadig skiftende dreneringssystem med grovere og tørt materiale av grus og stein i den øvre delen og mer fuktig og finkornet sand/silt i nedre del hvor sanduren vider seg ut. Den terminale morenen utgjør et kupert landskap med hauger, søkk og mange små tjønn. Haugene består av usortert morenemateriale med stort innslag av ustabil silt. Den nedre delen av morenen er bygd opp av marine avsetninger.

MATERIALE & METODE.

For å få en oversikt over det historiske forløp i området fra år 1900 og fram til i dag er flyfoto, kart, figurer og litteratur fra ulike år studert.

Kontroll av satellittbildet ("ground truthing") er gjort ved kartlegging av vegetasjon og kvartærgeologi i felt. De enkelte vegetasjonsenheter dokumenteres ved tradisjonell vegetasjonsanalyse, basert på 1 x 1 meters ruter spredt subjektivt i antatte plantesamfunn.

Satellittdataene er behandlet på bildebehandlingsutstyret ved Tromsø Satellittstasjon. Det undersøkte satellittbildet er en del av en Landsat TM kvartscene fra 5. august 1985. Bildet har en oppløsning på bakken på ca 30mx30m.

Tre produkter av bildebehandlingen ble i første omgang vurdert:

- et standard infrarødt bilde bygd opp av TM-kanal 4, 3 og 2.
- et klassifisert bilde ("vegetasjonskart") hvor alle TM-kanalene unntatt kanal 6, var brukt.
- et bilde basert på en vegetasjonsindeks med forholdet mellom nærinfrarødt lys og rødt lys.

De to første bildene er vist i brosjyre fra NTNf 1987.

RESULTAT.

Tilbaketrekning av breen (fig.2)

I perioden 1907-77 har breens tilbaketrekning i sjøen vært ca. 2 km, mens den på land har vært på 800-1500 meter. Selve tilbaketrekningen representerer et frigitt areal på 6-7 km², eller 10% av hele Uversøyra (Kergomard 1984).

Tilbaketrekning 1907-36: 20-30 m pr.år
1936-66: 10-15 m pr.år
1966-88: ca.30 m pr.år

Av situasjonsskissene (fig.2) ser vi at det skjer en dramatisk endring i hoveddreneringsmønsteret i perioden 1977-81. I 1977

dreneres fortsatt smeltevannet ut langs den terminale morenen på nordsiden. I 1981 har Comfortlessbreen trukket seg så langt tilbake at smeltevannet nå dreneres rett ut i Engelskbukta sør om den terminale morenen langs fronten av Comfortlessbreen. Dreneringen av smeltevann nord for den terminale morenen avtar betydelig og et større område i nedre del av sanduren stabiliseres og påvirkes ikke lenger av smeltevannsavløp.

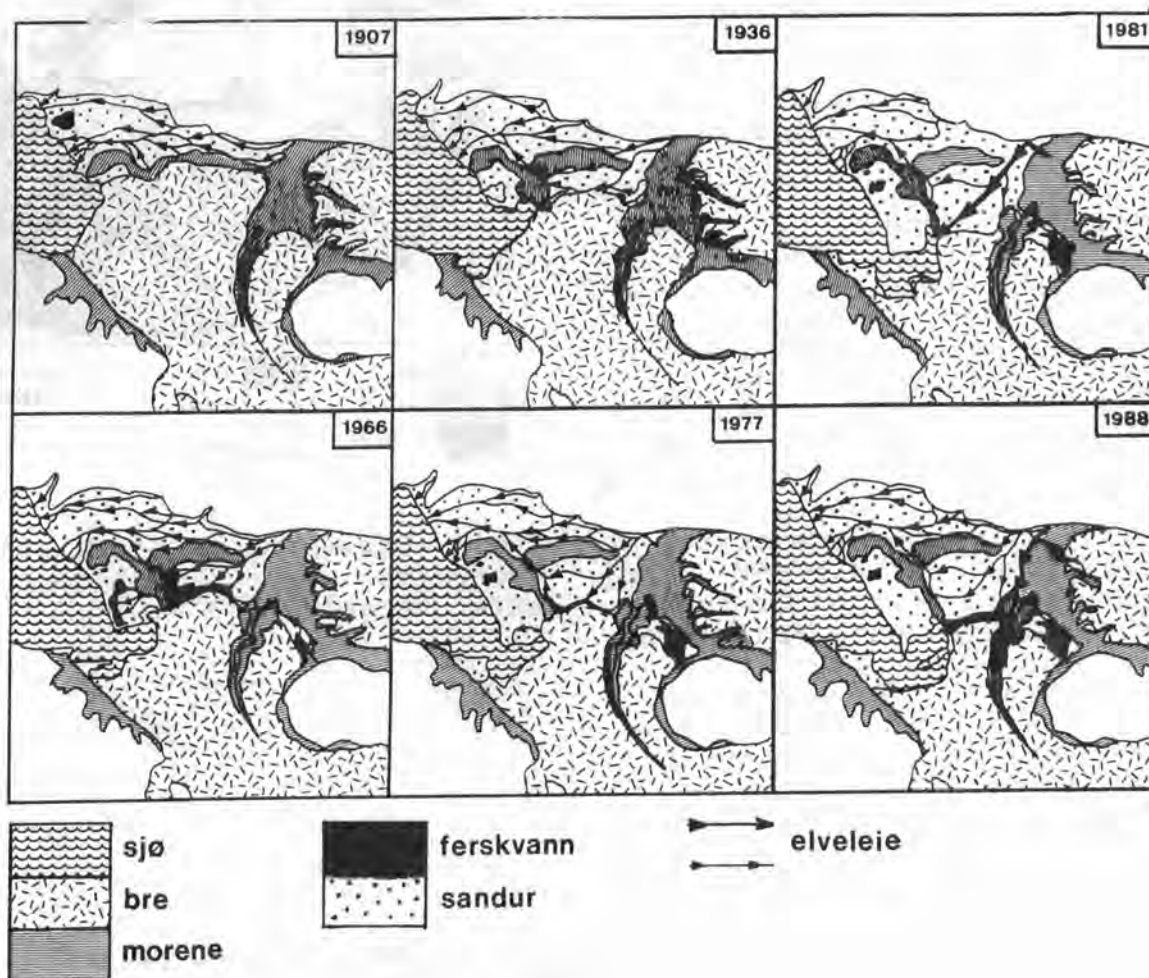


Fig.2. Tilbaketrekkinga av Comfortlessbrea i perioden 1907 til 1988. Siste figur bygger på flybilder og egne observasjoner i felt, resten er omarbeidet etter Kergomard 1984.

Fig.3 viser situasjonen sommeren 1981. Vi merker oss sammenfallet i drenerings-systemet og de nyvegeterte områdene angitt i fig.4.

Vegetasjonskartlegging.

Resultatet av vegetasjonskartlegginga i området er vist i fig.4. På de store flate elveøyrene er vegetasjonen ensartet, mens den er mosaikkpreget i det heterogene miljøet i morenehaugene. Ruteanalysene er summarisk satt opp i tabell 1.

Satellittbildene.

Som nevnt i innledinga indikerte satellittbildet over Brøggerhalvøya at deler av Uvørsøyra var vegetert. Det standard infrarøde bildet som viser vegetasjonen i nyanser i rødt og rødbrunt, kom ut med en tydelig "vegetasjonsfarge" i sentrale deler av øyra. Ved klassifiseringa (clustering) av satellittbildet, ble det samme området tilordnet en klasse som på grunnlag av data fra resten av Brøggerhalvøya, var tolket som en klasse med vegetasjon. Bildet eller kartet bygd på vegetasjonsindeksen viste at deler av øyra kunne være sparsomt vegetert.

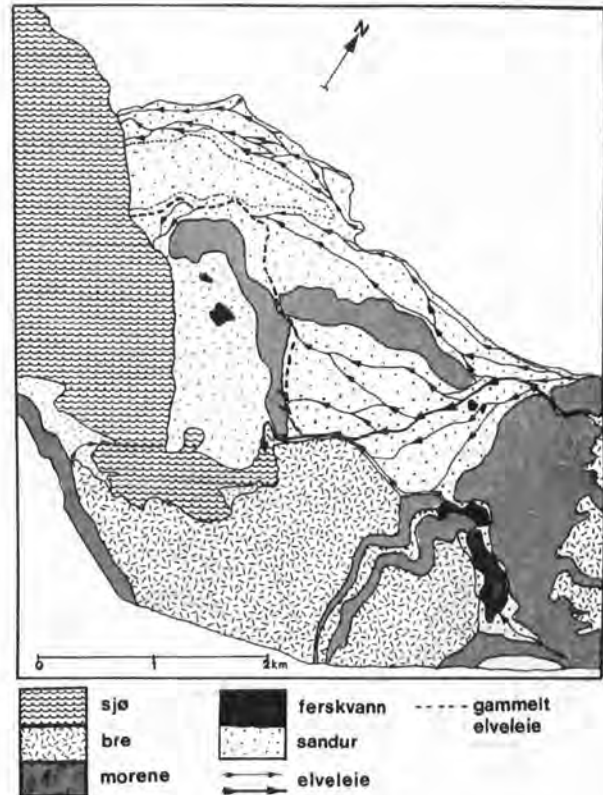


Fig.3. Dreneringsmønsteret på Uvørsøyra i 1988. Omarbeid etter Kergomard 1984.

DISKUSJON/KONKLUSJON.

I tida før 1977 har et ustabil dreneringsmønster med periodevis stor vannføring hindret en permanent etablering og utvikling av vegetasjonen på elvesanduren i sentrale deler av Uvørsøyra. I perioden 1977-81 endret hoveddreneringsmønsteret seg kraftig og hovedmengden av smeltevannet går nå rett ut i Engelskbukta, langs fronten av Comfortlessbreen. De nordligste og nederste delene av sanduren blir mer eller mindre stabiliserte og forholdene legges til rette for en ekstensiv etablering av vegetasjon på tidligere uvegeterte og lite vegeterte områder. Sommeren 1988 var dekningsprosenten på de nyvegeterte områdene varierende fra 5-50 %. Imidlertid har I.Brattbakk, som var med på å utarbeide vegetasjonskartet i 1975/76 meddelt oss at de avmerkede uvegeterte områdene også i 1975 hadde en viss grad av vegetasjon, men med en såvidt lav dekningsprosent at han valgte å skille elvesanduren ut som områder uten vegetasjon.

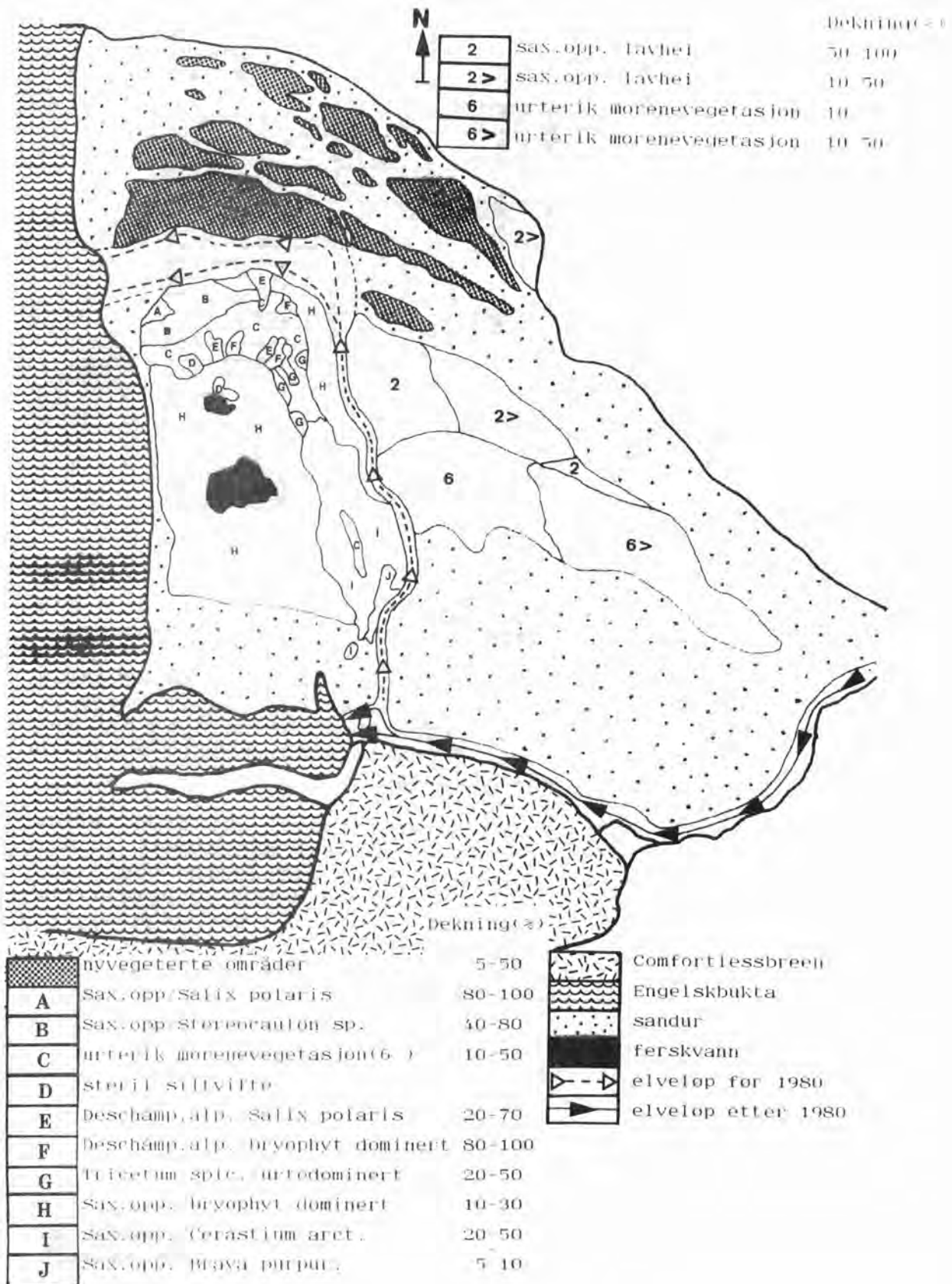


Fig. 4. Vegetasjonskart over Uvørsøyra.

Plantesamfunn		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	områder	Nyvegeterte Salix polaris	Sax. opp. / Stereocaulon sp.	Sax. opp. / vegetasjon	Urtelik moreneveg. Steril silvifte	Salix polaris	Deschamp. alp. / bryoflyt dominert	Deschamp. alp. / urtedominert	Trisetum spic. / urtedominert	bryoflyt dominert Sax. opp. / Cerastium arct.	Sax. opp. / Braya purpur.
Saxifraga oppositifolia	•	•	•	•					•	•	•
Braya purpurascens	•			•						•	•
Juncus biglumis	•								•		
Salix polaris		•	•	•		•		•			
Polygonum viviparum		•	•	•				•			
Cerastium arcticum			•	•		•		•	•	•	
Deschampsia alpina				•		•	•	•			
Trisetum spicatum						•		•			
Draba oxycarpa				•		•					
Pedicularis hirsuta			•	•							
Minuartia rubella			•	•				•		•	
Poa alpigena				•		•		•			
Ranunculus hyperboreus							•				
Catoscopium nigratum	•								•		
Encalypta procera	•		•			•		•	•	•	
Ditricum flexicaule	•			•		•		•	•	•	
Distichum inclinatum	•		•					•			
Bryum sp.	•					•					
Drepanocladus revolvens							•				
Drepanocladus uncinatus		•		•		•		•			
Scorpidium turgidum							•				
Philonotis tomentella							•				
Stereocaulon alpinum			•	•				•	•		
Fulgensia bracteata			•	•							
Cetraria delisei		•	•					•	•		
Collema sp.	•								•		
Lecidea sp.			•								

Tabell 1. Kartlagte plantesamfunn i nedre del av sanduren og den terminale morena med de viktigste og mest frekvente artene.

Vi kan ikke tidfeste starten på suksesjonen på elveøyra nøyaktig, men den er utvilsomt eldre enn 10 år. Marian Kuc (1964) viser i et arbeide fra Treskelen i indre Hornsund på Svalbard at det tok ca. 58-68 år å utvikle tundra som et siste stadium i en suksesjon som følge av Hornbreens tilbaketrekning.

Ut i fra de tre bildene basert på satellittdata (infrarødt bilde, klassifisert bilde og indeks-basert bilde) ser det ut til at det er mulig å detektere vegetasjon i en tidlig pionerfase ved hjelp av satellitt. Hvorvidt det lar seg gjøre ved hjelp av satellittdata å klassifisere en slik pionervegetasjon i flere vegetasjonstyper er ennå for tidlig å ta standpunkt til. Riktig nok viste det klassifiserte satellittbildet tre inndelinger av de nyvegeterte områdene på Uversøyra, men det gjenstår å analysere hvorvidt denne inndelinga gjenspeiler endring i plantenes artssammensetning, eller om kvartærgeologiske forhold og fuktighetsgradienter danner grunnlag for klassifikasjonen.

Den foreløbige konklusjonen er at forskjellen mellom det tradisjonelle vegetasjonskartet fra 1975 og LANDSAT 5 TM-bildet fra 1985 kan forklares ut i fra endringer i vegetasjonsdekket i denne 10 års perioden. Forandringa i dreneringsmønsteret i perioden 1977-81 foran Uvérsbrea og Comfortlessbrea har vært radikal og elveøyra nord for den terminale morenen tilføres mye mindre vann nå enn før 1977. Dette forklarer hvorfor det har skjedd en økt vegetering på Uvérsøyra.

REFERANSER.

Brattbakk, I. 1981.

Engelskbukta, Brøggerhalvøya, Svalbard. Vegetasjonskart
1:10 000. K.norske Vidensk. Selsk. Mus. Bot. avd. Trondheim.

Hjelle, A. & Ø.Lauritzen, 1982.

Geological map, Svalbard 1:500 000. Norsk Polarinstitutt
Skrifter Nr.154 C.

Kuc M., 1964.

Deglaciation of Treskelen-Treskelodden in Hornsund, Vestspits-
bergen, as shown by vegetation. Geological results of the
Polish 1957-58, 1959, 1960 Spitsbergen Expeditions. Svalbard
I:17.Vol.XI

Kergomard Par C.1984.

Le retrait glaciaire et les transformation du domaine marginal
de deux grands glaciers au Spitsberg occidental depuis le
debut du vingtieme siecle.
Hommes et Terres du Nord. 1984-3.

NTNF, 1987.

Bruk av satellittdata. Brosjyre utgitt av NTNF, Norsk Romsenter
og Miljøverndepartementet. 24 sider.

ØKOLOGISKE STUDIER AV STRANDTORN (*ERYNGIUM MARITIMUM* L.) PÅ LISTA, VEST-AGDER

Oddvar Pedersen

Klaus Høiland

Botanisk hage og museum
Universitetet i Oslo
Trondheimsveien 23 b
0562 OSLO 5

NINA
Postboks 64
1432 ÅS-NLH

Abstract

Eryngium maritimum (Sea Holly) is considered as vulnerable in Norway (Halvorsen 1980, Økland et al. 1985). It has a scattered distribution along the coastline from the outer Oslofjord to Jæren in Rogaland county. Mainly due to recreation pressure, it has been eradicated from many of its former growing places (Halvorsen 1982). The only place in Norway where the species occur frequently is on the beach at the Lista peninsula, Vest-Agder county in SW Norway.

We have studied 51 synedria with *Eryngium maritimum* at Lista. The synedria were 1 m² plots divided into 25 20x20 cm squares. They were analysed with regard to the square frequency of the species (scale 0-25). The vitality of the *Eryngium maritimum* plants were measured considering number of rosettes per plot, maximum height, number of shoots per rosette, and number of inflorescences per shoot. The vegetation data were analysed by means of "detrended correspondence analysis" (DCA) after removal of 2% of the species total.

The ordination showed that the *Eryngium maritimum* synedria can be organised along a gradient of increasing stabilisation, i.e., distance from sea (DCA 1), along a gradient of increasing deep erosion and increasing covering by *Salix repens* (DCA 2), and along a gradient of shallow erosion (DCA 3).

There was no significant correlation between the DCA axes and any of the vitality measures. The *Eryngium maritimum* plants exhibited the best vitality in the more eroded vegetation types, although the difference was small. The vitality was generally lowest in the *Salix repens*-dunes.

Since 1987 the beaches at Lista are protected according to the Norwegian Act of Nature Conserving, however, not as a "nature reserve", but as a "protected landscape" which is a less effective form of conservation. Within this area there are established some regions where all plant life is completely protected. Unfortunately the best area for *Eryngium maritimum* at Lista, Austre Hauge, is situated outside these completely protected regions. Therefore, we propose to establish such a region also for the mentioned area. At Austre Hauge the large population of *Eryngium maritimum* is probably favoured by grazing by cattle. The animals possibly create the right type of erosion. Moreover the animals avoid the spiny plants, leaving them undisturbed, and removing possible competitors. For future management, we will stress the importance of continued grazing by cattle in the Austre Hauge area.

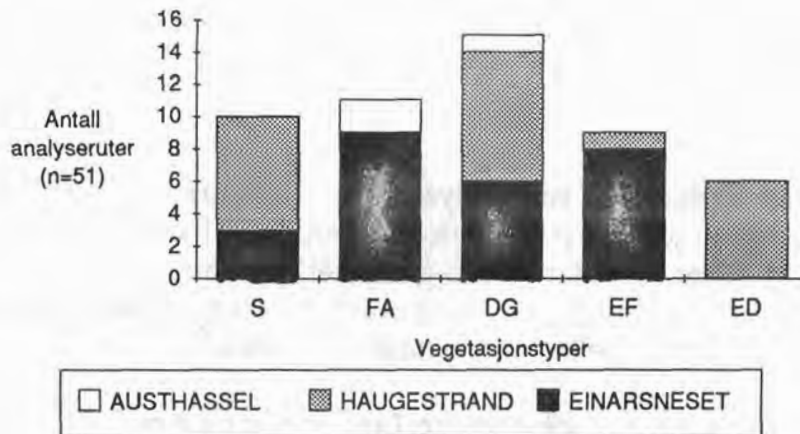
1 Innledning

Eryngium maritimum (strandtorn, strandtistel) er en meget sjelden plante i Norge (Halvorsen 1982) og regnes til truethetskategori 2, sårbar (Økland et al. 1985). Den er utbredt fra Østfold og innover Oslofjorden til Sande i Vestfold, og videre langs kysten til Orre på Jæren. I følge Halvorsen (1982) er 35 lokaliteter kjent i Norge, men arten er bare gjenfunnet på 13 av disse etter 1970. Det foreligger beviser for at den er utgått på de aller fleste av de resterende 21. Bare på Lista (Farsund kommune, Vest-Agder) finner vi lokalt rikelige forekomster, fra Lomsesanden i øst til Tjørve i vest (Høiland 1974a, Halvorsen 1982). Alle de andre gjenværende voksestedene dreier seg om individfattige forekomster, ofte ikke mer en én eller et par planter (Halvorsen 1980, 1982, Økland & Økland 1988).

I kgl. res. av 28. august 1987 ble sanddyneområdene fra Lomsesanden til Tjørve fredet som en del av "Listastrendene landskapsvernområde". Innen dette området er det i tillegg opprettet flere plantefredningsområder (i henhold til Lov om naturvern bl.a. §§ 5, 6, 9 og 13). I sanddyneområdene omfatter dette (1) Einarsneset med tilstøtende deler av Lomsesanden i øst og Husebysanden i vest, og (2) et langstrakt område fra Havika til Austhaselstrand (jfr. fig. 1). Innen plantefredningsområdene er strandtorn på Lista sikret et formelt vern. Imidlertid er de samme plantefredningsområdene yndete rekreasjonsområder. I følge Halvorsen (1982) er det nettopp rekreasjon som utgjør hovedtruselen mot arten. Dette skyldes dels at plantene, på grunn av de grove, meget kvasse piggene fjernes bevisst av folk, og dels økt slitasje ved tråkk, ulovlig bilkjøring og annen menneskelig aktivitet. Som tilleggstrusel kommer plukking og plantesamling. Dessuten ligger noen av de største forekomstene av strandtorn utafor plantefredningsområdene, spesielt sandstrendene ved Austre Hauge. Og sjøl om de fortsatt befinner seg i landskapsvernområdet, er vernebestemmelsene her atskillig vagere.

Siden strandtorn-forekomstene i landskapsvernområdet i sanddynene på Lista representerer de absolutt livskraftigste bestandene i Norge, ja, kanskje i hele Nord-Europa, knytter det seg store vitenskapelige og naturvernmessige interesser til dem. For å kunne forvalte voksestedene på best mulig måte, må vi kjenne mer til artens økologi og opptreden i sanddynene her. Halvorsen (1982) har gjort en rekke autøkologiske observasjoner i felt og konkluderer med at arten har sitt optimum i dyne-grasheia med sporadiske forekomster i etablerte marehalm-dyner og den delen av dyne-lyngheia som grenser til dyne-grasheia (for definisjon av vegetasjonstyper i sanddynelandskapet på Lista, se Høiland 1974a,b og 1978). Både erosjon og beiting ser ut til å passe arten bra. Den har sine største forekomster i beita dyne-grashei hvor såvel vind som tråkk fra husdyr er viktige erosjonsfaktorer (Halvorsen 1982). De kvasse piggene beskytter mot beitende dyr, og det kraftige rotsystemet gjør at den tåler en viss erosjon (se Frisendahl 1926).

På bakgrunn av dette følte vi at det var behov for å vite mer eksakt om økologien til strandtorn på Lista. For eksempel å studere de økologiske gradientene, se på vitalitet, plantedekke og erosjonstilstand på voksestedene. De framskaffete resultatene vil deretter gi grunnlag for retningslinjer for forvaltning.



Figur 2. Vegetasjonstypenes fordeling på lokalitetene. S - Krypvier-vegetasjon, FA - Etablert marehalmdyne, DG - dynegrashei, EF - Erodert etablert marehalmdyne, ED - Erodert dynegrashei.

Tabell 1. Egenverdier og gradientlengde for DCA-ordinasjon. Gradientlengde i S.D.-enheter.

DCA-Akse	Egenverdi	Gradientlengde
1	0.47	3.27
2	0.20	2.52
3	0.13	2.11
4	0.08	1.94

Tabell 2. Korrelasjoner mellom DCA-akser og økologiske parametre. Parametrene rangert i tabellen etter minkende korrelasjon. Øverste verdi er korrelasjonskoeffisient, nederste er signifikantsannsynligheten. (N=51).

DCA AKSE 1	GJ.SN. ANTALL LAVARTER	AVSTAND FRA SJØEN	GJ.SN. ARTER PR. SMÅRUTE	GJ.SN. ARTER TOTALT	TOTAL DEKNING D-SKIKT
	-0.79496 0.0001	-0.75492 0.0001	-0.60901 0.0001	-0.56386 0.0001	-0.56151 0.0001
DCA AKSE 2	HELNING				
	-0.46827 0.0005				
DCA AKSE 3	GJ.SN. ARTER TOTALT	GJ.SN. ANTALL KARPL.	GJ.SN. ARTER PR. SMÅRUTE	GJ.SN. ANTALL MOSEART.	TOTAL DEKNING C-SKIKT
	0.76804 0.0001	0.73599 0.0001	0.72231 0.0001	0.71366 0.0001	0.62313 0.0001
DCA AKSE 4	TOTAL DEKNING C-SKIKT	GJ.SN. ANTALL MOSEART.	GJ.SN. ARTER TOTALT	TOTAL DEKNING D-SKIKT	
	0.57693 0.0001	0.54132 0.0001	0.42766 0.0017	0.35881 0.0097	

3 Resultater og diskusjon

3.1 Subjektiv klassifisering

Ut fra subjektiv bedømmelse fordeler de 51 ruteanalysene av strandtorn seg på følgende fysiognomisk karakteriserte vegetasjonstyper: 10 ruter i etablerte marehalm-dyner, 9 ruter i eroderte etablerte marehalm-dyner, 16 ruter i dyne-grasheier, 6 ruter i eroderte dyne-grasheier, og 10 ruter i krypvier-dominert vegetasjon hvorav 9 av dem kan karakteriseres som tørre krypvier-dyner. Fig. 2 viser fordeling av vegetasjonstypene innen de forskjellige lokalitetene.

Når det gjelder de to best undersøkte lokalitetene, Einarsneset og Austre Hauge, er det visse innbyrdes forskjeller. På Einarsneset finnes strandtorn fortrinnsvis på etablerte marehalm-dyner, stabile såvel som eroderte, mens på Austre Hauge foretrekker den dyne-grasheier og krypvier-vegetasjon. Vegetasjonen på Austre Hauge virker også atskillig mer erodert enn på Einarsneset, noe som sannsynligvis henger sammen med den sterke beitinga (av storfe) på Austre Hauge. På Einarsneset er det ikke beiting i dag.

Som vi ser, bekrefter dette Halvorsens (1982) observasjoner. Både det at den forekommer i dyne-grasheier såvel som etablerte marehalm-dyner, og at den tolererer erosjon. Imidlertid finnes den også i krypvier-vegetasjon, noe som ikke er blitt rapportert fra Norge av tidligere forfattere.

3.2 DCA-ordinasjon

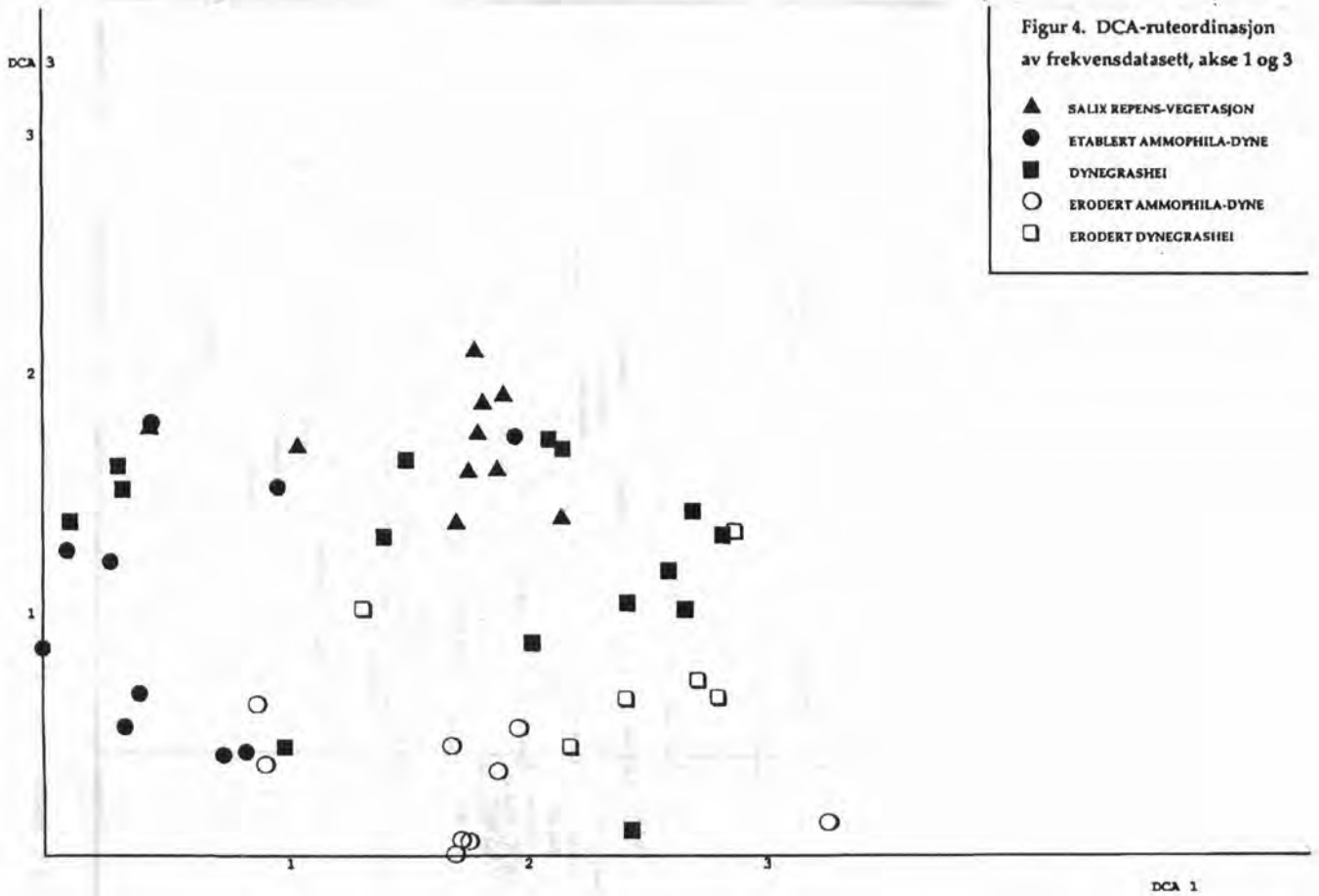
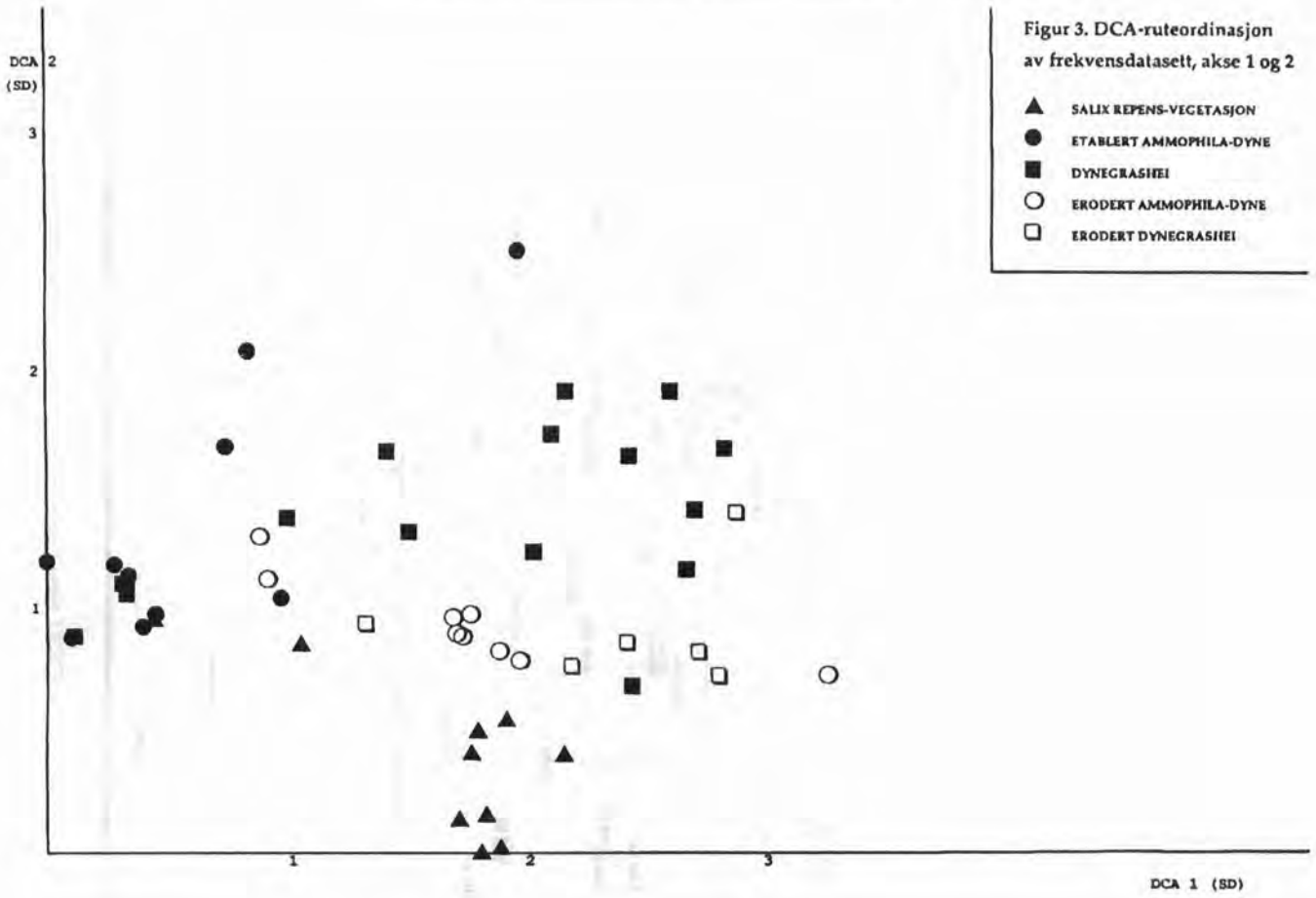
Både prosent- og frekvensdatasettet er blitt benyttet som utgangspunkt for DCA-ordinasjon. Vi velger her å presentere utelukkende frekvensdatasettet p.g.a. best tolkbart resultat og minst klumping av rutene.

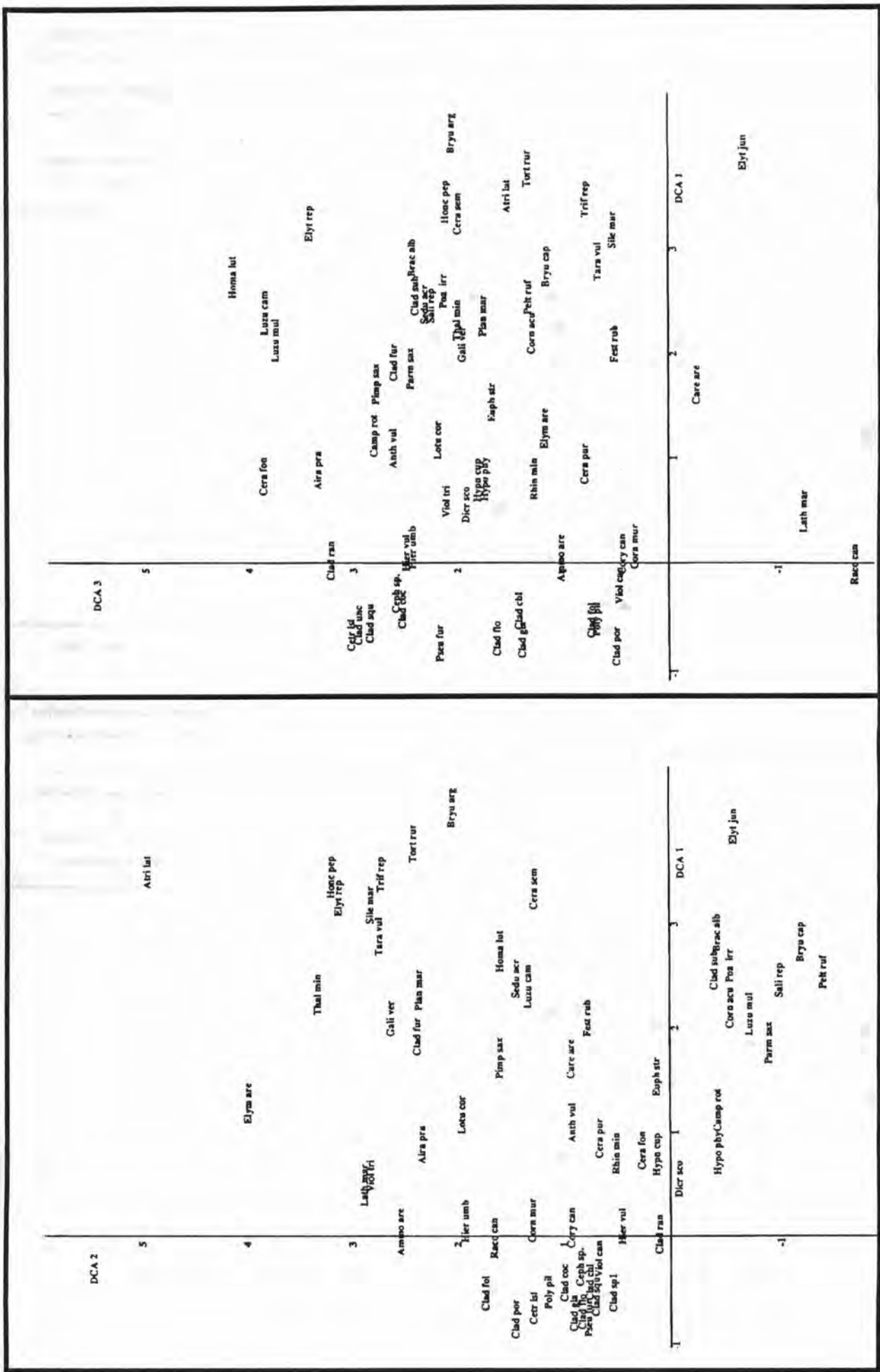
Egenverdier og gradientlengde for de forskjellige aksene er angitt i tab. 1. Ruteordinasjon med frekvensdata med innlagte symboler for subjektiv klassifisering av vegetasjonstyper er vist i fig. 3 (akse 1 og 2) og 4 (akse 1 og 3). De tilsvarende artsordinasjoner er vist i fig. 5 og 6. Tab. 2 gir de målte økologiske verdier som er mest korrelert med DCA-aksene.

3.2.1 DCA-akse 1

Fordeling av analyserutene på grunnlag av de subjektivt klassifiserte vegetasjonstypene langs DCA-akse 1 framgår av fig. 3. Det er en tydelig tendens til at de etablerte marehalm-dynene fordeler seg til venstre, mens dyne-grasheiene fordeler seg til høyre.

Den tilsvarende artsordinasjon er vist i fig. 5. Her ser vi at i venstre del av akse 1 dominerer lav-arter. Blant de viktigste artene lengst mot høyre merker vi oss *Bryum argenteum* (sølvrose), *Tortula ruralis* var. *ruraliformis* (dynehårstjerne), *Elytrigia juncea* (strandkveke), *Honckenia peploides* (strandarve) og *Atriplex latifolia* (tangmelde). Dette er arter som er typiske for tidlige suksesjonsstadier på sanddyner (se Høiland 1978). Midt på akse 1 finner vi ei rekke arter typiske for dynegrasheiene og de etablerte marehalm-dynene (jfr. Høiland 1978).





Figur 5. Artsordinasjon (DCA), akse 1 og 2. Enhetene langs aksene er S.D.

Figur 6. Artsordinasjon (DCA), akse 1 og 3. Enhetene langs aksene er S.D.

På bakgrunn av dette kan vi med visse forbehold tolke akse 1 som en etableringsakse. Dette kan kanskje virke snodig i og med at suksesjonsrekkefølgen til vegetasjonstypene synes snudd. - Dyne-grasheier til høyre, etablerte marehalmdyner til venstre. - Imidlertid må en være klar over at faste, etablerte marehalmdyner med solid bunnsikt godt kan være atskillig eldre og mer stabile enn åpne dyne-grasheier; spesielt der de sistnevnte dannes ved progressiv dynedannelse (se Høiland 1978).

I tab. 2 fremgår det at gjennomsnittlig antall lavarter i ruta, avstand fra sjøen, antall arter i gjennomsnitt pr. smårute og stor rute er sterkt, signifikant (negativt) korrelert med DCA-akse 1. Alle disse faktorer bekrefter akse 1, og dermed materialets hovedgradient som en etableringsgradient.

3.2.2 DCA-akse 2

Langs akse 2 på fig. 3 finner vi helt nederst ei gruppe rute-ordinater fra krypvier-vegetasjonen, mens helt øverst kommer noen spredte ordinater fra etablerte marehalmdyner. På bakgrunn av *Salix repens'* forkjærlighet for eroderende dynesystemer med høyt grunnvannsnivå (Høiland 1978), kan det være fristende å tolke akse 2 som en "fuktighetsakse", med rute-ordinatene som representerer de "fuktigste" vegetasjonstypene nederst.

Fig. 5 viser tilsvarende artsordinasjon. *Salix repens* plasserer seg naturlig nok nederst. Øverst langs akse 2 er det liten struktur på ordinatene, men det er verdt å merke seg *Elymus arenarius* (strandrug), *Lathyrus maritimus* (strandflatbelg), *Viola tricolor* (stemorsblom) *Atriplex latifolia* og *Honckenya peploides* som er karakteristiske for tidlige til relativt tidlige suksesjonsstadier i sanddynelandskapet, eller områder som er erodert. Tab. 2 viser at helningen er den eneste målte parameter som er signifikant korrelert med akse 2. Grunnen til dette er krypvier-dynene som befinner seg nederst langs akse 2. Typisk for disse dynene er kuppelformen, noe som gjør at analysene herfra ble tatt i atskillig mer skrånende terreng enn ellers i området. Helningen er med andre ord en funksjon av krypvier-vegetasjonen.

3.2.3 DCA-akse 3

Langs akse 3 i fig. 4 plasserer de eroderte vegetasjonstypene seg tydelig i nederste halvdel, mens de etablerte vegetasjonstypene i øverste halvdel; dette uavhengig av vegetasjonstype for øvrig. Akse 3 kan derfor karakteriseres som en eroderingsakse med økende erodering mot nedre halvdel.

Riktigere kan det kanskje være å tolke akse 3 som en avbildning av coenoklinen over en økologisk gradient fra etablert til erodert i et system hvor det foregår grunn erodering, dvs. erodering i de øvre sandlagene; mens akse 2 kan tolkes tilsvarende i et system hvor det foregår dyp erodering, ned til grunnvannet, noe som gir grobunn for *Salix repens* og i neste omgang krypvier-dyner.

Fig. 6 viser den tilsvarende artsordinasjon. Langs akse 3 plasserer *Lathyrus maritimus*, *Elytrigia juncea*, *Carex arenaria* (sandstarr), *Festuca rubra*, *Corynephorus canescens* (sandskjegg), *Viola canina* (engfiol) og *Cornicularia muricata* seg nederst. Alle artene går inn i sekundært eroderte områder. Noen hører riktignok også med til de tidlige suksesjonsstadiene (som *Lathyrus maritimus* og *Elytrigia juncea*), mens f.eks. *Carex arenaria*, *Corynephorus*

canescens og *Viola tricolor* nettopp er karakteristiske i sanddynevegetasjon med grunn, overflatisk erosjon. Ordinaten øverst viser mindre struktur, men gjennomgående representerer de arter som er typiske for tørre, stabile dyne-grasheier ofte med engaktig, noe kulturpåvirket karakter: *Cerastium fontanum* (vanlig arve), *Homalothecium lutescens* (sandsilkemose), *Luzula multiflora* (engfrytle), *Aira praecox* (dvergsmyle), *Elytrigia repens* (kveke), *Campanula rotundifolia* (blåklokke) og *Pimpinella saxifraga* (gjeldkarve).

Tab. 2 viser at akse 3 er sterkt (positivt) og signifikant korrelert med artsantall, både totalantall pr. rute og smårute, antall karplanter og moser, foruten totaldekning av feltskikt (TC). Hvilket også kan bekrefte at akse 3 er en eroderingsakse.

3.3 Vitalitet

Korrelasjonsanalyse mellom vitalitetsmål og DCA-aksene ga ingen signifikante resultater. Ved relatering til de subjektivt klassifiserte vegetasjonstypene kan kun svake tendenser trekkes fram. Histogrammene (fig. 7 - 10) gir oss de ulike vitalitetsparametrene fordelt på de subjektivt klassifiserte vegetasjonstypene. På bakgrunn av disse kan vi trekke noen generelle slutninger:

a) Vitaliteten på krypvier-dynene er gjennomgående lavere enn for de andre vegetasjonstypene, og varierer mindre (jfr. fig. 10).

b) Vitaliteten på de stabile, etablerte marehaldynene synes noe bedre enn på de stabile dyne-grasheiene.

c) Vitaliteten synes noe bedre i de eroderte vegetasjonstypene i forhold til de mer etablerte, sjøl om forskjellen er liten og ikke signifikant. Vitaliteten varierer mer i de eroderte rutene enn i de ueroderte.

4 Forvaltning av strandtorn

4.1 Økologisk oppsummering

Resultatene så langt gir oss følgende økologiske indikasjoner på artens autøkologi:

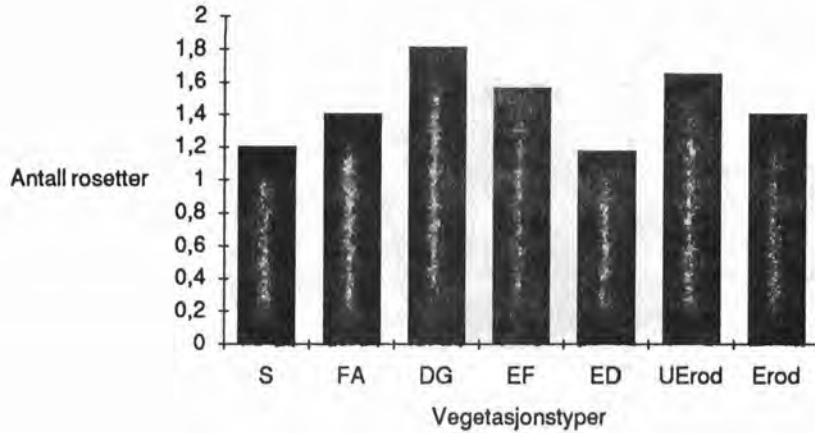
1) Strandtorn forekommer i et relativt bredt spekter av vegetasjonstyper på sanddyner, både i dem karakteristiske for progressiv og eroderende dynedannelse.

2) Den opptrer langs økologiske gradienter som økende etablering, økende grunn erodering, og økende dyp erodering.

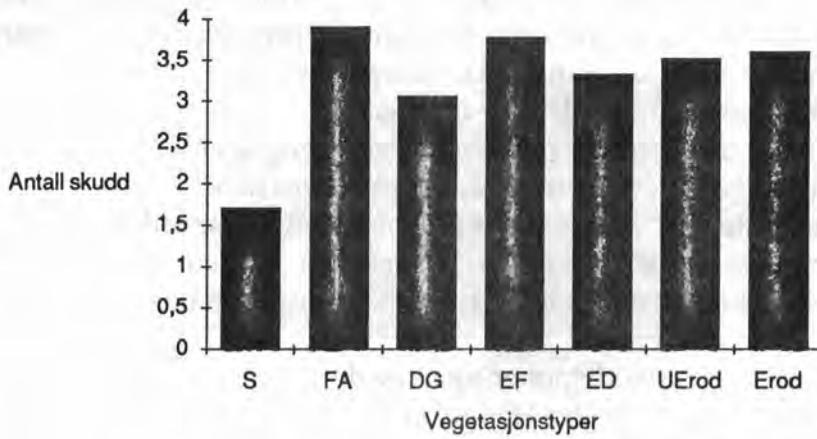
3) Den synes å tolerere, ja, til og med foretrekke, en viss erosjon.

4) Den har en flekkvis utbredelse i sanddyneområdene på Lista. Forekomstene konsentrerer seg i dag hovedsakelig til områdene Lomsesanden-Einarsneset og Austre Hauge-Skiphaugen. I tillegg kommer en mindre forekomst ved Austhasselstranda. For øvrig kan den opptre med enkeltindivider spredt over hele området.

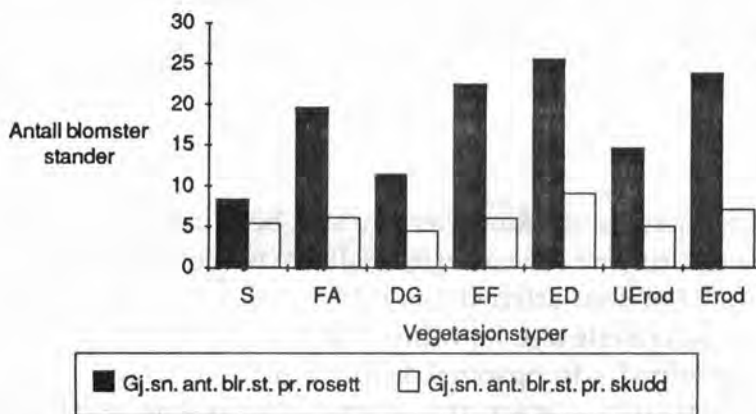
5) Hvis vi ser på de områdene hvor strandtorn forekommer hyppig på Lista er det typisk at det dreier seg om relativt vidstrakte sandområder med et stort spekter av vegetasjonstyper. Det er mulig at arten krever store sandområder med vid økologisk diversitet



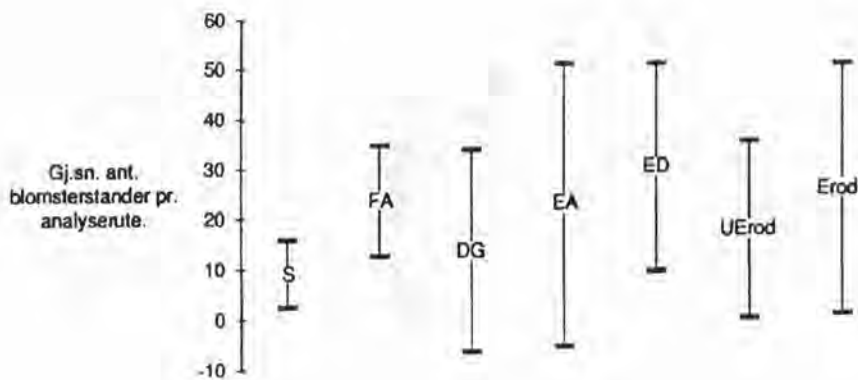
Figur 7. Gjennomsnittlig antall rosetter i analyserrutene i de forskjellige vegetasjonstypene. Forkortelsene er forklart i fig. 2. UErod - Uerodert marehalmdyne og dynegrashei, Erod - tilsvarende eroderte typer.



Figur 8. Gjennomsnittlig antall skudd i analyserrutene i de forskjellige vegetasjonstypene. Forkortelsene er forklart i fig. 2 og 7.



Figur 9. Gjennomsnittlig antall blomsterstander pr rosett og skudd i de forskjellige vegetasjonstypene. Forkortelsene er forklart i fig. 2 og 7.



Figur 10. Gjennomsnittlig antall blomsterstander (+/- 1 S.D.) pr. rute i forhold til vegetasjonstype og erosjon. Fortkortelsene er forklart i figur 2 og 7.

for å få optimale betingelser (Jfr. også artens spredningsmåte - markløper). Da slike vidstrakte, varierte sanddyneområder er, og har alltid vært, sjeldne i Norge, kan dette forklare hvorfor arten er så uvanlig i Norge. Samtidig kan det forklare masseforekomstene på Lista, hvor nettopp de postulerte økologiske forholdene er realisert.

6) Den lokaliteten hvor arten forekommer i absolutt størst mengde er strandområdet mellom Austre Hauge og Skiphaugen. Dette er et område som brukes til beite for kyr. Hvor lenge det har vært benyttet til beite, har vi ikke brakt på rene, men vi har iallfall sett dyr der årvisst i over 20 år. Einarsneset var bebodd for ca. 120 år siden (Christensen 1973), og vi må rekne med at det da ble beita. Nå er det ikke dyr der, og området tjener bl.a. som friluftsområde.

Det er en ganske stor forskjell på arealdisponeringen av de to hoved-undersøkellesområdene, Lomsesanden-Einarsneset og Austre Hauge. Lomsesanden-Einarsneset er offentlige friluftsområder med lett adgang fra veg og med et stort antall besøkende. Det blir ikke brukt til beite. Austre Hauge er derimot ikke lagt ut til friluftsområde og er bare sporadisk besøkt. Området blir brukt til beite gjennom store deler av sommeren.

Det virker som om beite med storfe skaper de rette økologiske forholdene som favoriserer arten. Kyrne bevirker en svak erosjon og holder konkurrerende planter borte. Samtidig lar de den piggete strandtornen være i fred.

4.2 Forvaltning av arten

Generelt har opprettelsen av landskapsvernområdet vært av stor betydning for å sikre Norges største forekomster av strandtorn. Derved har vi formelt fått vernet voksestedene og ivaretatt den økologiske diversiteten som arten trives i. Men for ytterligere å sikre strandtorn-forekomstene vil vi foreslå enkelte nye forvaltnings tiltak:

1) Det opprettes et nytt plantelivsfredningsområde fra Austre Hauge i øst til Skiphaugen i vest. Derved vil det største området for strandtorn på Lista sikres et sterkere formelt vern.

2) Det gjøres en avtale med grunneierne om fortsatt å bruke området som beite for storfe. Ønsket om beiting innarbeides i skjøtselsplanen, med angivelse av ønsket antall dyr

og lengde på beiteperioden.

3) Området skal ikke disponeres til friluftsmål, annet enn den friluftaktiviteten som allerede foregår. - I denne sammenhengen vil beiteaktiviteten også være en fordel, da storfebeiting og utstrakt friluftsliv vanskelig lar seg kombinere.

4) Folk som besøker landskapsvernområdet gjøres oppmerksom på strandtorn ved oppslag. Her er arten avbildet med oppfordring om å la den stå i fred. Det er like godt å opplyse folk om denne iøynefallende arten. Voksestedene lar seg jo likevel ikke hemmeligholde. Til beroligelse for badegjestene forklares det at tornene er helt ufarlige å stikke seg på.

5. Litteratur

- Christensen, C. 1973. Renaissance for Einarsneset. - Farsunds Avis 5. sept. 1973, ss 3 & 5.
- Frisendahl, A. 1926. Biologiska och morfologiska iakttagelser över *Eryngium maritimum* L. - Medd. Göteborgs Bot. Trädg. 2: 123-142.
- Halvorsen, R. 1980. Truete og sårbare plantearter i Sør-Norge. Del II. Spesiell del. - Botanisk Hage og Museum, Universitetet i Oslo.
- Halvorsen, R. 1982. Sjeldne og sårbare plantearter i Sør-Norge. V. Strandtistel (*Eryngium maritimum*). - Blyttia 40: 163-173.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G., Jr. 1980. Detrended correspondence analysis: An improved ordination technique. - Vegetatio 42: 47-58.
- Høiland, K. 1974a. Vegetasjonen på Lista. - Kristiansand Museums Årbok 1973: 5-31.
- Høiland, K. 1974b. Sandstrender, sanddyner og sanddynevegetasjon med eksempler fra Lista, Vest-Agder. - Blyttia 32: 103-118.
- Høiland, K. 1978. Sand-dune vegetation of Lista, SW Norway. - Norw. J. Bot. 25: 23-45.
- Pedersen, O. 1988a. Biological Data Program/PC, Version 1.01. Brukerveiledning. - VegeDataConsult, Oslo.
- Pedersen, O. 1988b. ORDIPLOT/PC- Versjon 1.0. Pascal-program for plotting av ordinasjonsdiagrammer. Brukerveiledning. - VegeDataConsult, Oslo.
- SAS Institute Inc., 1985. SAS Procedures Guide for Personal Computers, Version 6 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 373 pp.
- Ter Braak, C.J.F. 1987. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis (version 2.1). - TNO Institute of Applied Computer Science, Statistics Departement Wageningen, Box 100, 6700 Ac Wageningen, The Netherlands.
- Økland, R.H., Brandrud, T.E., Høiland, K. & Økland, T. 1985. Strategi for forvaltning av forekomster for utsatte plantearter i Norge. - Økoforsk notat 1985: 1: 1-16.
- Økland, R.H. & Økland, T. 1988. Forvaltningsplan for truete plantearter i Østfold. - Økoforsk 1988: 1-54 (konfidensiell).

LIGUSTICUM SCOTICUM L. (STRANDKJEKS) PÅ STRAND- OG FJELL- LOKALITETER I LEKA KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

Knut Rydgren & Anders Often
Botanisk hage og museum
Universitetet i Oslo
Trondheimsveien 23 B
0562 Oslo 5

Abstract. We examined differences and similarities in vitality, vegetation and ecology between population of *L. scoticum* at shore and mountain localities (Steinstind 200 m and Vattind 418 above sea level) in Leka municipality, county of Nord-Trøndelag, C. Norway. Also, the age of and the spread to the mountain localities are discussed.

Eight characters were estimated on 42 individuals. Number of fertile seeds and leaf area were significantly different between shore and one of the mountain localities (Steinstind). The populations of *L. scoticum* at the mountain localities seemed vigorous.

From both literature and personal communication, it seems possible that the *L. scoticum* locality at Vattind is between 20-53 years old. We suggest the mountain populations have been spread from shore to mountains by birds.

There were big differences in the vegetation between the shore and mountain localities. Vegetation at the mountain localities had a strong element of dwarf shrubs and mosses which were almost entirely absent in the synedrial sample plots at the shore.

There were huge differences in ecological and cover variables between shore and mountain localities.

In contrast to its southern limit, *L. scoticum* is found at localities far from the sea, where it, due to physiological reasons, has better competitive capacity. These "non-seashore close" localities can depend to some extent on the influence of birds (e.g. nutrients in the excrements).

INNLEDNING

Ligusticum scoticum ssp. *scoticum* er en amfiatlantisk art (Hultén & Fries 1986), sterkt knyttet til havstrand. Fægri (1960) skriver at det er en plante som vokser "vanligvis så lavt at den står med føttene i saltvann eller får sjøsprøyt over seg". Holten et al. (1986) fører arten til de obligate halofytter, dvs. planter som bare vokser på havstrand.

I Nord-Norge (Norman 1895-1901) og på Grønland (Böcher et al. 1957) er den derimot kjent fra ikke strandnære lokaliteter.

Sommeren 1985 oppdaget den ene av forfatterne (K. Rydgren) *L. scoticum* på to fjellokaliteter, Steinstind 200 m o. h. og Vattind 418 m o. h., på øya Leka, i Leka kommune, Nord-Trøndelag (se fig. 1). Lokaliteten på Vattind er ny høydegrense for arten. Den gamle var på ca. 100 m o. h. (se Normann 1894-1900, 1895-1901, Nordhagen 1940).

Sommeren 1988 utførte vi feltarbeid på strand- og fjellokaliteter i Leka kommune med sikte på å belyse følgende problemstillinger: (1) Er det påviselige forskjeller i vitalitet mellom strand- og fjellpopulasjonene? (2) Er det vegetasjonsmessige likhetstrekk mellom strand- og fjell-lokalitetene? (3) Under hvilke økologiske forhold opptrer *L. scoticum* på strand- og fjellokalitetene? (4) Hvilken alder har *L. scoticum* lokalitetene på fjellet? (5) Hvordan har *L. scoticum* kommet til fjellokalitetene?

OMRÅDEBESKRIVELSE

Leka kommune ligger lengst nordvest i Nord-Trøndelag fylke på grensa til Nordland. I fig. 1 er de undersøkte lokalitetene inntegnet. I det følgende vil betegnelsen fjell bli brukt om lokalitetene Steinstind og Vattind, selv om Steinstind neppe kan sies å ha fjellvegetasjon. På vegetasjonsregionkart over Norge (Dahl et al. 1986), føres Steinstind til kystseksjon prealpint belte og Vattind til kystseksjon alpint belte.

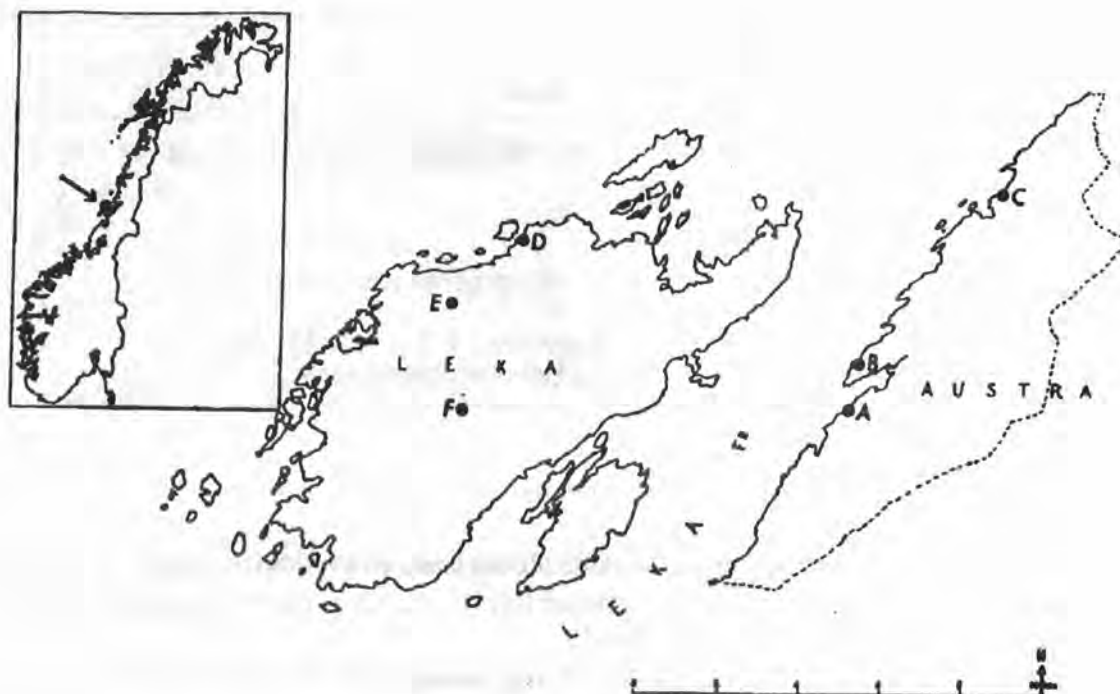


Fig.1 . Lokalitetsangivelser for de 27 synedrieanalysene av *L. scoticum* i Leka kommune. A - Forravika (nr. 1-5), B - Galtvika (nr. 6-8), C - Osen/Sundsvika (nr. 9-13), D - Kvaløymoen (nr. 14-18), E - Steinstind (nr. 19-23) og F - Vattind (nr. 24-27).

KLIMA

Årsnormalen for lufttemperaturen 1931-60 er 5,3°C og middeltemperaturen for juli 13,7°C (Bruun 1967). Årsnormalen for nedbøren i den samme perioden er 1362 mm (Det norske meteorologiske institutt, unpubl.). Klimaet kan karakteriseres som kjølig oseaensk og humid (Abrahamsen et al. 1984).

GEOLOGI

Store deler av Austre (synedrieanalyse 1-13) består av gneiser av grunnfjellsalder (Gustavson 1976). Øya Leka har en svært interessant og variert geologi. Den består for det meste av ultramafiske bergarter (nr. 14-23) og gabbro bergarter (nr.24-27) (jf. Prestvik 1972, Gustavson 1976).

Alle synedrieanalysene fra Austre (nr. 1-13) ligger på grunnfjell, mens de fra Leka ligger på henholdsvis ultramafisk berggrunn (nr.14-23) og på gabbro (nr. 24-27).

MATERIALE OG METODER

Feltarbeidet ble utført i tidsrommet 23.07.88 - 28.07.88.

MORFOLOGI

De tre største individene, ble hvis mulig valgt ut i hver synedrieanalyse. Vitalitet ble vurdert på grunnlag av 8 utvalgte karakterer (tab. 1). Bladareal og blodomkrets ble målt ved hjelp av digitaliseringsteknikk og computerprogrammer for utregning av areal og omkrets. Dette ble gjort på Anatomisk Institutt, UIO. Til innlesing ble Biological Data Program/PC, version 1.01 (Pedersen 1988) benyttet.

Tab. 1. Målte morfologiske karaktere

Karakter	kommentar
1. høyde*	*total høyde, lengste skudd
2. antall skudd	
3. " skjerner	
4. " skjermstråler**	**karakter 4, 5 og 6; målt på
5. " aborterte frø	største skjerm på høyeste
6. " fertile "	skudd
7. blodomkrets***	***karakter 7 og 8; målt på
8. bladareal***	største rosettblad

SYNEDRIEANALYSER

Totalt ble 27 synedrieanalyser utført. Til dette ble det brukt en kvadratisk ramme på 1 m², delt i 16 like småruter (å 0,0625 m²). I hver smårute ble notert forekomst/fravær for hver enkelt art. Smårutefrekvens (se Økland 1988) ble brukt som mengdemål.

Totaldekning i hvert enkelt sjikt, dvs. felt- (C) og bunnsjikt (D), ble også anslått for hver analyserute.

ØKOLOGISKE MÅLINGER

Eksposisjon og helning ble målt i hver rute.

Jordprøver ble innsamlet fra humuslagets øvre 10 cm. Etter tørking til vektkonstans ved 25° C, ble jorda siktet (maskevidde 2 mm). Jordanalysene er utført på finjordfraksjonen.

Glødetap, pH (metode 1 og volumproporsjonalitet) og ledningsevne ble bestemt etter standard prosedyre beskrevet av Baadsvik (1974). Ledningsevneverdiene ble korrigert til standard temperatur 25° C (se tabell i Hesse 1971). Utbyttbare kationer ble bestemt ved ICP med ammonium-acetat (pH = 7,0) som ekstraksjonsmiddel ved Landbrukets analysesenter, Det norske jord- og myrselskap, Ås. Total-nitrogen ble bestemt ved Kjeldahlmetoden (makro). Total-nitrogen er oppgitt som % av g finjord og som prosent av glødetap.

DISKRIMINANTANALYSE (CANONICAL VARIAT ANALYSIS - CVA)

De morfologiske dataene ble analysert ved hjelp av diskriminantanalyse. Programpakka SPSS/PC+ ble brukt (Norusis 1986). Algoritmer og teori er beskrevet hos Webster (1979) og Campell & Atchley (1981).

Metoden blir brukt for å se hvor godt n antall grupper lar seg skille, ut fra k scorede karakterer. Hvis det skal anslås signifikansverdier må variablene være multinormalfordelte og covariansmatrisa for de n variable må være lik innen alle gruppene (Manly 1986).

I arbeidet vårt er strand og de to fjellokalitetene naturlige enheter. På grunn av lite datamateriale og usikkerhet med hensyn til forutsetningene, har vi ikke brukt metoden for å anslå signifikansverdier. Metoden er kun brukt for å anskueliggjøre variasjonen innen materialet. Alle variable er ln-transformert for bedre å oppfylle de statistiske forutsetningene (Sokal & Rohlf 1981).

ORDINASJONSANALYSE

Til innlesning og artsfjerning av art-rute-matrisa ble Biological Data Program/PC, version 1.01 (Pedersen 1988) benyttet. Forut for ordinasjon ble arter som forekom i kun 1 rute, samt taksa over artsnivå fjernet (jf. Gauch 1982). Det ble ikke foretatt noen veiing (jf. Økland 1988).

Detrending correspondence analysis (DCA) (Hill 1979, Hill & Gauch 1980) ble utført med programpakka CANOCO (ter Braak 1987). Bortsett fra segment-detrending, ble standard options valgt.

STATISTISKE METODER

Alle statistiske beregninger ble gjort ved hjelp av SPSS/PC+ (Norusis 1986).

Morfologiske data

Gjennomsnitt og standardavvik er regnet ut for hver populasjon. Signifikante forskjeller er anslått på grunnlag av Student-Newman-Keul test (Sokal & Rholf 1981). Denne testen forutsetter at variablene er normalfordelte og har samme varians. Alle verdier ble derfor ln-transformert (Sokal & Rohlf 1981).

Økologiske data

En tohalet Wilcoxon test (Sokal & Rohlf 1981) ble brukt til å teste økologiske forskjeller mellom lokalitetene.

NOMENKLATUR

Nomenklatorisk følger vi for karplantene Gjærevoll i Lid (1985), for bladmosene Corley et al. (1981), for levermosene Grolle (1983) og for lav Krog et al. (1980).

RESULTATER

BESKRIVELSE AV FJELLPOPULASJONENE

Populasjonen på Steinstind ligger ca. 40 m NØ for toppen og ca. 10 m lavere enn denne, omtrent 190 m o. h. Sommeren 1988 bestod den av ca. 60 fertile og ca. 60 sterile individer. I tillegg vokste det minst 10 individer i den loddrette fjellveggen mot NV. Vi fant ytterligere 6 individer ca. 400 m NØ for toppen, 80 m o. h. Disse er ikke tatt med i analysene.

På Vattind vokste individene i en avstand på maksimum 40 m fra varden, 418 m o. h. Populasjonen er på rundt 100 individer. Det ble ikke foretatt nøyaktig opptelling.

MORFOLOGI

Student-Newman-Keul test av enkeltkarakterene viste at strand hadde en signifikant høyere frøproduksjon enn Steinstind (tab. 2). Vattind hadde høyest middel, men med bare seks individer er forskjellen ikke signifikant. Steinstind hadde betydelig større bladareal enn strand. Vattind hadde verdier mellom de to andre populasjonene.

Tab. 2. Morfologisk sammenligning av populasjonene fra strand (n = 23), Steinstind (n = 13) og Vattind (n = 6). For hver karakter er middel (x) og standardavvik (S.D) angitt. Stjerne markerer signifikante forskjeller ($0,04 < P < 0,05$, P - signifikanssannsynligheten) mellom strand og Steinstind.

	Strand		Steinstind		Vattind	
	x	S.D.	x	S.D.	x	S.D.
Høyde (cm)	32,3	(13,5)	33,5	(6,7)	31,5	(11,8)
Ant, skudd	3,1	(4,7)	2,4	(1,5)	2,0	(1,1)
-- skjermer	9,2	(13,4)	6,5	(4,0)	6,0	(2,2)
-- stråler	10,5	(1,7)	10,0	(3,5)	11,7	(2,9)
Fertile frø	126,4*	(47,5)	92,0	(26,5)	137,5	(30,2)
Aborterte --	18,7	(19,2)	13,4	(18,4)	17,7	(17,3)
Omkrets blad (cm)	84,3	(41,5)	116,8	(32,9)	107,5	(47,3)
Areal -- (cm ²)	41,9*	(26,0)	61,2	(22,0)	54,5	(25,8)

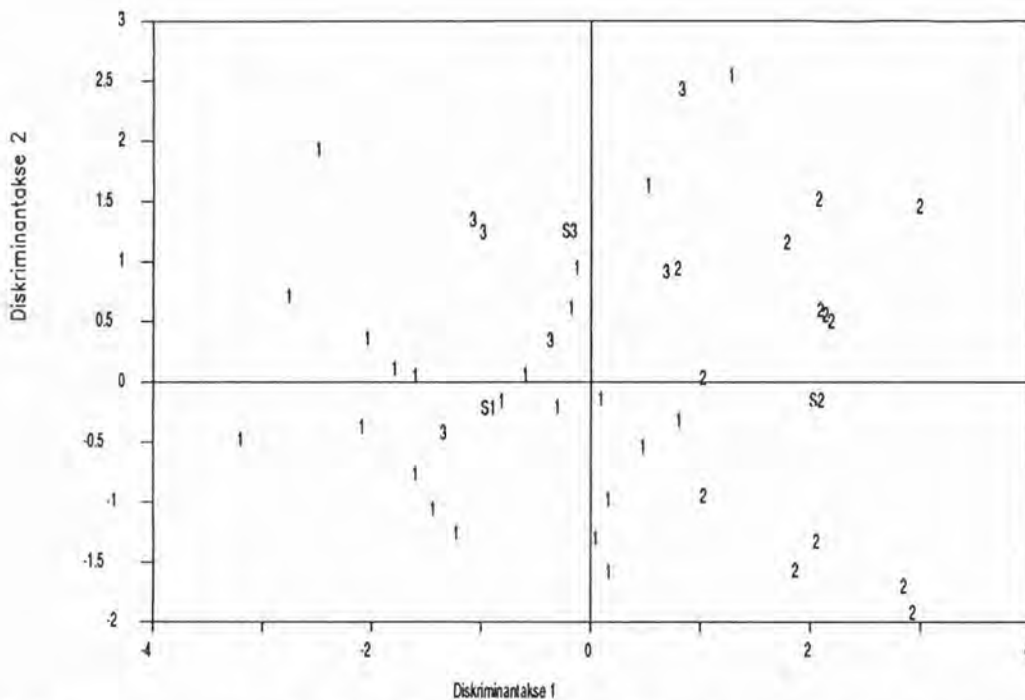


Fig. 2. Diskriminantanalyse av de åtte morfologiske karakterene. Enkeltindividene fra strand, Steinstind og Vattind er markert med henholdsvis 1, 2 og 3. S1, S2 og S3 markerer sentroiden for hver populasjon.

Fig. 2. viser at de tre populasjonene ikke kan skilles på grunnlag av de scorede karakterer. Steinstind er mest avvikende. Strand har størst variasjon og favner nesten over hele variasjonen på Vattind.

Korrelasjonsverdier mellom de to aksene og enkeltkarakterer viser at akse 1 er best korrelert med bladareal og bladomkrets, akse 2 med antall skjermstråler og antall fertile frø.

VEGETASJON

Ordinasjonsdiagrammet for synedrieanalysene (fig. 3) viser at det er stor forskjell i artssammensetningen mellom strand- (nr. 1-18) og fjellsynedriene (nr. 19-27), ettersom de med unntak av nr. 14 kommer ut som to separate grupper langs DCA akse 1; altså en strand-fjell gradient.

Dersom formålet hadde vært å tolke aksene økologisk (tradisjonell vegetasjonsøkologi), ville det ved en så klar gruppedeling vært ønskelig å dele materialet i to (og utført en ny ordinasjon på de delte datasettene) før en foretok en økologisk tolkning. Vi utelater derimot dette, da denne undersøkelsen ikke er lagt opp med det som siktemål. Dessuten er en deling lite aktuelt pga. få synedrieanalyser (spesielt fra fjellokalitetene).

Til tross for den klare atskillelsen i to grupper, er det noen arter som forekommer både i synedriene på strand og fjell. Disse artene er lokalisert i sentrum i artsordinasjonen (fig. 4), se også tab. 3 og tab. 4. Det er arter med høy vekt (vekt er summen av alle småruteforekomstene) som sterkest styrer ordinasjonen. I fig. 4 i venstre ytterkant, er de artene som hovedsaklig er knyttet til strand lokalisert. De viktigste av disse, og som bare forekommer på strand er: *Leontodon autumnalis*, *Plantago maritima*, *Potentilla anserina*, *Rhinanthus minor*, *Agrostis capillaris*, *Carex nigra* og *Poa subcaerulea*. Arter med hovedforekomst på fjell finnes i figurens høyre ytterkant, men det er få arter som kun forekommer på fjell og har høy vekt (det siste har sammenheng med færre synedrieanalyser fra fjell). To av disse er: *Vaccinium vitis-idaea* og *Poa glauca*.

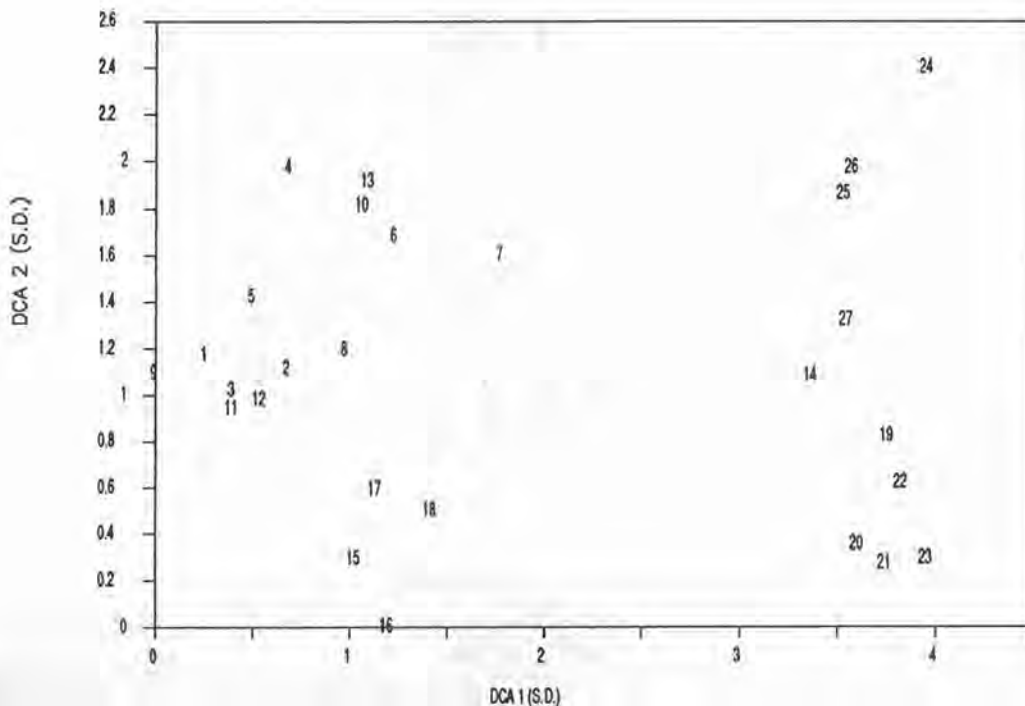


Fig. 3. DCA ordinasjon av synedrieanalysene. Nr. 1-18 er fra strand og nr 19-27 er fra fjell.

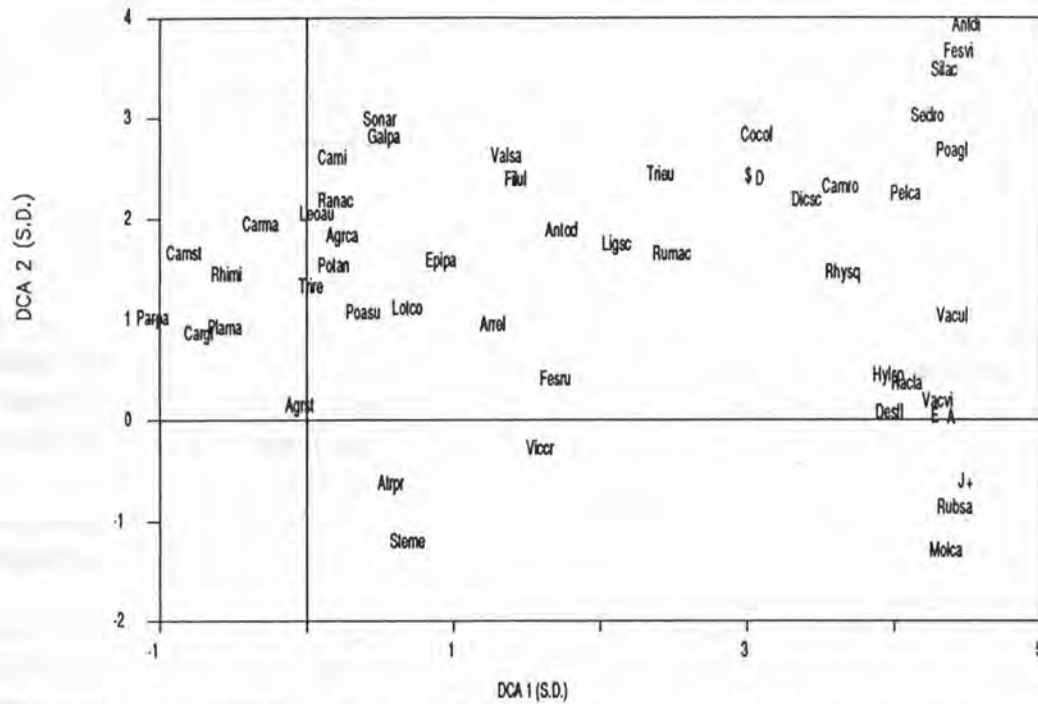


Fig. 4. DCA artsordinasjon. Arter med vekt < 16 er utelatt fra figuren for å lette lesbarheten. E = *Empetrum hermaphroditum*, J = *Juniperus communis*, A = *Antitrichia curtispindula*, D = *Drepanocladus uncinatus*, \$ = *Hypnum cupressiforme*, + = *Pleurozium schreberi*.

Tab. 3. Synedrieanalyser fra fjell. Steinstind 19-23, Vattind 24-27. K - konstanstprosent. MSF - midlere småruteffrekvens. * angir manglende verdi.

Synedrie nr.	19	20	21	22	23	24	25	26	27	K	MSF
Eksposisjon	S	SØ	SØ	S	S	Ø	Ø	N	N		
Helning (°)	14	6	8	15	20	8	4	*	10		
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	12	-	15	-	6	1	2	1	16	78	8
<i>Juniperus communis</i>	9	7	16	16	16	1	-	-	3	78	10
<i>Sorbus aucuparia</i>	2	-	-	1	-	1	-	4	-	44	2
<i>Vaccinium uliginosum</i>	-	6	-	2	13	6	11	-	-	56	8
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	14	2	10	13	-	-	13	-	-	56	10
<i>Antennaria dioica</i>	-	-	-	-	-	11	1	6	-	33	6
<i>Campanula rotundifolia</i>	14	8	2	5	1	13	13	-	1	89	7
<i>Ligusticum scoticum</i>	4	8	7	12	5	11	11	9	5	100	8
<i>Rubus saxatilis</i>	4	10	3	11	9	-	-	-	-	56	7
<i>Rumex acetosa</i>	6	3	5	2	2	-	9	4	-	78	4
<i>Sedum rosea</i>	-	-	-	4	-	3	8	8	-	44	6
<i>Selaginella selaginoides</i>	-	-	-	-	-	1	1	4	3	44	2
<i>Silene acaulis</i>	-	-	-	-	-	14	12	1	5	44	8
<i>Trientalis europaea</i>	3	-	-	-	-	-	12	-	12	33	9
<i>Valeriana sambucifolia</i>	-	-	-	-	-	1	13	1	-	33	5
<i>Vicia cracca</i>	-	9	3	2	2	-	-	-	-	44	4
<i>Deschampsia flexuosa</i>	8	6	8	3	-	-	6	-	7	67	6
<i>Festuca rubra</i>	9	16	13	15	10	-	8	15	12	80	12
<i>Festuca vivipara</i>	-	-	-	-	-	16	10	-	3	33	10
<i>Poa glauca</i>	11	2	-	10	7	16	13	12	-	78	10
<i>Antitrichia curtispindula</i>	13	16	6	16	16	8	-	7	-	78	12
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	7	-	-	1	1	10	10	3	14	78	7
<i>Homalothecium sericeum</i>	-	-	-	-	-	2	2	1	-	33	2
<i>Hylocomium splendens</i>	16	13	15	16	15	5	16	13	15	100	14
<i>Hypnum cupressiforme</i>	-	-	-	-	-	2	6	3	-	33	4
<i>Pleurozium schreberi</i>	6	-	12	12	7	-	-	-	2	56	8
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	-	7	2	4	4	-	5	4	11	78	5
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	14	15	11	9	12	16	16	11	12	100	13
<i>Cladonia arbuscula</i>	-	-	2	1	-	-	-	-	6	33	3
<i>Peltigera canina</i>	-	-	-	8	-	1	7	7	4	56	5

Arter som forekommer i 2 eller færre synedrieanalyser (nr.; småruteffrekvens).
Salix herbacea (27:6), *Salix lapponum* (25:8), *Angelica sylvestris* (25:3), *Botrychium lunaria* (24:2), *Cerastium alpinum* (24:4, 26:7), *Cochlearia officinalis* (24:2, 26:10), *Cornus suecica* (27:3), *Draba norvegica* (24:1), *Dryas octopetala* (27:1), *Euphrasia* spp. (24:15, 26:3), *Lychnis alpina* (26:3), *Melampyrum pratense* (19:1), *Polypodium vulgare* (19:1), *Sagina procumbens* (26:1), *Saxifraga cespitosa* (26:7), *Sedum acre* (19:5), *Agrostis stolonifera* (19:2), *Carex capillaris* (25:1), *Juncus trifidus* (27:6), *Luzula spicata* (26:1), *Molinia caerulea* (20:15, 23:12), *Brachythecium* sp. (27:1), *Bryum* spp. (24:4, 26:4), *Dicranum scoparium* (26:4, 27:13), *Mnium hornum* (27:3), *Polytrichum alpinum* (26:4), *Rhytidium rugosum* (23:3), *Schistidium apocarpum* (27:1), *Tortella tortuosa* (25:1), *Barbilophozia hatcheri* (26:4, 27:2), *Cephalozia* spp. (26:2), *Ptilidium ciliare* (27:10), *Tritomaria quinqueclatata* (26:2, 27:9), *Cetraria islandica* (27:4), *Cladonia chlorophaea* agg. (25:2), *Cladonia furcata* (24:1, 25:1), *Cladonia rangiferina* (21:2), *Cladonia subfurcata* (27:1), *Cladonia uncialis* (27:2), *Cornicularia aculeata* (27:6), *Parmelia sulcata* (26:6), *Peltigera hymenina* (26:1).

Tab. 4. Synedrieanalyser fra strand. K - konstansprosent, MSF - midlere småruteffrekvens.

Synedrie nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	K	MSF
Eksposisjon	NV	N	N	VNV	N	S	N	N	NNØ	V	N	SV	S	S	SV	VNV	VUV	S		
Helning (°)	4	8	9	7	4	11	7	8	8	4	3	4	1	11	6	10	5	14		
Armeria maritima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	1	-	-	-	17	2
Atriplex prostrata	-	-	1	-	-	1	-	11	-	-	-	-	-	-	-	11	12	4	33	7
Campanula rotundifolia	-	-	-	-	-	5	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	4
Cerastium fontanum	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	1	2	-	28	2
Euphrasia spp.	13	13	14	7	10	6	-	-	10	-	14	-	-	-	-	-	5	-	50	10
Galeopsis bifida	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	17	2
Galium palustre	-	-	-	5	-	2	2	2	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	28	5
Leontodon autumnalis	-	5	8	14	-	7	3	8	2	3	1	9	1	-	-	-	-	-	61	6
Ligusticum scoticum	3	6	2	6	4	11	3	5	2	14	5	4	14	4	2	4	4	12	100	6
Lotus corniculatus	-	2	-	-	-	14	15	-	7	-	11	-	-	2	-	-	7	-	39	8
Plantago maritima	15	16	14	3	16	-	-	-	16	-	12	7	-	-	-	-	1	-	50	11
Potentilla anserina	5	16	11	16	-	15	8	16	-	13	16	16	16	-	10	4	-	2	78	12
Ranunculus acris	4	10	2	14	4	8	12	1	9	-	-	-	-	2	-	-	-	-	56	7
Rhinanthus minor	9	4	7	-	8	5	-	-	15	1	2	-	-	-	-	-	1	-	50	6
Rumex acetosa	-	-	-	4	-	6	8	7	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	33	5
Sagina nodosa	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	4	-	-	-	-	-	2	-	17	4
Sedum acre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	1	-	-	1	22	2
Stellaria media	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	8	8	5	-	22	6
Trientalis europaea	-	-	-	2	-	13	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	8
Trifolium repens	-	3	-	2	-	1	8	-	8	-	8	-	-	-	-	-	-	-	33	5
Valeriana sambucifolia	-	-	-	10	-	11	16	-	6	13	-	-	16	-	-	-	9	-	39	12
Vicia cracca	-	16	-	-	-	2	3	-	5	3	-	-	-	-	-	4	8	6	44	6
Agrostis capillaris	14	10	-	16	15	-	9	9	-	-	-	-	-	3	-	-	4	-	44	10
Agrostis stolonifera	-	3	12	-	6	2	-	2	16	-	13	14	3	-	7	-	10	11	67	8
Anthoxanthum odoratum	-	2	-	-	-	9	11	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	22	7
Arrhenatherum elatius	-	-	-	-	-	10	13	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	17	9
Carex glareosa	10	12	3	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	10
Carex maritima	5	-	-	-	1	-	-	-	-	4	2	4	-	-	-	-	-	-	28	3
Carex nigra	-	4	-	15	14	15	2	-	4	-	-	-	16	-	-	-	-	-	39	10
Festuca rubra	16	16	16	16	15	15	8	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	100	15
Poa subcaerulea	-	1	-	-	15	5	15	-	-	16	-	1	-	3	-	1	-	-	44	7
Amblystegium serpens	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	17	3
Bryum spp.	2	-	3	2	9	-	-	-	4	2	13	-	-	-	-	-	-	-	39	5
Campyllum stellatum	1	-	2	-	3	-	-	-	10	-	-	-	1	-	-	-	-	-	28	3
Drepanocladus uncinatus	-	5	2	-	3	-	7	-	1	-	-	-	-	11	-	-	2	1	44	4
Hypnum cupressiforme	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	7	-	-	3	1	22	4
Mnium hornum	-	3	-	2	1	3	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	33	2
Rhytidiadelphus squarrosus	-	4	-	-	-	4	13	2	-	-	-	-	1	14	-	-	-	-	33	6
Cophalozia spp.	-	-	-	1	-	-	-	-	4	1	2	-	-	-	-	-	1	-	28	2
Peltigera hymenina	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	17	2

Arter som forekommer i 2 eller færre synedrieanalyser (nr.; småruteffrekvens).

Empetrum hermaphroditum (9:1), *Juniperus communis* (14:4), *Alchillea millefolium* (8:4), *Angelica archangelica* (4:2, 7:1), *Anthriscus sylvestris* (17:2), *Aster tripolium* (16:1), *Caltha palustris* (13:6), *Cochlearia officinalis* (15:4), *Draba incana* (14:1), *Epilobium palustre* (9:16, 10:1), *Filipendula ulmaria* (7:15, 13:6), *Galeopsis tetrahit* (8:2), *Galium aparine* (8:4), *Gentianaella amarella* (11:9), *Gentianaella aurea* (11:16), *Glaux maritima* (11:2), *Montia fontana* (2:1), *Parnassia palustris* (9:16, 11:5), *Pinguicula vulgaris* (9:1), *Potentilla erecta* (8:2), *Ranunculus repens* (7:6, 8:9), *Rumex crispus* (16:1), *Sagina procumbens* (2:1, 5:1), *Sagina saginoides* (3:1), *Scutellaria galericulata* (4:14, 7:1), *Silene maritima* (18:6), *Solidago virgaurea* (7:5), *Sonchus arvensis* (6:1, 10:16), *Stellaria crassifolia* (12:16), *Taraxacum* sp. (7:3), *Viola montana* (7:1, 14:9), *Calamagrostis stricta* (5:12), *Carex capillaris* (11:6), *Carex panicea* (4:1), *Deschampsia flexuosa* (7:3), *Elymus arenarius* (15:7, 16:2), *Elytrigia repens* (8:13), *Juncus gerardi* (10:2), *Luzula multiflora* (7:5), *Puccinella capillaris* (5:1), *Antitrichia curtispindula* (14:15), *Brachythecium albicans* (16:1), *Brachythecium rutabulum* (4:3, 10:4), *Brachythecium salebrosum* (6:7, 13:1), *Calliergonella cuspidata* (2:8, 9:5), *Campyllum* sp. (11:14), *Cratoneuron filicinum* (9:3), *Dicranum scoparium* (7:5, 14:3), *Eurhynchium praelongum* (6:3), *Homalothecium sericeum* (14:3, 17:1), *Hylocomium splendens* (7:12, 14:14), *Racomitrium lanuginosum* (14:12), *Rhizomnium punctatum* (4:1), *Schistidium apocarpum* (14:5, 17:2), *Schistidium maritimum* (3:2), *Ulota phyllantha* (16:1, 18:3), *Barbilophozia barbata* (14:3), *Barbilophozia hatcheri* (7:3), *Frullania tamarisci* (14:4), *Lohocollea bidentata* (7:1), *Scapania* spp. (5:2, 9:5), *Tritomaria quinqueidentata* (14:4), *Cladonia arbuscula* (14:2), *Cladonia chlorophaea* agg. (14:3), *Cladonia coccifera* (14:3), *Cladonia subfurcata* (14:7), *Collema* sp. (14:2), *Cornicularia aculeata* (14:1), *Peltigera canina* (14:11).

På strand forekommer *L. scoticum* i svært varierende vegetasjon (tab. 4); strandberg (f.eks. synedrieanalyse 14), driftvoll (f.eks. nr. 6, 7 og 8), strandeng (f.eks. nr. 9) og skjellsandvegetasjon (nr. 11).

I motsetning til synedrieanalysene fra strand, har fjell et betydelig innslag av forvedete arter: *Empetrum hermaphroditum*, *Juniperus communis*, *Vaccinium uliginosum* og *V. vitis-idaea* forekommer i over halvparten av synedriene (tab. 3). En annen stor forskjell i vegetasjonsbildet mellom strand- og fjell, er det velutviklede D-sjiktet på fjellet. Spesielt er det mosene som dominerer.

På Steinstind forekommer *L. scoticum* i svært ensartet vegetasjon. Hele 30 % av de registrerte artene forekommer i alle synedrieanalysene. Dette gjelder: *Juniperus communis*, *Campanula rotundifolia*, *Rubus saxatilis*, *Rumex acetosa*, *Festuca rubra*, *Antitrichia curtispindula*, *Hylocomium splendens* og *Rhytidiadelphus squarrosus*.

På Vattind forekommer *L. scoticum* i mer uensartet vegetasjon (tab. 3); bl.a. rabbepreget vegetasjon (f.eks. synedrieanalyse 24 og 27) og vierkratt (nr. 26). Kun 13 % av de registrerte artene forekommer i alle synedrieanalysene. Dette gjelder: *Empetrum hermaphroditum*, *Selaginella selaginoides*, *Silene acaulis*, *Drepanocladus uncinatus*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus squarrosus* og *Peltigera canina*.

Synedrieanalyse nr. 14 representerer et ytterpunkt i denne undersøkelsen når det gjelder forekomsten av *L. scoticum* på strand. Den viser at *L. scoticum* har forekomster på strand som med hensyn på artssammensetningen er veldig lik fjellokalitetene. Forøvrig skiller vegetasjonen på fjellokalitetene seg vesentlig fra strandlokalitetene.

ØKOLOGI

De økologiske målingene viser at *L. scoticum* vokser under svært varierende forhold, og at det tildels er store forskjeller mellom og innen lokalitetene (se tab. 5 og tab. 6).

Tab. 5. Middelerverdier (\bar{x}) og standardavvik (S.D.) for økologiske- og dekningsvariable fra strand (synedrieanalyse 1-18), fjell (nr. 19-27), Steinstind (nr. 19-23) og Vattind (nr. 24-27).

	Strand		Fjell		Steinstind		Vattind	
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.
Glødetap	37,0	22,9	52,8	24,0	61,4	12,8	42,1	32,3
Total-N	1,3	0,7	1,6	0,7	1,8	0,4	1,3	0,9
N i % av glødetap	3,6	0,5	3,0	0,4	2,9	0,2	3,2	0,6
pH	6,3	0,7	5,7	0,3	5,5	0,2	5,9	0,3
H ⁺ i me/100 g finjord	7,8	11,4	19,3	10,1	23,2	6,7	14,4	12,4
K ⁺ i me/100 g finjord	1,4	0,8	1,1	0,4	1,4	0,2	0,7	0,4
Na ⁺ i me/100 g finjord	11,1	13,5	1,3	0,6	1,6	0,6	1,0	0,6
Mg ²⁺ i me/100 g finjord	21,6	12,6	29,6	10,2	32,3	1,6	26,2	15,8
Ca ²⁺ i me/100 g finjord	20,9	15,4	15,3	7,6	19,6	6,8	10,0	5,2
CEC	62,7	39,6	66,5	26,5	78,0	13,9	52,2	33,6
Basemetning	87,9	10,4	72,2	6,1	70,6	4,7	74,3	7,7
Ledningsevne i μ S	1194	1944	284	111	339	90	216	105
Totaldekning C-sjikt (%)	78	15	60	22	67	25	51	17
--"--- D-sjikt (%)	6	12	67	21	80	10	50	18

Interessante resultater er at *L. scoticum* forekommer i sluttet vegetasjon på fjellokalitetene, se verdiene for totaldekning C- og D-sjikt (tab. 5), og at begge fjellokalitetene har et signifikant bedre utviklet D-sjikt enn strandlokalitetene (tab. 6).

Åtte økologiske- og dekningsvariable er signifikant forskjellig mellom strand og fjell, men kun for 2 av disse (basemetning og totaldekning D-sjikt) er strand signifikant forskjellig fra både Steinstind og Vattind (tab. 6). For de 8 variablene utgjør Steinstind det ene ytterpunktet (unntak for Na⁺, ledningsevne og totaldekning C-sjikt).

Tab. 6. Signifikanssannsynligheter (P) for Wilcoxon tester av økologiske- og dekningsvariable mellom strand og fjell (SF), strand og Steinstind (SF1), strand og Vattind (SF2) og Steinstind og Vattind (F1F2). Bare verdier for signifikante ($p < 0.050$) variable er tatt med.

	SF	SF1	SF2	F1F2
Glødetap		0,031		
N i % av glødetap	0,007	0,007		
pH	0,004	0,005		0,046
H ⁺ i me/100 g finjord	0,005	0,005		
K ⁺ i me/100 g finjord				0,014
Na ⁺ i me/100 g finjord	0,006		0,014	
Basemetning	0,001	0,005	0,027	
Ledningsevne i μ S	0,048			
Totaldekning C-sjikt (%)	0,026		0,013	
--"--- D-sjikt (%)	0,000	0,001	0,003	0,024

DISKUSJON

MORFOLOGI

Vi antar at populasjonene fra strand og fjell er genetisk like, slik at eventuelle forskjeller skyldes voksestedsmodifikasjoner.

Student-Newman-Keul tester og diskriminantanalysen viser begge liten variasjon mellom strand og fjellpopulasjonene. Ut fra de målte karakterer trekker vi den konklusjon at *L. scoticum* viser tilnærmet samme vitalitet på begge lokaliteter. Fjellokalitetene på Leka har økologiske forhold som oppfyller de krav *L. scoticum* stiller for vekst og reproduksjon. Øvrige forskjeller skyldes trolig at materialet er lite.

ALDER

Norman (1883) og Hoffstad (1900) angir en del plantefunn fra Leka, men de botaniserte hovedsaklig i lavlandet. Ingen av dem har notert *L. scoticum* fra Leka.

Devold (1937) har en rekke plantefunn fra Lekatinden (= Vattind), men heller ikke han har registrert *L. scoticum* på Leka (Devold, etterlatte notater Bot. Mus., Oslo)

Trøndelagsavdelingen av Norsk Botanisk forening hadde hovedekskursjon til Leka i 1970. De gjorde flere interessante nyfunn. De nevner ikke *L. scoticum* i ekskursjonsreferatet (Moen 1971), men har registrert arten i krysslister. Moen opplyser (pers. medd.) imidlertid at de fant *L. scoticum* i mengder på Lekatinden (= Vattind).

Under forutsetning at Devold ikke overså (lite sannsynlig da *L. scoticum* skiller seg vesentlig ut fra den kortvokste vegetasjonen på stedet) eller av andre grunner utelot å notere arten, betyr det at alderen på *L. scoticum* lokaliteten på Vattind kan være mellom 20-53 år.

Vi har ingen skriftlige holdepunkter for å anslå alderen på *L. scoticum* lokaliteten på Steinstind.

SPREDNING

Palin (1988) nevner to måter *L. scoticum* sprer sine diasporer (spaltefrukter eller deler av skjermen): ved vinden eller havet. Vi regner det som usannsynlig at lokalitetene på Steinstind og Vattind har sin opprinnelse i vindspredde diasporer. Begge lokalitetene er markerte topper i terrenget. Steinstind er et lite platå med meget bratte sider, mens Vattind er det høyeste punktet på øya Leka.

Norman (1894-1900, 1895-1901) angir ca. 15 lokaliteter for *L. scoticum* i Troms og Finnmark, der den forekommer et stykke fra og/eller over havet (opptil 87 m o. h.). Norman (1895-1901) gir følgende forklaring på dette: "Foruden at den som strandplante udspreddes ved havets strømme, ser det ud til at dens opstigning yderst ude ved havet for nogen del skyldes søfuglene, da det just er på fugleberge og i fuglebakker at den stiger op". Nordhagen (1940) skriver at *L. scoticum* "fjerner seg sørpå bare noen få meter fra flomålet, men er nordpå vanlig i fuglefjell opp til ca. 100 m o. h."

Törnroth (1970) diskuterer tre spredningsforklaringer til noen nye lokaliteter for *L. scoticum* på de Ålandske øyer i Østersjøen: (1) Ved havstrømmer, (2) vindspredning over islagt hav, (3) ved fugl. Han konkluderer med at fuglespredning er den mest sannsynlige forklaring.

Vi tror at *L. scoticum* har blitt spredd til fjellokalitetene på Leka med fugl. Begge lokalitetene er godt egnet som utsiktspunkter for fugl, og det er ikke usannsynlig at de er såkalte fugletuer (se f.eks. Norman 1894-1900, 1895-1901, Nordhagen 1918, 1925). En sterk indikasjon på at varden på Vattind benyttes som utsiktspunkt for fugl, er innslaget av nitrofile lav og herunder enkelte lav som forekommer på fuglesteiner (se f.eks. Sernander 1912, Nordhagen 1918, Kroget al. 1980, Moberg & Holmåsén 1984).

1984). På varden vokser det bl.a. *Anaptychia ciliaris*, *Physcia tenella*, *P. caesia*, *Xanthoria candelaria* og *X. parietina*.

ØKOLOGI

Malloch & Okusanya (1979) hevder på grunnlag av tre jordprøver at *L. scoticum* har stor toleranse overfor jordas næringsinnhold. Vår undersøkelse bekrefter dette, bl.a. gjennom de mange signifikante forskjeller mellom jordparametrene mellom de tre lokalitetene strand, Steinstind og Vattind.

Goldsmith (1975) og Malloch & Okusanya (1979) tror ikke at *L. scoticum* har sin utbredelse begrenset til havstrand pga. krav til et salint miljø. Okusanya (1979a, 1979b) bekrefter dette gjennom eksperimentelle studier.

Det er heller ikke artens kuldeteranse som er avgjørende, noe som er tilfellet for enkelte andre havstrandsplanter (se Okusanya 1979c). Derimot antar en at årsaken er av konkurransemessig art: *L. scoticum* vokser for sakte i forhold til "innenlandsarter" i fravær av saline forhold (se f.eks. Goldsmith 1975, Okusanya 1979b). Palin (1988) understøtter denne konkurransehypotesen når hun hevder at frøene til *L. scoticum* er utsatt for forråtnelse hvis de spirer i humus, samt at sluttet vegetasjon er ugunstig for frøetablering.

Vår undersøkelse har vist at *L. scoticum* forekommer på fjellokaliteter med sluttet vegetasjon, og i særdeleshet gjelder dette Steinstind. Disse resultatene er overraskende sett i forhold til konkurransehypotesen.

Innenfor utbredelsesområdet til *L. scoticum* på De britiske øyer finnes store sjøfuglkolonier på en rekke fuglefjell. Grunnlaget for fuglespredning burde derfor være tilstede.

Crawford & Palin (1981) har vist at *L. scoticum* kan lagre karbohydrater fra et år til et annet, for deretter å bruke de akkumulerte reservene til å initiere rask vekst om våren, noe som er en fordel i nordlige områder med kort vekstsesong. Dette krever imidlertid en høy respirasjonsrate, noe som er en stor ulempe i et varmere klima, ettersom store deler av karbohydratreservene kan bli brukt opp om vinteren (se Crawford & Palin 1981, Palin 1988, Crawford 1989). Dette er en mulig forklaring på at *L. scoticum* opptrer i sluttet vegetasjon på ikke strandnære lokaliteter i Norge og på Grønland, mens den mot syd er begrenset til lokaliteter (dvs. havstrand) der den best klarer konkurransen med hurtigvoksende arter.

Men hvorfor finnes *L. scoticum* på så få ikke strandnære lokaliteter, når den etter all sannsynlighet kan bli spredd av fugl, og dessuten har vitale og konkurransedyktige populasjoner på topper i et skogløst landskap (meget godt utgangspunkt for videre spredning)? Mulige årsaker eller kombinasjoner av årsaker kan være: (1) *L. scoticum* er ikke tilpasset fuglespredning, og spres svært sjelden av fugl. (2) *L. scoticum* har problemer med spredning fra toppene. (3) Artens økologiske krav på ikke strandnære lokaliteter blir kun tilfredsstilt under fuglepåvirkning, f.eks. av fugleekskremer. Punkt 1 har nok en viss betydning regionalt, men ikke lokalt. Har først *L. scoticum* f.eks. blitt spredd til et utsiktspunkt for fugl og etablert vitale populasjoner, burde vindspredning besørge videre spredning. Fra topper i terrenget burde i hvert fall diasporer bli spredd et visst stykke. Den lille populasjonen ca. 400 m NØ for og ca. 100 m lavere enn Steinstind har antageligvis sin opprinnelse i vindspredde diasporer fra toppen. Et påfallende trekk ved fjellpopulasjonene var den sterke konsentrasjonen av individer i toppenes umiddelbare nærhet. Dette kan tyde på at *L. scoticum* kun får tilfredsstilt sine økologiske krav på ikke strandnære lokaliteter som er fuglepåvirket. En måte å få bekreftet eller avkreftet denne hypotesen på, kan være å se hvordan populasjonen 400 NØ for Steinstind klarer seg i noen år framover, ettersom denne ganske sikkert ikke er fuglepåvirket.

TAKK

Vi vil takke Sverre Løkken for litteraturhjelp. Einar Timdal og Jon Holtan-Hartwik hjalp til med bestemmelse av lav, og Finn Wischmann og Reidar Elven med kritiske karplanter. T. W. Blakstad, ved anatomisk institutt, stilte utstyr for måling av bladareal og blodomkrets til disposisjon. Videre vil vi takke Rune H. Økland og Odd Stabbetorp for verdifulle kommentarer til manuskriptet, Morten Fuglevand for retting av abstract, Brith Omberg for tegning av figur og Harald Henriksen for lån av færing.

Vi mottok økonomisk støtte fra Thekla Resvolls fond.

LITTERATUR

- Abrahamsen, J., Jacobsen, N. K., Kalliola, R., Dahl, E., Vilborg, L. & Pålsson, L. 1984. Naturgeografisk regioninndeling av Norden, 2. utg. - Nordiska Ministerrådet, Helsingfors.
- Baadsvik, K. 1974. Jordanalyser. Noen utvalgte metoder for fysiske og kjemiske jordanalyser. - Univ. Trondheim, Trondheim.
- Böcher, T. W., Holmsen, K. & Jakobsen, K. 1954. Grønlands flora. - P. Hasse & Søns forlag, København.
- Bruun, I. 1967. Standard normals 1931-60 of the air temperature in Norway. - Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Campbell, N. A. & Atchley W. R. 1981. The geometry of canonical variate analysis. - Syst. Zool. J.: 268-280.
- Corley, M. F. V., Crundwell, A. C., Düll, R., Hill, M. O. & Smith, A. J. E. 1981. Mosses of Europe and the Azores: an annotated list of species, with synonymes from the recent literature. - J. Bryol. 11: 609-689.
- Crawford, R. M. M. 1989. Studies in plant survival. - Blackwell scientific publications, Oxford.
- Crawford, R. M. M. & Palin, M. A. 1981. Root respiration and temperature limits to the north-south distribution of four perennial maritime plants. - Flora 171: 338-354.
- Dahl, E., Elven, R., Moen, A., Skogen, A. 1986. Vegetasjonsregionkart over Norge 1:1500000. Nasjonalatlas for Norge. - Statens Kartverk.
- Devold, J. 1937. Bidrag til Lekas flora. - Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Forh. 9: 145-148.
- Fægri, K. 1960. Norges planter. Bind 2. - J. W. Cappelens forlag, Oslo.
- Gauch, H. G. 1982 a. Multivariate analysis in community ecology. - Camb. Stud. Ecol. 1: 1-298.
- Grolle, R. 1983. Hepatics of Europe including the Azores: an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. - J. Bryol. 12: 403-459.
- Goldsmith, F. B. 1975. The sea-cliff vegetation of Shetland. - J. Biogeogr. 2: 297-308.
- Gustavson, M. 1976. Helgelandsflesa. Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske gradteigskart H 19-1:100000. - Norgesgeol. Unders. 328: 1-23.
- Hesse, P. R. 1971. A textbook of Soil Chemical analysis. - London.
- Hill, M. O. 1979. DECORONA - A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. - Cornell Univ., Ithaca, New York.
- Hill, M. O. & Gauch, H. G. 1980. Detrended Correspondence analysis: an improved ordination technique. - Vegetatio 42: 47-58.
- Holten J. I., Frisvoll, A. A. & Aune, E. I. 1986. Havstrand i Møre og Romsdal - Økoforsk rapp. 1986, 3A: 1-253.
- Hoffstad, O. A. 1900. Vegetationen og floraen paa kysten af Trondhjems stift nordenfor Trondhjemsfjorden. - Nyt Mag. Naturvid. 37: 1-39.

- Hultén, E. & Fries M. 1986. Atlas of north European vascular plants north of the tropic of cancer. - Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany.
- Krog, H., Østhagen, H. & Tønsberg, T. 1980. Lavflora. - Universitetsforlaget, Oslo
- Lid, J. 1985. Norsk, svensk, finsk flora. Ny utgåve ved O. Gjærevoll. - Det norske samlaget, Oslo.
- Malloch, A. J. C. & Okusanya, O.T. 1979. An experimental investigation into the ecology of some maritime cliff species. I. Field observations. - J. Ecol.: 283-292.
- Manly, B. F. J. 1986. Multivariate Statistical Methods. - Chapman & Hall, New York.
- Moberg, R. & Holmåsen, I. 1984. Lavar. 2. utg. - Stockholm.
- Moen, A. 1971. 1.-5. juli. Hovedekskursjon til Leka, Nord-Trøndelag. - Blyttia 29: 43-44.
- Norman, J. M. 1883. Ytterligere bidrag til kundskaben om karplanternes udbredning i det nordenfjeldske Norge søndenfor polargrensen. - Arch. math. naturv. 8: 1-186.
- 1884-1900. Norges arktiske flora I. Speciel plantegeografi. - Kristiania.
- 1895-1901. Norges arktiske flora II. Oversigtlig fremstilling af karplanternes udbredning, forhold til omgivelserne m. m. - Kristiania.
- Nordhagen, R. 1918. Nogen karakteristiske plantesamfund paa strandklipperne ved vore kyster. - Naturen 42: 225-247.
- 1925. Om sammenhengen mellem fuglelivet og vegetationen paa Røst i Lofoten. - Naturen 49: 339-354.
- 1940. Norsk flora. Tekstbind. - H. Aschehaug & co., Oslo.
- Norusis, M. J. 1986. SPSS/PC+. - SPSSinc, Chicago.
- Okusanya, O. T. 1979a. An experimental investigation into the ecology of some maritime cliff species. II. Germination studies. - J. Ecol. 67: 293-304.
- 1979b. An experimental investigation into the ecology of some maritime cliff species. III. Effect of sea water on growth. - J. Ecol. 67: 579- 590.
- 1979c. An experimental investigation into the ecology of some maritime cliff species. IV. Cold sensitivity and competition studies.- J. Ecol. 67: 591-600.
- Palin, M. A. 1988. Biological flora of the British isles. *Ligusticum scoticum* L. (*Haloscias scoticum* (L.) Fr.). - J. Ecol. 76: 889-902.
- Pedersen, O. Biological Data Program/PC, Version 1.01. Brukerveiledning. - VegeDataConsult, Oslo.
- Prestvik, T. 1972. Alpine-type mafic and ultramafic rocks on Leka, Nord-Trøndelag. - Norges geol. Unders. 273: 23-34.
- Sernander, R. 1912. Studier över lufvarnes biologi. I. Nitrofile lufvar. - Svensk bot. Tidskr. 6: 803-883.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1981. Biometry ed. 2. - W. H. Freeman & co, San Fransisco.
- ter Braak, C. J. F. 1987a. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). - TNO Inst. Comp. Sci., Wageningen.
- Törnroth, H. 1970. *Ligusticum scoticum* L. funnen på Åland. - Mem. Soc. Fauna Flora Fenn. 46: 6-10.
- Webster, R. 1979. Quantitative and numerical methods in soil classification and survey. - Oxford, Clarendon press.
- Økland, T. 1988. An ecological approach to the investigation of a beech forest in Vestfold, SE Norway. - Nord. J. Bot. 8: 375-407.

Klimaøkotyper av *Festuca vivipara* (L.) Sm. og *Luzula multiflora* (Retz.) Lej. agg. langs en kyst-innland-gradient.

Climatic ecotypes in *Festuca vivipara* (L.) Sm. and *Luzula multiflora* (Retz.) Lej. agg. along a coast-inland gradient.

Per H. Salvesen

ABSTRACT.

In populations of *Festuca vivipara*, *Luzula multiflora* ssp. *multiflora*, and ssp. *frigida* from eastern and alpine localities, flowering in long days at temperatures up to 18 or 21°C occurred rapidly following primary induction in short days or vernalization in long days at constant temperatures up to approx. 15°C. In populations of *Festuca vivipara* and *Luzula multiflora* agg. from western coastal localities flowers were only developed after prolonged exposure to inductive conditions, and only after exposure to lower temperatures (up to 12 or 9°C, depending on population).

In *Festuca vivipara* inflorescence primordia were initiated and differentiation proceeded in short days at low temperatures in alpine triploid and tetraploid biotypes. In the former, stunted inflorescences developed after prolonged treatment. In the latter inflorescences only developed after transferring plants to long days, and prolonged exposure to short days and low temperatures led to abortions or deformations of the panicles. In coastal tetraploid biotypes primary induction occurred after a considerable period of exposure to short days, but initiation and development of inflorescences required a shift to long days.

In *Luzula multiflora* ssp. *frigida* and eastern biotypes of ssp. *multiflora* inflorescences developed and flowering occurred both in long and short days at temperatures up to 15°C. In ssp. *frigida* developmental speed and morphology was little affected by daylength, whereas in ssp. *multiflora* of eastern origin flowering in short days was normal apart from a conspicuous stuntedness of the inflorescences and a delay of development. In biotypes from western coastal districts, inflorescence elongation was inhibited or strongly delayed in short days.

Weakly developed or lacking physiological mechanisms for checking floral initiation and development during long periods of short days in the temperature range 0-15°C may be critical. Failing to remain frost tolerant, alpine and boreal plant species may thus be precluded from establishing and persisting in the oceanic climate along the coast of South-West Scandinavia.

*Per H. Salvesen, Dept of Botany, Norwegian University of Agriculture,
P.O. Box 14, N-1432 As-NLH, Norway.*

Plantenes vekst og utvikling styres og synkroniseres av periodiske vekslinger i daglengde og temperatur. Blomstring skjer normalt i sommerhalvåret på våre breddegrader, mens dagen er lang. Ekte langdagsplanter som skifter fra vegetativ til generativ fase utelukkende som følge av et skifte fra kort til lang dag synes relativt fåtallige i vår flora. Derimot er en rekke urter og gras fra nordlige områder s.k. kort-langdagsplanter (Evans 1964, Vince-Prue 1975, Heide 1985). Blomstring hos disse krever enten primærinduksjon i kort dag eller vernalisering ved lav temperatur. Strekking av blad og stengler og utvikling av blomsterstanden skjer så vanligvis etter at dagens lengde overskrider en viss kritisk verdi.

Forsøkene som skal behandles her er rettet inn på å klarlegge økotypedifferensiering innen vidt utbredte arter og artskomplekser i fotoperiodiske reaksjoner. Den sentrale problemstilling knytter seg til sammenlikning av populasjoner fra vestlige kystområder med populasjoner fra fjellet i Sor-Norge og fra innlandsstrøk på Østlandet. De mest iøyenfallende forskjeller mellom det sterkt oseaniske Vestlandsklima og klimaet i fjellet og i innlandsstrøk ostafjells finner en i vinterhalvåret. Forskjellene blir desto større om en betrakter overvintringsklimaet for flerårige urter. På den ene sida er plantevekst effektivt hindret av mer eller mindre stabil kulde (gjerne snødekke), på den andre veksler forholdene stadig mellom tøvær med vekstmuligheter og vinter med skarp barfrost. Plantene vil oppleve lange perioder med kort dag og temperaturer godt over frysepunktet nær Atlanterhavskysten på Vestlandet, mens de i innlandsstrøk og fjellområder stortsett vil holdes i ro av snødekke og temperaturer under eller omkring 0°C. Frilandsforsøk omtalt tidligere (Salvesen 1988) tyder på at planter som flyttes fra innlandet eller fjellet til Sorvest-

landet, lett kommer i utakt med sesongvekslingene i et oseanisk kystklima. Av spesiell interesse er derfor spørsmålet: Kan økotypedifferensiering som følge av tilpasning til en kort vekstsesong og en lang, stabil og kald vinter forklare hvorfor visse arter mangler i kystnære områder?

MATERIALE OG METODER.

I de undersøkte populasjoner av *Luzula* spp. ble alle frø fra samtlige blomsterstander innafør et areal på ca. 10×10m høstet. Av *Festuca vivipara* ble det opprinnelig samlet yngleskudd fra 10 planter i hver populasjon, men i forsøkene er et mindre antall kloner fra hver lokalitet benyttet.

Tabell 1. Forsoksmaterialets opprinnelse. *Origin of plant material.*

No	Lokalitet Site	H.o.h. M.a.sl.	Voksestedstype Habitat	Helning/Eksposisjon Inclination/Exposition
<i>Luzula multiflora</i> ssp. <i>frigida</i> (Buch.) Krecz.				
16 Op,	Vågå, Besstr.-Rundhø	1390m	Fuktig grasbakke med bekkesig	3° SSE
15 Op,	Vågå, Besstr.-Rundhø	1300m	Dryashei på morenerygg	15° ESE
14 Op,	Skjåk, Strynefjell	1180m	Fuktig grasbakke med bekkesig	10° S
13 Op,	Ø.Slidre, Valdresflya	1350m	Fuktig grasbakke med bekkesig	2° SSW
12 Ho,	Odda, Dyrskard	1250m	Lågurteng på fyllittknaus	5° S
<i>Luzula multiflora</i> ssp. <i>multiflora</i> & ssp. <i>frigida</i>				
11 Op,	Vågå, Besstrond seter	1000m	Artsrik setereng på fylittjord	10° NE
10 SF,	Stryn, Videseter	700m	Grasbakke i lynghei, podsol	0°
<i>Luzula multiflora</i> (Retz.) Lej. ssp. <i>multiflora</i>				
9 Op,	Lom, Solsida V f. Lia bru	450m	Gjengroing ved vegkant, morene	15° S
8 Os,	Oslo, Romsås	320m	Lågurteng på syenittsvaberg	10° SE
7 SF,	Stryn, SW f Hjelle	50m	Bratt svaberg i varm li	50° W
6 Ho,	Odda, Austmannalia	740m	Beitet lyng- og grashei, podsol	25° SW
5 VA,	Kr.sand, Fløkkerøy	2m	Urterik eng på skjellsand	3° S
3 SF,	Selje, Kjerringa på Stad	470m	Stuttvokst grasbakke, beitet	20° SW
2 Ho,	Øygarden, Rongesund	20m	Lynghei og einerkratt, på torv	10° ENE
1 Ro,	Karmøy, Sandve	5m	Urterik eng på sandjord	2° WSW
<i>Luzula multiflora</i> ssp. <i>congesta</i> (Thuill.) Hyl.				
4 SF,	Vågsøy, Sørpollen	125m	Mager fukteng, tidligere beite	10° N
<i>Festuca ovina</i> L.				
10 Op,	Lom, Høyrokampen	1425m	Dryashei på fyllittgrus	20-22° S-SSW
<i>Festuca vivipara</i> (L.) Sm.				
10 Op,	Lom, Høyrokampen	1425m	Dryashei på fyllittgrus	20-22° S-SSW
11 Op,	Lesja, Grønhø	1280-1345m	Dryashei på flytjord (fyllitt)	8-12° E
8 Op,	Lom, Storbreen	1355-1360m	Pionærmark på brøgrus (gneiss)	15-20° WSW-E
9 Op,	Lom, Sauhø	1565-1635m	Overrislet berg/skred (kalk?)	50-70° W-SW
6 SF,	Vik, Sopandfjell	1070-1130m	Grashei på tynn podsol	2-18° SW
5 SF,	Vik, Høgali	925-930m	Lågurteng på fyllittskred	45-55° SW
7 MR,	Stranda, Dalsnibba	1445m	Mosedekket bekkebrødd på silt	5-30° W-NW
3a SF,	Selje, Kjerringa på Stad	490m	Grashei på podsol (beitet)	28° SW
3b SF,	Selje, Kjerringa på Stad	490m	Lynghei på podsol (beitet)	8° N
4 MR,	Eide, Skottheimsvik	2m	Grashei på skrinn, svart mold	0°
1 R,	Karmøy, Skudenes	5m	Grashei på skrinn, svart mold	9-12° E-NE
2 R,	Karmøy, Salvøy	2m	Gjenvoksing etter lyngbrann	0-20° SV-SE
-				
12 Tr,	Harstad, Grytøy	10m	-	-
13	ISLAND, Borgarfjörður	5m	-	-
14	Svalbard, Longyearbyen	-	-	-

Forsøkene er lagt opp som blokkforsøk, og er utført i Klimalaboratoriet ved Norges Landbruks-høgskole. Forsøksplantene er alt opp under betingelser som gir god vekst uten å gi induksjon og dannelse av blomster. Om ikke annet er nevnt, er det brukt ca. 20°C med 20 timer vekstlys (kunstlys, ca. 110 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) pr. døgn og svakt tilleggslys (ca. 5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) med glødelamper i 24 timer. Etter oppaling er materialet sortert og fordelt på forsøksledd à 10 planter. I de fleste forsøkene er det gitt forbehandling tilsvarende høst-forhold, med 10 timer vekstlys (kunstlys, ca. 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) og lav temperatur (6°C). Forbehandlingen har vært av ulik varighet for de ulike leddene, f. eks. 5, 8, 11, 14 og 17 uker.

Virkingen av forbehandlingen observeres så etter overføring til dagslysrom hvor plantene gis "somer"-forhold (18°C og lang dag). Avhengig av årstid det er brukt naturlig lang dag (juni-juli) eller 8 timer dagslys + dagforlengelse med svakt glødelampelys (ca. 5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$). Tidspunkt for tilsynekomst av

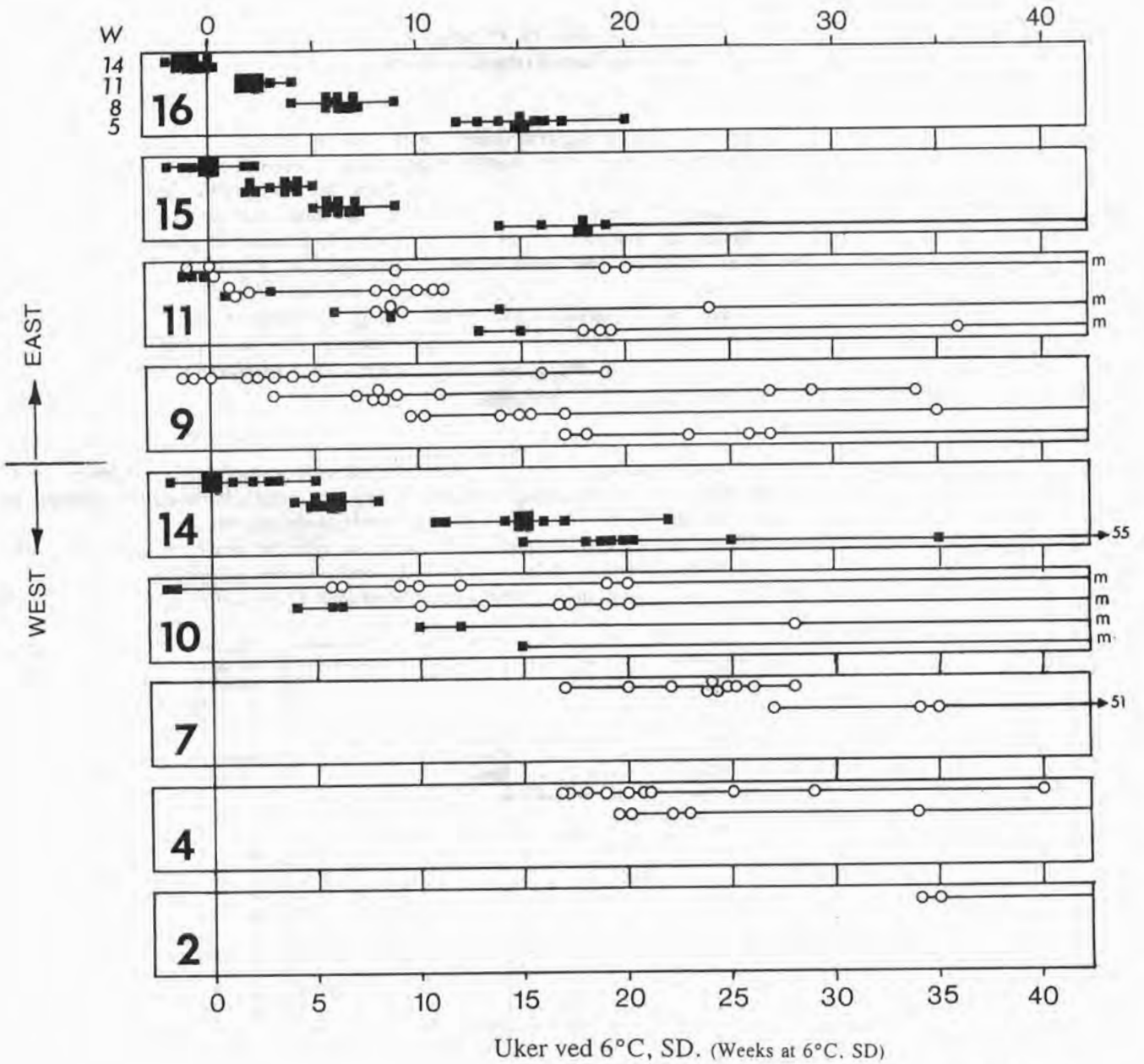
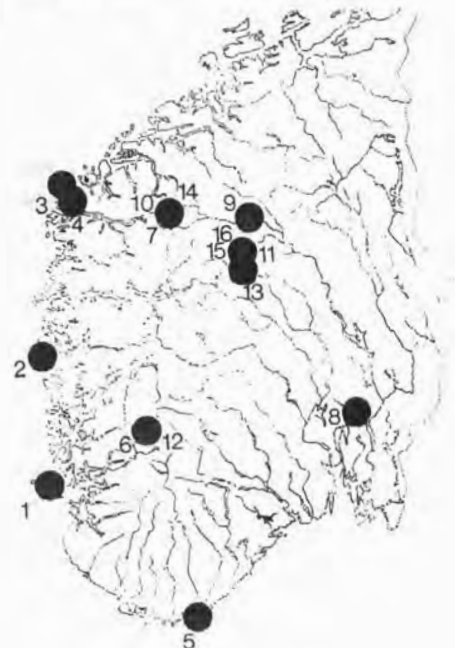


Fig. 1. Virkning av kort dag og lav temperatur (10 hrs, 6°C) på blomstring hos *Luzula multiflora* ssp. *multiflora* (sirkler) og ssp. *frigida* (kvadrater) i påfølgende lang dag ved 18°C. Antall dager til første synlige blomsterstand etter W = 5, 8, 11 og 14 uker i kort dag ved lav temperatur. Populasjonsnummer indikert på innfelt kart (jfr. tabell 1).

Effect of short days and low temperature (10 hrs, 6°C) on flowering in Luzula multiflora ssp. multiflora (dots) and ssp. frigida (squares) in subsequent long days at 18°C. Time (in days) before appearance of first inflorescence after W = 5, 8, 11, and 14 weeks of short day/low temperature treatment. Population # indicated on map (cf. table 1).



blomsterknopp, åpning av 1. blomst osv. noteres. På et bestemt tidspunkt hostes plantene, og karakterer som bladlengde, stråhøyde, antall bladskudd og blomsterskudd registreres.

Luzula multiflora agg.

Det er funnet en klar gradient i blomstringsreaksjoner i flere forsøk med ulike populasjoner (tabell 2). De fleste populasjonene kan klassifiseres som kort-langdagsplanter. Vernaliseringsbehandlingen har likevel avdekket store forskjeller i hvor langvarig påvirkning og hvor lav temperatur som er nødvendig for å oppnå induksjon og blomstring. Plantene fra Sorvestlandet krever langvarig påvirkning og temperatur $<9^{\circ}\text{C}$. I populasjoner fra fjellet og innlandet er det derimot en sterk tendens til at differensiering og utvikling av blomsterstanden skjer raskt og mer eller mindre uavhengig av daglengde ved temperaturer opp til og med 15°C . Dessuten synes lang dag å virke vel så sterkt som kort dag på primærinduksjonen. Forsøkene bekrefter således regelen at primærinduksjon og initiering av blomsteranlegg skjer langsommere jo mer sørlig og oseanisk en plantes herkomst er. Stengelstrekking skjer hos planter fra fjellet og innlandsstrøk østafjells nærmest uavhengig av daglengde. Hos planter fra kyststrokene vestafjells forsinkes eller hemmes stengelstrekking som regel sterkt i kort dag.

Tabell 2. Blomstring hos *Luzula multiflora* agg. ved 18°C etter forbehandling med ulike daglengde i 17 uker ved 6°C . Midlere antall dager til første synlige blomsterknopp og antall blomstrende planter er indikert. SD = 8 timer dag, LD = 8 timer dag + dagforlengelse med svakt glødelampelys.

Flowering in Luzula multiflora agg. at 18°C after pretreatment at different daylengths for 17 weeks at 6°C . Mean number of days before visible inflorescence bud, and number of flowering individuals indicated. SD = 8 hrs daylight, LD = 8 hrs daylight + 16 hrs incandescent light ($5 \mu\text{mol/m}^2\text{s}$).

Belysning ved 6°C : Lysrør Glødelampe Mørke		Illumination at 6°C : Fluorescent tubes Incandescent light Darkness					
		10 t		10 t		24 t	
Daglengde ved 18°C		24 t		10 t		10 t	
		0 t		14 t		0 t	
		Daylength at 18°C .					
		SD	LD	SD	LD	SD	LD
P	1	24.4 (5)	18.3 (9)	23.8 (4)	17.1 (10)	33.3 (4)	23.0 (8)
O							
P	2	— (0)	25.0 (5)	53.0 (1)	30.3 (6)	13.0 (4)	13.5 (4)
U							
L	4	11.8 (9)	10.3 (10)	14.0 (10)	12.5 (10)	11.7 (10)	11.9 (10)
A							
S	6	10.7 (10)	9.5 (10)	12.0 (10)	8.0 (10)	12.3 (10)	13.6 (10)
J							
O	9	7.5 (10)	7.3 (10)	6.8 (10)	4.4 (10)	7.5 (10)	9.2 (10)
N							
	11	6.8 (10)	6.6 (10)	7.7 (10)	7.8 (10)	8.4 (10)	6.7 (10)
	8	4.2 (10)	3.0 (10)	1.8 (10)	1.8 (10)	6.0 (10)	6.1 (10)

I fig. 1. er vist ett eksempel på de forsøksresultater som foreligger. Hos ssp. *frigida* gir 5 uker behandling nær fullt tilslag. Blomsterstander differensieres ferdig i kort dag, og stråene starter strekking allerede under forbehandlingen, slik at knopper gjerne er synlige ved uttak fra kjolerom etter 14-17 uker. Det er funnet relativt liten forskjell i blomstringstidspunkt mellom individene i hvert forsøksledd hos denne arten, og alle populasjonene som er testet har vist sammenfallende reaksjonsmonstre. Individuelt av ssp. *frigida* fra blandingspopulasjoner med ssp. *multiflora* avviker ikke fra dette bildet. Hos ssp. *multiflora* sees større variasjon innen hvert forsøksledd, og de ulike populasjonene reagerer ulikt. I populasjoner fra lokaliteter øst for vannskillet er det funnet en gradasjon fra individer som induseres og danner blomsteranlegg i kort dag like raskt som ssp. *frigida* til individer som reagerer tregere. Dette er tilfelle både i populasjoner fra lavlandet og fra seterregionen. Materialet av ssp. *multiflora* og ssp. *congesta* fra lavlandet vest for vannskillet er funnet å kreve vesentlig lenger behandling for å induseres og bruke lenger tid på strekking av strå. Selv i populasjonene fra subalpin sone i indre strøk er de raskeste individene funnet klart tregere enn ssp. *frigida*. Virkningen av behandlingen på primærinduksjonen avtar mot kysten og mot lavlandet. Mest ekstreme er prøvene fra Sorvestlandet, hvor selv 14 ukers behandling ga marginal induksjon. Forsøk som nylig er avsluttet viser at plantene fra Sorvestlandet ikke starter differensieringen av blomsteranlegg i kort dag, men forblir vegetative. Først ved overføring til sommer-forhold med lang dag vil dannelse av blomsteranlegg initieres, og blomsterstanden utvikles.

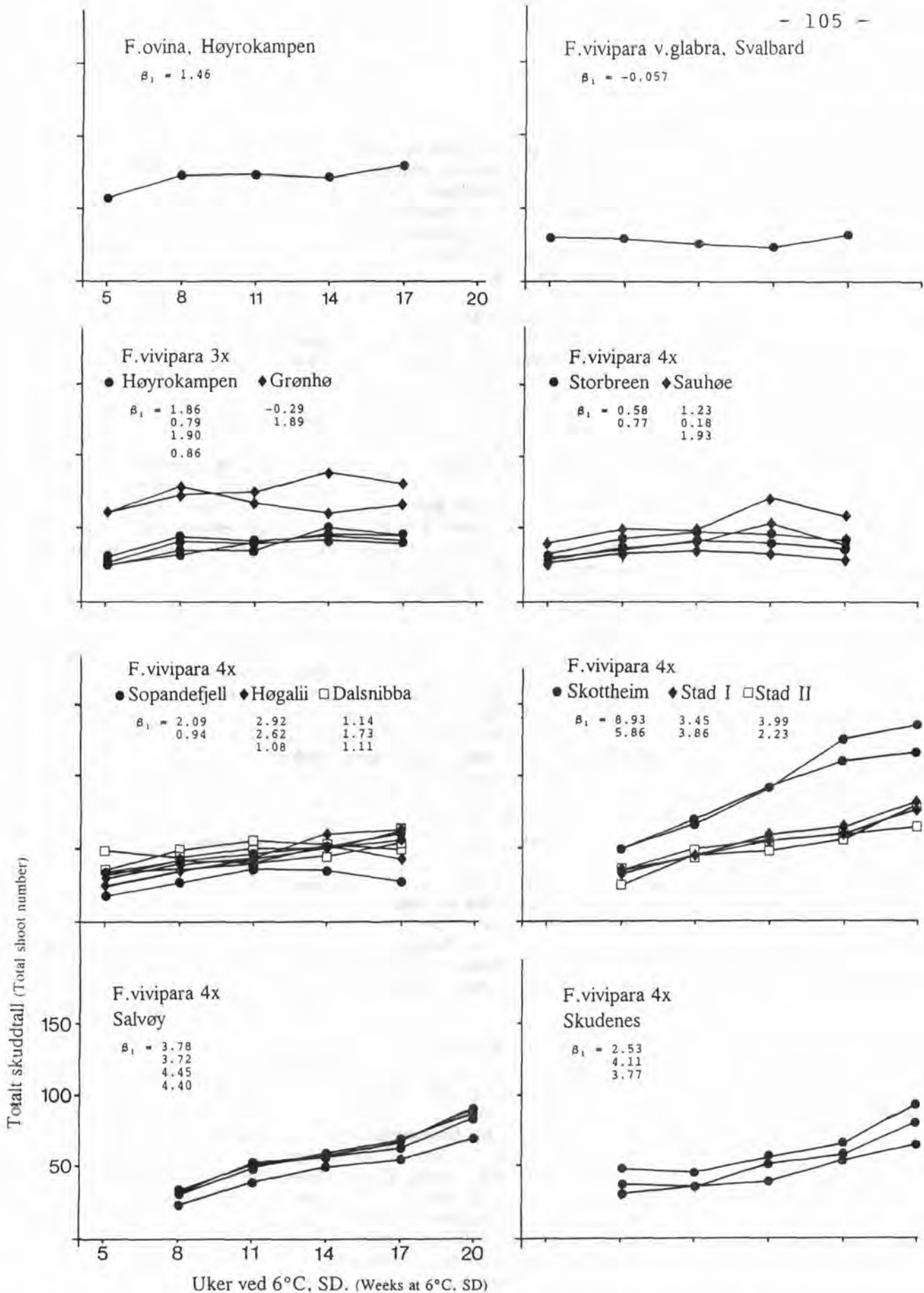


Fig. 2. Virkning av kort dag og lav temperatur (10 hrs, 6°C) på skuddutvikling hos *Festuca vivipara* og *F. ovina*. Totalt antall skudd etter 5, 8, 11, 14, 17 og 20 uker. Populasjon indikert (jfr. tabell I).

Effect of short days and low temperature (10 hrs, 6°C) on shoot formation in *Festuca vivipara* and *F. ovina* in subsequent long days at 18°C. Total shoot number after 5, 8, 11, 14, 17, and 20 weeks of short day/low temperature treatment. Population indicated (cf. table 1).

Festuca vivipara og *F. ovina*.

Alle populasjoner som hittil er undersøkt av disse to artene kan karakteriseres som kort-langdagsplanter. Primærinduksjon skjer i kort dag, og normal utvikling av blomsterstand og stengelstrekking er avhengig av et skifte til lang dag (sekundær induksjon). Det er funnet klare gradienter i materialet i vegetativ utvikling, hvor langt differensieringen av blomsteranlegg går i kort dag og hvor raskt den generative utviklingen skjer i lang dag etter vernaliseringsbehandlingen.

Av fig. 2 sees at mens plantene fra sterkt oseaniske områder vokser og danner rikelig med sideskudd i kort dag ved 6°C, er det liten eller ingen økning i tallet på synlige skudd i materialet fra sentrale og østlige fjell. I en prøve fra Svalbard av *F. vivipara* ssp. *glabra* Frederiksen viser skuddtallet en synkende tendens. I vestlige fjell sees det hos enkelte kloner en markert økning i skuddtallet.

Blomstringsfysiologiske forhold reflekterer plantematerialets opphavslokaltet ennå tydeligere. De undersøkte klonene fordeler seg i tre grupper etter tidlighet i aksskyting (fig. 3). Tidligst er stråsetting registrert i triploider fra rike plantefjell i kontinentale områder i S.Norge, og i materialet fra Svalbard. Tetraploide kloner fra vestlige og sentrale fjellområder reagerer noe tregere. En populasjonsprøve av *F. ovina* faller ut intermediert mellom de to gruppene i tidlighet. Tetraploide kloner fra standberg og kystfjell langs Vestlandet og på Island reagerer betydelig langsommere.

I de triploide klonene ble det funnet en tilnærmet proporsjonal sammenheng mellom behandling (varighet) og respons (dager til synlig topp). I tetraploidene kunne det derimot observeres en gradvis minkende effekt av forlenget behandling. En tetraploid klon fra strandknauser på Grytoy var i likhet med tetraploider fra fjelltraktene i Sor-Norge indusert etter 8 uker, men forlenget eksponering til induktive betingelser ga vesentlig mindre utslag enn hos kloner fra fjellet. Etter 17 uker var tida fram til aksskyting ikke vesentlig kortere enn hos kloner fra kysten av Sorvestlandet.

Andelen stråskudd økte med varigheten av kortdags-behandlingen til et visst nivå. Plantene fra oseaniske strøk dannet maksimalt omkring 20-30% strå, og kloner fra vestlige fjell (5.7) viste en liknende reaksjon. De øvrige klonene fra fjellområdene utviklet langt flere stråskudd (60-70%). Stråsettingsraten (fig. 4) uttrykt som gjennomsnittlig daglig økning i stråmengden ved 18°C i lang dag i prosent av totalt stråfall fram til blomstringsstadiet, viser en tilsvarende gradient fra fjell i nordost til ytre kyststrøk på Vestlandet. Variansanalyse av stråsettingsraten etter 17 uker vernalisering gir ved multiple parvise sammenlikninger (SS-STP-test, jfr. Sokal & Rohlf 1981, p. 253), grunnlag for å dele materialet i to grupper (tabell 3). På én side klonene fra østlige og sentrale fjell, og på andre sida klonene fra vestlige fjell og kyststrøk. Innen hver av gruppene er det ikke evidens for å påstå forskjeller i denne karakteren, mens det mellom gruppene kun er én sammenlikning som ikke gir signifikant test. Det er interessant å merke at de to prøvene 5 og 6 som begge er fra Vikafjell faller i hver sin gruppe. Dette kan forklares med forskjell mellom lokalitetene i høyde over havet og helning/eksposisjon (jfr. tabell 1). Den bratte sorvestvendte skråningen på Hogalii gir en sterk "sorbergseffekt" med tidlig framsmelting og lang vekstsesong.

Frekvensen av topper med én eller flere normalt utviklede blomster økte sterkt med varigheten av kortdags-behandling. I triploide planter var frekvensen lav, mens den i tetraploider nådde mer enn 60%. I de sistnevnte var også antallet normale blomster pr. småaks høyt, men selv ikke i planter hvor nærmere 100% av stråene bar normale blomsterenheter, var dannelsen av ynglekopper helt undertrykt. Alpine tetraploide kloner nådde metning i dannelsen av blomster etter 11-14 uker, og forlenget behandling ga et kraftig fall i frekvensen (nr. 7, Dalsnibba unntak her). Samtidig med at færre normale blomster ble dannet, økte frekvensen av aborteringer o.l. I klonene fra kystområdene ble det nådd metning hos de fleste etter 20 uker, men her såes ikke abnormaliteter.

Utvikling av strå hemmes generelt sterkt i kort dag hos *F. vivipara*. Disseksjon av skuddspisser hos noen kloner etter 17 uker ved 6°C og kort dag (fig. 5) viste at plantene fra sterkt oseaniske områder enda ikke hadde startet dannelsen av blomsteranlegg, men holdt seg vegetative. Skuddspisser hos tetraploider fra Sauhoe (9) var på samme tid langt kommet i differensiering. Hos planter fra Grytoy (12) var skuddspissene også i generativ fase. Hos kloner fra fjelltraktene synes differensieringsprosessen å stoppe opp i kort dag, og forlenget eksponering ga økt frekvens av aborteringer og andre abnormaliteter. Hos triploider fra østlige fjell ble det dannet korte strå i endel planter allerede under forbehandlingen etter ca. 17 uker ved 6°C og kort dag. Ved overføring til lang dag strakte ikke disse seg normalt, men dannet tette buskingsskudd ved at bladene på yngleskuddene begynte å strekke seg istedet for ståinternodiene.

I en fjellpopulasjon av sauesvingel ble nær 100% av toppene utviklet fram til normal blomstring. Etter langvarig behandling avtok imidlertid frekvensen av normale blomster, og det ble dannet yngleskudd i mange topper, samtidig som frekvensen av aborteringer og andre abnormaliteter økte. Etter 17 og 20 uker var frekvensen av strå med yngleskudd 4% og 33% (henholdsvis).

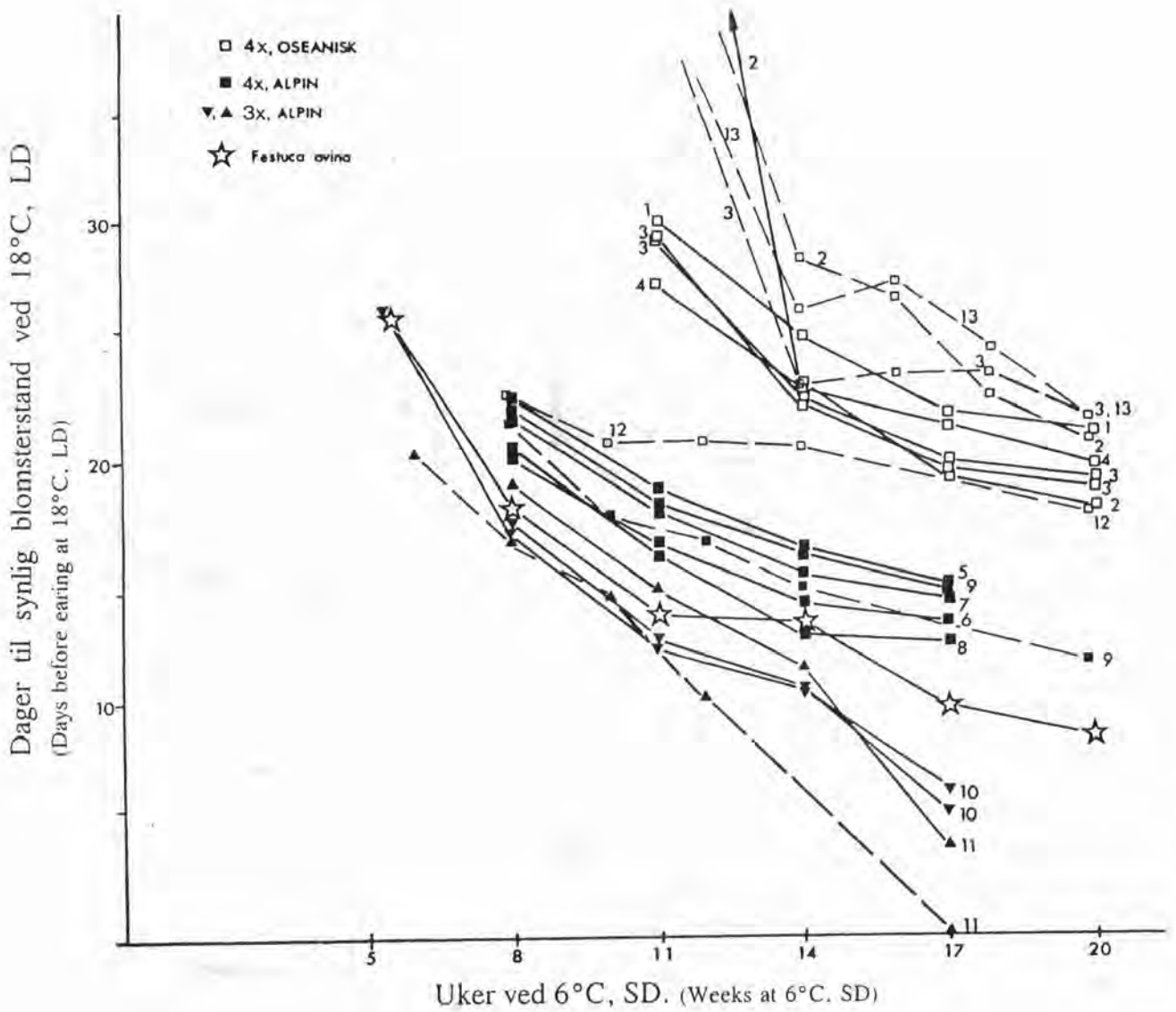
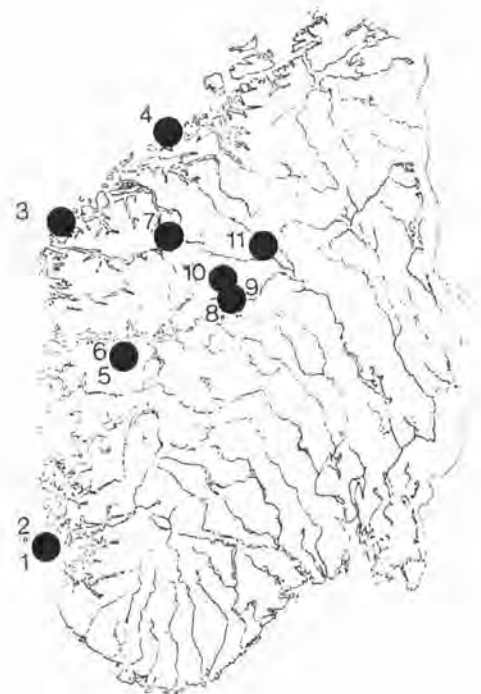


Fig. 3 Virkning av kort dag og lav temperatur (10 hrs. 6°C) på blomstring hos *Festuca vivipara* og *F. ovina* i påfølgende lang dag ved 18°C. Antall dager til første synlige blomsterstand etter 5. 8. 11. 14. 17 og 20 uker (samledata for 2 forsøksserier). Populasjonsnummer indikert på innfelt kart (jfr. tabell 1).

Effect of short days and low temperature (10 hrs. 6°C) on flowering in *Festuca vivipara* and *F. ovina* in subsequent long days at 18°C. Time (in days) before appearance of first inflorescence after 5, 8, 11, 14, 17 and 20 weeks (data from two trials included). Population # indicated (cf. table 1).



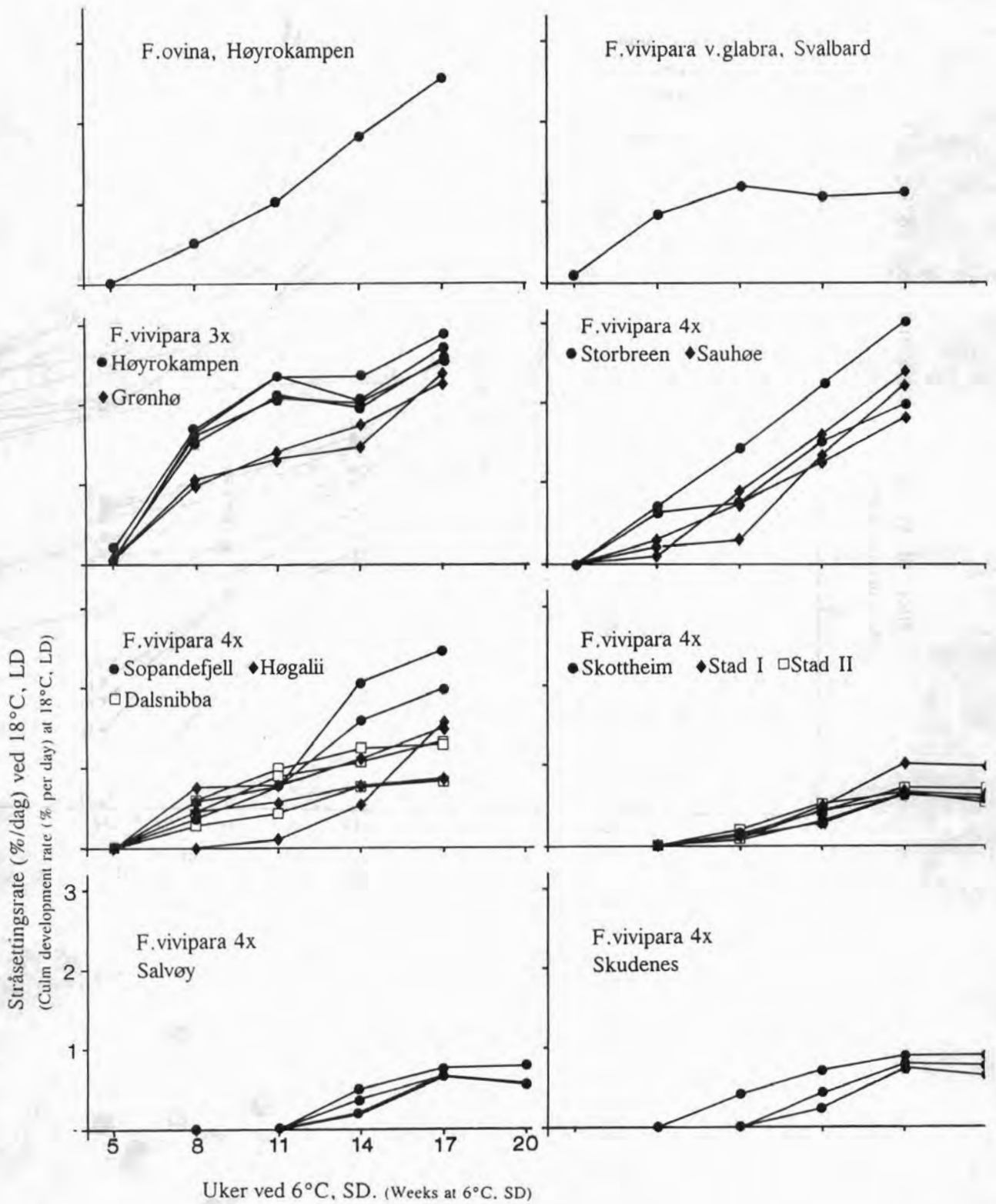


Fig. 4. Virkning av kort dag og lav temperatur (10 hrs, 6°C) på stråsettingsraten hos *Festuca vivipara* og *F. ovina* i påfølgende lang dag ved 18°C etter 5, 8, 11, 14, 17 og 20 uker. Populasjonsnummer indikert på innfelt kart (jfr. tabell 1).

Effect of short days and low temperature (10 hrs, 6°C) on culm development rate in *Festuca vivipara* and *F. ovina* in subsequent long days at 18°C after 5, 8, 11, 14, 17, and 20 weeks. Population # indicated (cf. table 1).

Tabell 3. Stråsettingsrate (% pr. dag) hos *Festuca vivipara* etter 17 uker forbehandling ved 6°C. Multiple parvise sammenlikninger i enveis variansanalyse, SS-STP-test. *Culm development rate (% per day) in Festuca vivipara after 17 weeks pretreatment at 6°C. Multiple pairwise comparisons in 1-way ANOVA, SS-STP-test.*

F. ovina		F.vivipara											
Pop	10a	10b	11	8	6	9	5	7	3a	3b	4	2	1
10b	ns	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-	-
5	*	***	ns	***	**	**	-	-	-	-	-	-	-
7	**	***	**	***	***	***	ns	-	-	-	-	-	-
3a	**	***	**	***	***	***	ns	ns	-	-	-	-	-
3b	**	***	**	***	***	***	ns	ns	ns	-	-	-	-
4	***	***	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	-	-	-
2	**	***	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
1	***	***	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-

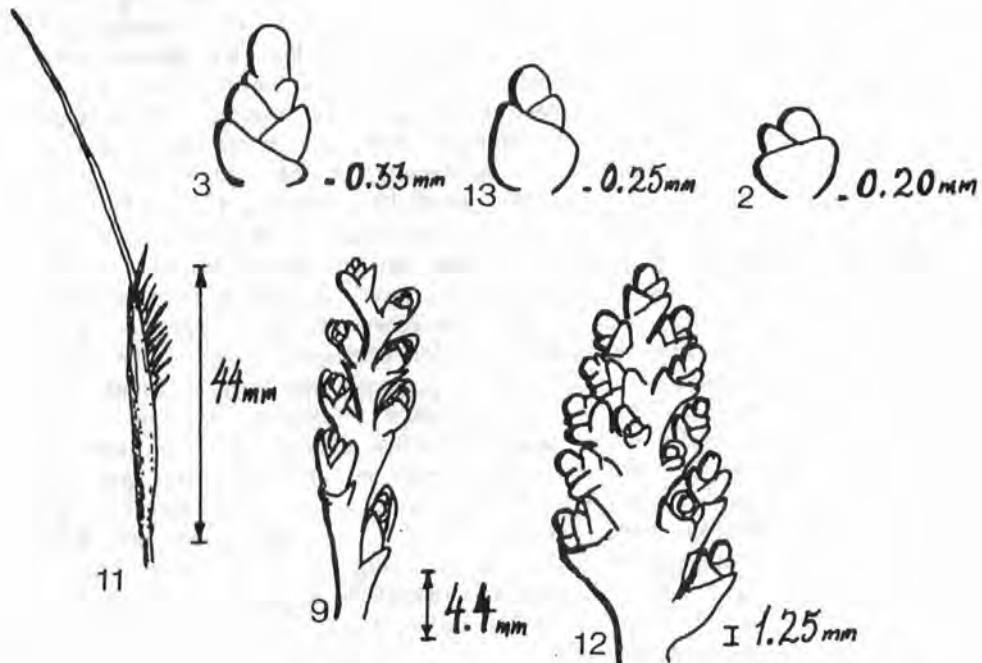


Fig 5. Blomsterstandsanlegg hos 6 kloner av *Festuca vivipara* etter 17 uker ved 6°C i kort dag (10 timer). Vertikal stolpe indikerer relativ lengde (naturlig størrelse angitt i mm). Opphavsklokallitet indikert med nummer.

Inflorescence primordia in 6 clones of Festuca vivipara after 17 weeks at 6°C in short days (10 timer). Vertical bar indicates relative size (actual size given in mm). Locality of origin indicated by numbers.

DISKUSJON.

I det foreliggende materialet er det påvist en klar gradient i fotoperiodiekske reaksjoner fra fjellplanter til vestlandsplanter, og en klar forskjell mellom planter fra Øst- og Vestlandet. Den gradienten som er funnet i *Festuca vivipara* fra kort-langdags biotyper hvor blomstring kun skjer i lang dag etter primærinduksjon ved vernalisering ved lav temperatur og/eller kort dag til biotyper hvor differensiering av blomsterstanden starter og fortsetter til et langt framskredet stadium i kort dag, samsvarer med funn hos *Poa pratensis* (Heide 1980, Håbjørg 1978), go utdyper og utfyller tidligere forsøk med *F. vivipara* (Salvesen 1982, 1986, Heide 1988). Triploide biotyper hvor blomsterstandens utvikling fortsetter fram til skyting kan sees som ekstremer i en slik gradient. Eksperimentelle undersøkelser av blomstringsfysiologiske forhold hos *Luzula* spp. synes ikke å være rapportert tidligere. Flere av de studerte biotyper av *Luzula multiflora* agg. avviker fra den typiske kort-langdagsreaksjon en finner hos mange tempererte gras. Særlig hos planter fra fjellet og innlandsstrøk synes temperatureffekter å være viktigere enn daglengde for både primær- og sekundærinduksjon. Monstret som er funnet samsvarer forøvrig godt med observasjoner som er gjort ved dyrking av en rekke populasjoner av arter som er vidt utbredte i Skandinavia (Turesson 1926, 1930, Heide 1985).

Det er et felles trekk hos arter og biotyper fra arktiske, alpine og kontinentale områder at blomsterknopper anlegges om sommeren og høsten ett, to eller i ekstreme tilfeller flere år for blomstring. De overvintrer mer eller mindre ferdig differensiert, og er tilpasset rask utvikling om våren (Resvoll 1909, 1917, Sørensen 1941, Hodgeson 1966, Billings & Mooney 1968 og Bliss 1971). Arter og biotyper fra sørlige og oseanisk influerte områder overvintrer gjerne i vegetativ fase og danner først blomsterknopper om våren i blomstringsåret (Håbjørg 1978, 1979, Innbjør 1979, Heide 1985).

Hos nordlige biotyper av kort-langdags planter hvor differensiering av blomsterstanden skjer i kort dag på høsten eller ettersommeren, vil særlig de ferdig differensierte blomsterstandsanleggene være utsatt for skade i milde vintre. Dette kan opptre enten som følge av frost og angrep fra insektlarver slik det er vist for *Poa pratensis* (Heide 1980, Håbjørg 1979, Innbjør 1979) eller "overstimulering" slik det er beskrevet hos *F. vivipara* over. Det er således en grense for hvor lenge slike planter kan tåle eksponering til kort dag og lave temperaturer uten sterkt negative virkninger. Arter og biotyper som mangler evnen til å hindre eller forsinke blomstring og stengelstrekking i kort dag, slik det er vist for *Luzula multiflora* ssp. *frigida* og innlandsokotyper av ssp. *multiflora*, vil antakelig være ennå sterkere utsatt. Evnen til å tåle frost hos urter henger noye sammen med hvor lett plantene avherdes og starter stengelstrekking ved eksponering til økt temperatur (Sjoseth 1971, Levitt 1980). Resistens mot soppangrep og andre skadefaktorer vil dessuten nedsettes, dersom plantene ikke er fullt frosthedige (Tronsmo 1984). I begge tilfeller vil vitaliteten svekkes og sannsynligheten for etablering av avkom avta. Planter som er tilpasset et oseanisk Vestlandsklima vil i motsetning til disse holde seg i vegetativ vekst, og være tregere frosthedning og -avherding (Foss 1968, Sjoseth 1971, Håbjørg 1976, 1977, Levitt 1980).

En grunnleggende forutsetning for at en planteart skal kolonisere, overleve og konkurrere i et gitt område er at det finnes biotyper i populasjonene som er istand til å reagere på vekslingene i lys- og temperaturklima på en slik måte at individene overlever gjennom kritiske perioder. På våre breddegrader er vinteren en slik kritisk periode, og plantenes reaksjoner på temperatur- og lysforholdene i sommerhalvåret vil i stor grad bestemme mulighetene for overvintring uten skade. Det er svært interessant å merke seg den tydelige forskjell i variabilitet i populasjonene som er funnet i tilfellet *Luzula multiflora* agg. Variasjonen er liten i ssp. *frigida* i de undersøkte karakterer, både innen og mellom de ulike populasjoner. Derimot er det påvist tildels store forskjeller både mellom individer og populasjoner av ssp. *multiflora*. Av dette skulle en kunne slutte at potensialet for å kolonisere nye områder og klimasoner er større hos ssp. *multiflora* enn hos ssp. *frigida*. Evolusjon av klimaokotyper regnes ofte for å være en relativt rask prosess (Aastveit 1985), og det er kjent en rekke tilfeller hos kulturvekster hvor det har vært mulig å utvide dyrkingsarealet for en art vesentlig ved kunstig seleksjon. I de aller fleste tilfeller har det imidlertid vært tale om en flytting av grensene nordover. Det motsatte synes å være langt mindre vanlig. Her eksisterer selvsagt en rekke mulige forklaringer på dette forhold, men tilfellet *Luzula multiflora* ssp. *frigida* antyder at viktige genetiske og fysiologiske forutsetninger mangler for en rask utvikling av biotyper veltilpasset i et oseanisk, vintermildt klima.

Det må derfor være rimelig å anta at fotoperiodiske reaksjoner av den typen som er behandlet her utgjør et viktig element i forklaringen av mange fjellplanters og nordostlige arters utbredelsesgrenser mot sørvest.

LITTERATUR

- Aastveit, K., 1985. Genetic aspects of climatic adaptations in plants. pp. 23-42. in: Kaurin, Å., Junttila, O., & Nilsen, J. (eds.). Plant production in the North. Norw. Univ. Press. Tromsø, Oslo, Bergen, Stavanger.
- Billings, W.D. & Mooney, H.A., 1968. The ecology of arctic and alpine plants. Biol. Rev. 43:481-529.
- Bliss, L.C., 1971. Arctic and alpine plant life cycles. pp. 405-438 in: Johnston, R.F., Frank, P.W., & Michener, C.D., (eds.) Annual review of ecology and systematics. Annual Rev. Inc., Pao Alto, California.
- Evans, L.T., 1964. Reproduction., ch. 8, pp. 126-153 in: Barnard, C. (ed.), Grasses and grasslands. Macmillan, London.
- Foss, S., 1968. Vekstrytme hos timoteisorter. Forsk. fors. Landbr. 19:487-518.
- Heide, O., 1980. Studies on flowering in *Poa pratensis* L. ecotypes and cultivars. Meld. Nor. LandbrHøgsk. 59(14), 27 pp.
- 1985. Physiological aspects of climatic adaptations in plants with special reference to high-latitude environments. pp.1-22 in: Kaurin, Å., Junttila, O., & Nilsen, J. (eds.). Plant production in the North. Norw. Univ. Press, Tromsø, Oslo, Bergen, Stavanger.
 - 1988. Environmental modification of flowering and viviparous proliferation in *Festuca vivipara* and *F. ovina*. Oikos 51:171-178.
- Hodgeson, H.J., 1966. Floral initiation in Alaskan gramineae. Bot. Gaz. 127:64-70.
- Håbjørg, A., 1976. Effects of photoperiod and temperature on vegetative growth of different Norwegian ecotypes of *Poa pratensis*. Meld. Norges LandbrHøgsk. 55(16), 26 pp.
- 1977. The effect of artificial heating on winter survival and turf quality of selected varieties of *Poa pratensis* L. Meld. Nor. LandbrHøgsk. 56(25), 13pp
 - 1978. Climatic control of floral differentiation and development in selected latitudinal and altitudinal ecotypes of *Poa pratensis* L. Meld. Nor. LandbrHøgsk. 57(7), 21 pp.
 - 1979. Floral differentiation and development of selected ecotypes of *Poa pratensis* cultivated at six localities in Norway. Meld. Nor. LandbrHøgsk. 58(4), 19 pp.
- Innbjør, H., 1979. Blomsterdifferensiering og utvikling hos to sorter (okotyper) av engrapp (*Poa pratensis* L.) dyrket på tre steder i Norge. M.Sc. thesis, Norges Landbrukshøgskole. Ås. 58 pp.
- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Vol 1. Cillling, freezing, and high temperature stresses. Academic press, 497 pp.
- Resvoll, T.R., 1909. Über die Winterknospen der Norwegischen Gebirgsweiden. Nyt Mag. Naturv. 47(4):299-368, Taf. XXII-XXIV.
- 1917. Om planter som passer til kort og kald sommer. Arch. f. Math. og Naturv. 35(6), 224 pp.
- Salvesen, P.H., 1982. Innledende studier av *Festuca vivipara* (L.)Sm. - geitsvingel. Cand. real. thesis. Univ. Oslo.
- 1986. *Festuca vivipara* in Southern Norway, infraspecific variation and systematic affinities. Acta Univ. Ups., Symb. Bot. Ups. 27(2):155-167.
 - 1988. Sammenliknende dyrkingsforsøk med sorvestkyst-skyende planter, Del I. Frilandsforsøk. Blyttia 46: 145-153.
- Sjøseth, H., 1971. Vinterhardforhet hos ulike eng- og beitevekster. Meld. Nor. LandbrHøgsk. 50(13). 39 pp.
- Sokal, R.R. & Rohlf F.J., 1981. Biometry. 2nd ed. W.H.Freeman & Co, New York, 859 pp.
- Sorensen, T., 1941. Temperature relations and phenology of the northeast Greenland flowering plants. Meddr Grønland 125(9), 305 pp.
- Tronsmo, A.M., 1984. Predisposing effects of low temperature on resistance to winter stress factors in grasses. Acta Agric. Scand. 34:210-220.
- Turesson, G., 1926. Studien über *Festuca ovina* L. I. Normalgeschlechtliche, halb- und ganz-vivipare Typen nordische herkunft. Hereditas 8:161-206.
- 1930. The selective effect of climate upon plant species. Hereditas 14:99-152.
- Vince-Prue, D. 1975. Photoperiodism in plants. McGraw-Hill Book Co. Ltd., London, 444pp.

ER BRYOPHYTA MONOFYLETISK ?

Astri Løken
Antonie Løchens vei 9
7020 Trondheim

Abstract

Recent discovery of a biosynthetic pathway for the production of acetylenic fatty acids is referred to. The acetylenic fatty acids are present in the triglyceride fraction. This fraction serves an energystorage function in the cell. The pathway is absent from algae and pteridophytes, but shared by species of *Dicrananles* and *Riccia fluitans*, indicating a distant, common progenitor of Hepaticopsida and Bryopsida. The biosynthesis of acetylenic fatty acids is supposed to have evolved only once, and to have been little affected by selection pressure.

Also the status of Anthocerotopsida is considered. The class is characterized by plants having highly 'advanced' and highly 'primitive' features. The assimilating sporophyte with stomata may indicate a recent adaptation to parasitic life habit. The presence of a lignan, megacerotic acid, favours this hypothesis. It is suggested that some ancient pteridophyte adopted the life cycle of mosses in response to the development of a drier climate in Trias. The oldest fossil record of Anthocerotopsida dates back to Cretaceous.

Innledning

Med utgangspunkt i cytologi, morfologi, økologi og paleontologi har det vært lansert ulike teorier for mosenes avstamning. I kjølvannet av nye kjemisk analysemetoder har interessen for og viten om mosenes innholdsstoffer økt betydelig. Med økt kjemisk innsikt følger muligheten til å benytte seg av nye karakterer, og derved også utfordre de fylogenetiske teoriernes holdbarhet nok en gang.

Inndelingen av Bryophyta har skiftet fra tid til annen, noe som avspeiler avdelingens heterogene karakter. I forbindelse med disse betraktningene er en tredeling av avdelingen foretrukket, med klassene Hepaticopsida, Anthocerothopsida og Bryopsida. Disse tre klassene vil i det følgende bli behandlet og til en viss grad sammenliknet.

Betingelsen for medlemskap i Bryophyta er en generasjonsveksling mellom en haploid gametofyttgenerasjon og en diploid, parasitterende sporofyttgenerasjon. Når mosene er karakterisert som 'småfolket' i planteriket, er dette et karaktertrekk som uvegerlig følger av to forhold:

1. Vannavhengig befruktning
2. Parasitterende sporofytt

Vannet befinner seg med størst sannsynlighet nær bakken, det selekteres på bakkekontakt. Dette sees tydelig hos levermosene hvor det er en markert utviklingstendens fra en primitivt, triradiær og opprett gametofytt i retning av dorsiventral thallus (Crandall-Stotler, 1983). Når gametofytten er liten, følger automatisk at sporofytten også må være av beskjedent størrelse.

Felles stamform for Hapticopsida og Bryopsida ?

I begynnelsen av 1950-årene ble det i Øst-Asia funnet en liten plante som i første omgang ble bestemt til å være en alge. Ved nærmere bekjentskap viste den seg å være i besittelse av arkegonier, og fikk betegnelsen *Takakia lepidozoides*. Senere fant man en nærstående art. Disse to artene er nå klassifisert i ordenen Takakiales. Denne ordenen regnes for å stå nær den primitive levermoseordenen Calobryales (Stewart, 1983).

Til tross for sin tilhørighet til Hapticopsida har *T. lepidozoides* forgreining og apikal organisasjon karakteristisk for bladmosene. I tillegg er bladene spiralstilt, et trekk som bladmosene ellers har vært alene om. Den har kromosomtall $n=4$ og $n=5$. Dette er et utpreget primitivt trekk den deler med grønnalgeslekten *Ulotrix*.

Studier av *Andreaebryum* (Murray, 1988) har vist at det er fellestrekk mellom denne slekten og *Takakia* når det gjelder utforming av og beskyttelse av arkegoniene. I tillegg er utformingen av slimpapiller ens. Slekten *Takakia* viser altså et slektskap til både bladmoser og levermoser.

Takakia lepidozoides er som de fleste levermoser rik på flavonoider, (Markham & Porter, 1979) og bærer i seg alle de flavonoidtypene som er karakteristisk for de øvrige levermoseordener. I tillegg inneholder den triterpengrupper som ellers i alt vesentlig har vært forbeholdt bladmosene (Huneck, 1983). Kjemisk og morfologisk skulle *Takakia* understøtte den mistanken som ble vakt ved funnet av den fossile levermosen *Naiadita elongata*, nemlig at bladmoser og levermoser kan ha hatt en felles stamform.

En mer overbevisende støtte til en slik hypotese kommer fra triglycerid-fraksjonen i arter innenfor Dicranales (Kohn et al. 1987a) og fra *Riccia fluitans* (Kohn et al., 1987b). Triglyceridene inneholder acetylenfettsyrer (fig. 1), en type fettsyrer som foreløpig ikke har vært påvist i alger eller karsporeplanter. Triglyceridene tjener en energilagringssfunksjon i cellen og tilhører gruppen av økologisk nøytrale metabolitter. Denne biosynteseruten kan tillegges vekt i evolusjons sammenheng. Begrunnelsen er at sannsynligheten for at en biosynteserute oppstår flere ganger i løpet av utviklingen er liten.

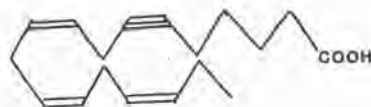


Fig. 1. Strukturformel av en acetylenfettsyre representert ved 15,12,9-octadecatrien-6-yn syre

Nålkapselmosenes opprinnelse: en hypotese

Forløperne for nålkapselmosene dukket opp for ca. 160 mill. år siden, dersom man fester lit til de fossile funnene. Det ligger en tidsforskjell på rundt 250 mill. år mellom de første karsporeplanten og nålkapselmosene, noe som berettiger skepsis til en utviklingsrekke fra moser til karsporeplanter, (A-->D i fig. 2). Dessuten er parasittisme en avansert, spesialisert livsform. En reversering til et autotroft liv med en selvstendig sporofytt synes usannsynlig.

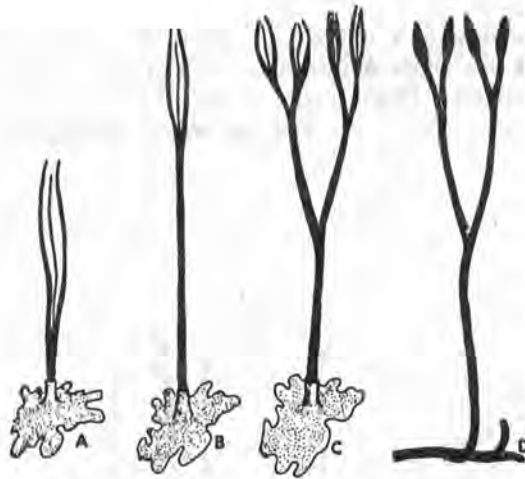


Fig. 2. Hypotetisk utviklingsrekkefølge fra nålkapselmoser til *Horneophyton*.

Diagrammet kan også leses fra D-->A, nemlig med karsporeplanter, representert ved *Horneophyton*, som et utgangspunkt for nålkapselmosene. Dette skulle innebære en overgang fra selvstendig sporofytt til parasitterende sporofytt. En slik strategi kunne være utfallet av en utvikling mot et tørrere klima. Det er utfra fossile kjennsgjæringer antatt at en slik klimaendring fant sted for omlag 200 mill. år tilbake. Nålkapsel-mosenens fossile forløpere er ikke eldre enn ca. 160 mill. år.

Sporofytten hos nålkapselmosene har assimilerende vev og spalteåpninger. Graden av selvstendighet er så høy at den kan dyrkes på agar eller i jord og slik holdes i live i flere måneder (Stewart, 1983). Denne graden av selvstendighet kan tolkes dit hen at sporofytten er i ferd med å bli parasittisk og at valget av livsform er av relativt 'ny' dato.

Primitive planter greier ikke å skille de to stereoisomerene av methionin i sin deaminering av aminosyren. En differensiering mellom (+) og (-) formene ansees for å være et avansert trekk som nålkapselmosene deler med sotmoser, torvmoser og karplanter (Pokorny, 1974). Det er nylig isolert et lignan fra nålkapselmoser (Takeda, 1988), megacerotsyre (fig. 3). Lignaner følger vedaktige planter (Sarkanen & Ludwig, 1971). Nålkapselmosene viser også i sine kjemiske karakterer en forvirrende blanding av avanserte og primitive trekk.

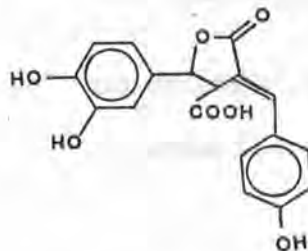


Fig. 3. Strukturformel av megacerotsyre fra *Anthoceros*.

Man kjenner ikke fossile eller nåtidige grønnalgearter med parasitterende sporofytt. Dette har gitt opphav til en hypotese om at skjæringspunktet mellom moser og karsporeplanter må ha vært arter med en veksling mellom to selvstendige generasjoner, en haploid og en diploid. For at både gametofytt og sporofytt skal kunne bli planter med stengel og blad må generasjonene ha vært mer eller mindre isomorfe.

Det er ikke her meningen å antyde et nært slektskap mellom moser og rødalger. Derimot kan det være på sin plass å minne om en livssyklus (fig. 4) med parasitterende sporofytt kjent hos rødalgene (Dahlgren, 1976). En parasitterende sporofytt er ikke noe mosene har patent på. Den kan snarere være en tilpasning som kan finne sted om og om igjen.

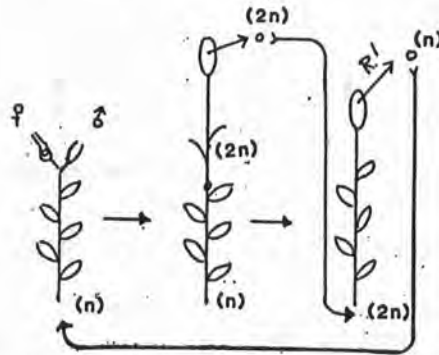
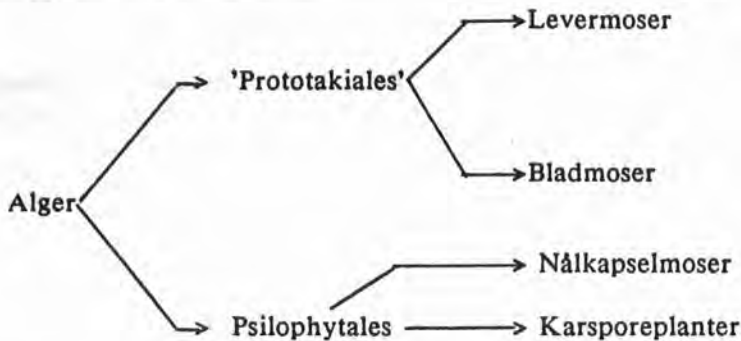


Fig. 4. Livssyklus hos rødalger 'overført' til moser.

Grønnalger som utgangspunkt for høyere planter ?

Dersom man nå summerer de brikkene som er omtalt, får man følgende fylogenetiske skjema:



Med utgangspunkt i eksisterende kjennskap til mosenes innhold av terpen, steroider, aromatiske forbindelser og n-alkaner ble en teori for mosenes avstamning og innbyrdes slektskap lansert (Asakawa, 1986), (fig. 5).

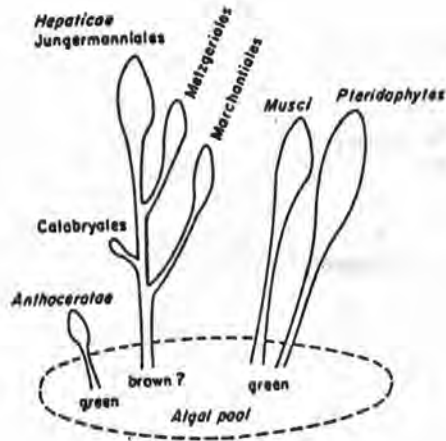


Fig. 5. Hypotetisk slektskap mellom alger, moser og karsporeplanter.

Det som i første rekke kan innvendes mot Asakawas hypotese, er at de fleste typer sekundære metabolitter som ligger til grunn for vurderingen av slektskap er økologisk aktive og altså ikke helt pålitelige når det gjelder å følge evolusjonens lange linjer.

Det faktum at grønnalgene har klorofyll a og klorofyll b til felles med stengelplantene i tillegg til stivelse og cellulose, gjør en avstamning fra brunalgene lite trolig. Brunalgene avviker også med sin produksjon av opplagsnæring i form av laminarin.

Det har vært uttrykt forundring over at grønnalgene i sin utvikling stopper der hvor brun- og rødalgene begynner (Banks, 1973). Man har tolket kjennsgjeringen dit hen at de mest avanserte grønnalgene genetisk har løpt linen ut i møte med det terrestriske miljø og utviklingen av karplanter.

Konklusjon

Teorien om at karsporeplantene har oppstått fra moser (progresjonsteorien) står svakt i lys av fossil dokumentasjon. Likeledes ansees det for usannsynlig at parasitterende spesialister som har mistet mange evner nødvendig for å føre et autotroft liv, igjen skal kunne bli selvstendige. Reduksjonsteorien med skjæringspunkt mellom karsporeplanter (og/eller forløpere) og moser er derimot mer sannsynlig sammenliknet med øvrige tendenser innenfor planteriket.

Godtar man denne argumentasjonen, dreier det neste spørsmålet seg om grad av reduksjon i sporofyttgenerasjonen. Det har vært foreslått (Schuster, 1969) to alternativer, enten A eller B (fig. 6):

- Sporofyttgenerasjonen er ikke redusert i relasjon til utgangspunktet A, (tidlig dikotomi)
- Sporofyttgenerasjonen er redusert i relasjon til utgangspunktet B, (sen dikotomi)

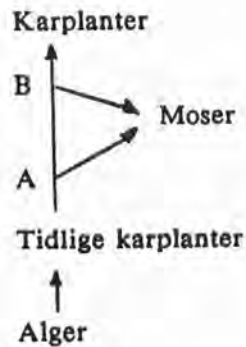


Fig. 6. Hypotetiske forgreiningsalternativer for mosenes avstamning (A=tidlig, B=seint forgreiningspunkt i evolusjonssammenheng).

Dersom man åpner for den muligheten at en parasitterende sporofytt er en tilpasning som har oppstått flere ganger i løpet av planterikets utvikling, skulle Bryophyta kunne være sammensatt av to eller flere konvergente utviklingslinjer, altså både A og B. Det følger ikke automatisk av denne antakelsen at utviklingslinjen som fører fra B skal ha den mest reduserte sporofyten.

Referanser

- Asakawa, Y., 1986. Chemical relationships between algae, bryophytes and pteridophytes. *J. Bryol.* 14: 59-70
- Banks, H.P., 1973. *Evolution and plants of the past.* Wadsworth Pub. Co., Belmont. 170 s.
- Crandall-Stotler, B., 1984. Musci, Hepatics and Anthocerotes - an essay in analogues. -s. 1093-1129 i R.M. Schuster (red.) *New Manual of Bryology* Vol 2, Hattori Bot. Lab., Nichinan.
- Dahlgren G. et al. 1976. *Systematisk Botanik. Liber Läromedel,* Lund. 269 s
- Huneck, S., 1983. Chemistry and biochemistry of bryophytes. -s 1-116 i R.M. Schuster (ed) *New Mnual of Bryology* Vol 1, Hattori Bot. Lab., Nichinan.
- Kohn, G. et al. 1987a. Distribution and chemosystematic significance of acetylenic fatty acids in mosses of the dicranales. *Phytochemistry* 26(8): 2271-75
- Kohn, g. et al. 1987b. 9-Octadecen-6-ynoic acid from *Riccia fluitans*. *Phytochemistry* 26 (7): 2101-2102.
- Markham, K.R. & L.J. Porter, 1979. Flavonoids of the primitive liverwort *Takakia* and their taxonomic and phylogenetic significance. *Phytochemistry* 18: 611-615
- Murray, B.M., 1988. Systematics of the Andreaeopsida (Bryophyta): Two orders with links to *Takakia*. *Nova Hedwigia* 90: 289-336.

VANN- OG STRANDVEGETASJON I DOKKA-DELTAET. KONSEKVENSANALYSE AV VANNKRAFTUTBYGGING

Egil Bendiksen
Norsk institutt for natur-
forskning
Postboks 1037 Blindern
0315 Oslo 3

Tor Erik Brandrud
Norsk institutt for vann-
forskning
Postboks 33 Blindern
0313 Oslo 3

Summary

This paper reports some preliminary results of a botanical study of the Dokka delta, SE Norway. The investigation is part of an environmental impact assessment study of a hydropower project on the River Dokka. This scheme influences the hydrology of the inflow area of the regulated lake, Randsfjord, which is operated within a 3 m range of water-level fluctuation. Sediment load entering the delta will decline subsequent to hydroelectricity development, due to significantly reduced streamflow and lowered peak floods.

Terrestrial and aquatic vegetation types of the delta have been investigated using permanent transect plots and vegetation mapping. The possible effects of organic and inorganic sedimentation changes in various parts of the delta have been emphasized in this study.

The zonation of vegetation types within the Dokka delta includes (from land towards water) elements of Alnus incana/Prunus padus forest - Salix cinerea/S. nigricans thickets-Phalaris arundinacea swamp - Calamagrostis spp. swamp - Carex acuta reed swamp (- Carex rostrata reed swamp, less exposed sites), and Equisetum fluviatile reed swamp. The aquatic vegetation of the large, submerged delta platform is dominated by Isoetes setacea/Subularia aquatica vegetation with larger colonies also of Potamogeton perfoliatus and Sparganium angustifolium. The stagnant lagoons with highly organic sediment are dominated of Potamogeton natans and Polygonum amphibium and by a welldeveloped moss vegetation, characterized by Drepanocladus spp.

1 INNLEDNING

1.1 Målsetting og prosjektorganisering

Formålet med undersøkelsen er å finne ut hvordan vegetasjonen i Dokka-deltaet reagerer på endrete erosjons- og sedimentasjonsforhold samt endret flomregime som følge av kraftutbygging. Som utgangspunkt må en anta at det er en klar sammenheng mellom produksjon- og sammensetning av vegetasjon på den ene side og tilførsel av organisk og uorganisk materiale på den annen. Videre er det sannsynligvis en sammenheng mellom denne tilførselen og vannføring. Denne artikkel er først og fremst en oppsummering ved avslutningen av første fase i prosjektet med vekt på diskusjon av metodikk, feilkilder og begrensninger, samt noen hypoteser for hvilke endringer som kan komme til å skje. Vegetasjonsanalyser vil ikke bli presentert i denne omgang.

Prosjektet er tverrfaglig, og de ulike delprosjekter utgjør tilsammen en integrert enhet. Et fluvialgeomorfologisk delpro-

Pokorny, M., 1974. D-methionine metabolic pathways in bryophyta: A chemotaxonomic evaluation. *Phytochemistry* 13: 965-971.

Sarkanen K.V. & C.H. Ludwig, 1971. *Lignins*. Wiley Interscience, New York.

Schuster, R.M., 1969. *The Hepaticae and Anthocerotae of North America*. Vol 1. Columbia University Press, New York. 802 s

Takeda et. al, 1988. Forelesning på 'The Phytochemical Society of Europe's konferanse i Saarbrücken, Vest-Tyskland.

sjekt (Norges vassdrags- og energiverk, (NVE)) skal klarlegge sedimenteringsforhold ved hjelp av utsatte sedimentfeller (Bogen 1988). Videre drives studier av vannkjemi, zooplankton, littorale krepsdyr og bunndyr (Norsk institutt for naturforskning, (NINA)) og fisk (Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske, (LFI)). NINA har videre ansvaret for strandvegetasjonen i det botaniske delprosjektet (feltarbeid 1987, 1988 med supplerende undersøkelser i 1989, Egil og Katriina Bendiksen), mens Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har ansvaret for vannvegetasjonen (feltarbeid i 1988 utført av Tor Erik Brandrud, Marit Mjelde og dykker Knut H. Kvalvågnes, prosjektet avsluttes 1991).

1.2 Historikk

Deltaets flora og vegetasjon er tidligere beskrevet av Moss & Volden (1980) i samband med forundersøkelser av Etna - Dokka før konsesjonssøknad. Rørslett har gjort undersøkelser av vannvegetasjonen i Randsfjorden i forbindelse med utbyggingsplanene (Faafeng et al. 1981). I tillegg foreligger en rekke undersøkelser for andre fagfelter. En oppsummering av virkningsundersøkelser for regulerte vassdrag er gitt av Andersen & Fremstad (1986). Av dette framgår at det ikke foreligger noen tidligere norske undersøkelser med fastruter som er analysert før og etter utbygging.

1.3 Utbyggingsplaner - endringer

Grovt skissert består Dokka-utbyggingen i en oppdemming av Dokkfløyvatnet til et stort magasin, tørrlegging av Dokka nedenfor dammen (bortsett fra pålagt minstevannføring), kraftuttak i Torpa og Dokka kraftverker og utløpstunnel ved Odnes utenfor deltaområdet (Fig.1). Kjøljuo dam langt nede i Dokka vil dessuten fange opp vannet fra de viktigste vassdrag som kommer ut i Dokka nedenfor Dokkfløymagasinet. Oppfylling ved Dokkfløy startet i november 1988. Etna forblir uregulert.

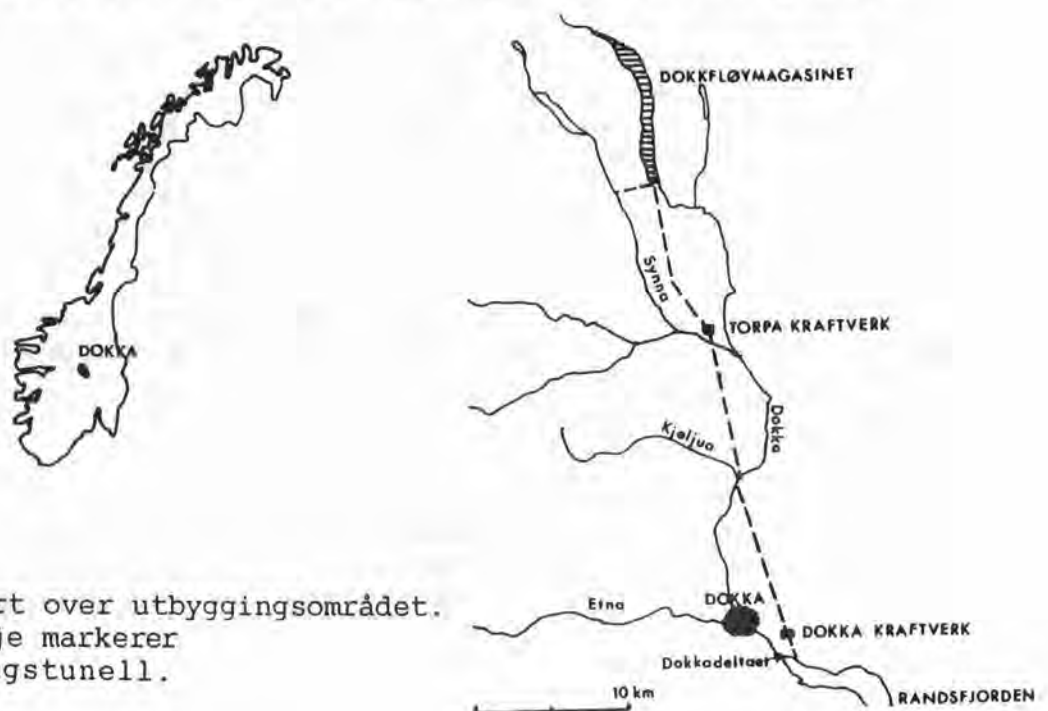


Fig.1. Kart over utbyggingsområdet. Brutt linje markerer overføringstunnel.

2 UNDERSØKELSESONRÅDET

2.1 Beliggenhet og topografi

Dokka-deltaet ligger øverst i Randsfjorden, Søndre og Nordre Land kommuner, Oppland. Det er siste større innlandsdelta på Østlandet hvor tilløpselva til nå har vært uregulert. For øvrig har det endel fellestrekk med Øyeren-deltaet, Akershus (Rørslett 1972, Erlandsen et al. 1984). Utstrekningen er på ca. 3 x 1 km. Vannet som renner ut i deltaet stammer fra to store elver, Etna og Dokka, som løper sammen 4 km nord for utløpet. Deltaet ligger i lavboreal (sørlig boreal) sone. Store deler av nedbørfeltene ligger imidlertid i mellom- og høgboreal (nordlig boreal) sone og strekker seg noen steder opp i lavalpin sone (jfr. Dahl et al. 1986).

2.2 Geomorfologi og hydrologi

Engen (1980) har beskrevet deltaets overflateformer. Deltafronten er uregelmessig og strekker seg i nord og sør så langt ut som til Land sag, midt ut i fjorden ikke fullt så langt. Ved normal vannstand i vegetasjonsperioden kan en skille mellom en ytre, mer eller mindre helt neddykket deltaplattform, og et komplekst indre deltaområde (Fig.2). Det sistnevnte består av to strømløp og et søndre, midtre og nordre sedimentasjonsområde med mer eller mindre sammenhengende, tungeformete banker (levéer) med tett sumpvegetasjon, og et utall av bakloner innimellom. Deltaplattformen har ingen jevn overflate. Store arealer er grunne (0,5-3 m) og er delvis tørrlagt på ettervinteren. I forbindelse med hovedstrømløpet som går på nordsiden av plattformen (og dreier sørover før Land Sag) er det imidlertid flere steder dyprenner og hull av opptil 10-12 meters dybde.

Elveslette- og deltaprosesser utgjør i dag begge en viktig andel av sedimentasjonsaktiviteten. Når Randsfjorden er sterkt nedtappet på ettervinteren, fungerer gruntvannsområdene helt ut til Land Sag som elveslette.

Etna bidrar med ca. halvparten av den totale vannføringen. Suspensjonstransporten (slamføringen) er imidlertid atskillig større for Etna enn for Dokka. Etna har større jordbruksområder, og ca. 75 % av materialtransporten kommer herfra (utregnet etter Engen 1980). Den overveiende del av materialtransporten i vassdraget foregår i tilknytning til flomsituasjoner (Bogen 1988). Vassdraget har rask nedbørrespons på grunn av lav selvreguleringsevne (Engen 1981). Når avsmeltingen tar til om våren, øker vannføringen relativt hurtig, og flommen vil vanligvis kulminere i mai-juni. Høy nedbør kan også gi flomsituasjoner om høsten (Lingsten 1981). (For vannstandsvekslinger i Randsfjorden, se kpt. 2.4.)

2.3 Klima

Området har et typisk "østlandsklima" med varme, relativt nedbørrike somre og kalde vintre. Midlere årsnedbør for Odnos er 715 mm, mens mest representative stasjon for måling av tempera-

Fig. 2.

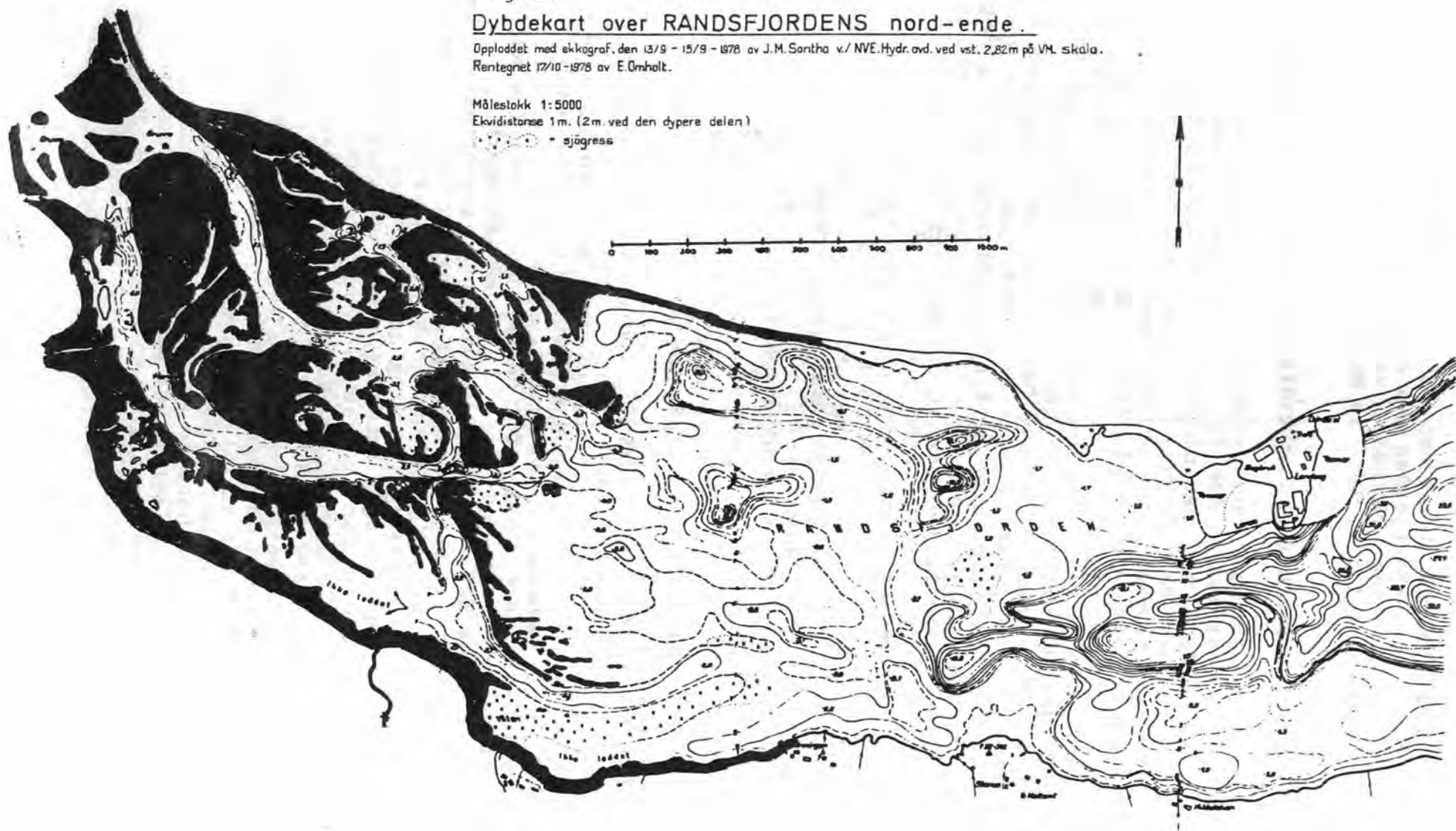
Dybdekart over RANDSFJORDENS nord-ende.

Oppløst med ekkograf, den 13/9 - 15/9 - 1978 av J.M. Sontha v./ NVE. Hydr. avd. ved vst. 2,82m på VM. skala.
Rentegnet 17/10 - 1978 av E. Omholt.

Målestokk 1:5000

Ekvidistans 1m. (2m. ved den dypere delen)

••••• = sjøgress



tur, Fluberg, har et årsmiddel på 3,2°C. Kontinentaliteten er sterkest nede ved Randsfjorden med avtakende tendens oppover i dalførene hvor deltaet har sine vannkilder. For mer detaljert klimabeskrivelse med tabeller, se Moss & Volden (1980).

2.4 Randsfjordsreguleringen og tidligere bruk av deltaområdet

Det er foretatt to reguleringer av Randsfjorden i dette århundret (Berdal 1986), den første i 1916 og den andre i 1951. Reguleringshøydene var henholdsvis 2,4 m opp og 0,6 m ned. Totalt har dermed Randsfjorden en reguleringshøyde på 3 m, men den sterke vårflommen gjør at den reelle vannstandsamplituden kan bli større (Faafeng et al. 1981, Berdal 1986). Også i eldre tid har det vært regulering i forbindelse med tømmerfløting. Selv om høyeste flomnivå er en snau meter lavere idag enn før 1916 (Berdal op.cit.), er vannstanden i vegetasjonssesongen høyere enn før (ca 1 m). Dette har medført at betydelig areal som før var land idag er vann bortsett fra en kort tid på ettervinteren når fjorden er maksimalt nedtappet. Her er det nå vannvegetasjon. Der det idag er vidstrakte sumparealer vitner et stort antall gamle høyløer om at deltaet har vært aktivt brukt til landbruksformål. Mange gårder hadde utslått her ute. (Berdal op. cit.). Foruten gras fra tørrere arealer kan sumpplantene ha utgjort en verdifull del av det innhøstete vinterfôret. I Kvikkjokk, Nord-Sverige, ble det tidligere foretatt drenering for å øke vannfluktuering i interlevée-områder, noe som øker starrveksten (jfr. Jensén 1979). Det ble i eldre tid drevet slått av starr og snelle på nivåer under normalt høyvann (Sjörs & Nilsson 1976).

3 STRANDVEGETASJON

3.1 Sonering av vegetasjonstyper

Strandvegetasjon brukes her i vid forstand, og omfatter all overvannsvegetasjon, dvs. alle arter som har hoveddelen av sin assimilierende skuddmasse over vann, herunder inkludert helofytter/semiakvatiske arter (jfr. definisjon i Hvoslef & Rørslett 1986). Skogsvegetasjonen i deltaet er også inkludert.

Den frodige helofyttvegetasjonen danner som oftest markerte soner. Innenfor et betydelig areal med elvesnelle (Equisetum fluviatile) som utgjør overgangen land/vann, kommer en karakteristisk sone med kvasstarr (Carex acuta) ofte i reinbestand. I ytre sone dominerer også mannasøtgras (Glyceria fluitans) mindre partier. Innenfor starrsonen kommer en sone dominert av vassrørkvein (Calamagrostis canescens) og skogrørkvein (C. purpurea) med et konstant innslag av en rekke arter, som mjødurt (Filipendula ulmaria), gulldusk (Lysimachia thyrsoflora), myrhatt (Potentilla palustris), myrmaure (Galium palustre) og sløke (Angelica sylvestris). Fredløs (Lysimachia vulgaris) danner flekk- vis tette bestander. På eksponert strand kommer øverst en sone med dominans av strandrør (Phalaris arundinacea). Ved beskyttete loner eller viker med svake strømningsforhold danner også flaskestarr (Carex rostrata) brede soner mellom elvesnelle og kvasstarr, ofte i reinbestand. Sennegras (C.

vesicaria) opptreer flekkvis som vanlig, enkelte steder også sumpsivaks (Eleocharis palustris).

Viersump kommer inn som en overgangssone mot skog. De runde kronene til gråselje (Salix cinerea) er et karakteristisk trekk der arten danner velutviklede kratt. Vanlig er også svartvier (S. nigricans), ofte som sammen med gråor (Alnus incana) som krattbremmer på levéer langs hovedløpene. Foruten kulturbetingete skogpartier i det indre med bl.a. gran, bjørk og osp, finnes også tette gråor-heggeskoger med stor artsrikdom. Særlig spesiell er en utforming med ren heggeskog og tett strutseving (Matteuccia struthiopteris)-vegetasjon i felt-sjiktet. Bunnsjiktet er sparsomt, mens soppfloraen er artsrik med et stort antall små saprofytter og et mindre antall mykorrhiza-arter. De siste er oftest arter med obligat oremykorrhiza (bl.a. rikelig Lactarius obscuratus og Cortinarius alnetorum).

Nord for Tranligrenda finnes et stort gjenvoksningsområde med sumpvegetasjon som innover glir jevnt over i myr av fattig til intermediær type. Viktige myrarter er trådstarr (Carex lasiocarpa), duskull (Eriophorum angustifolium) og myrhatt (Potentilla palustris), i de indre deler også blåtopp (Molinia caerulea). Torvmosearter øker gradvis innover. Floristisk interessant er velutviklede kratt av pors (Myrica gale) og flekker med blystarr (Carex livida).

3.2 Metodikk for analyse av endringer

De to sentrale metodikker innenfor undersøkelsen av strandvegetasjonen er

1. Vegetasjonskartlegging,
2. Transekt-/ruteanalyse inkl. jordkjemi.

Vegetasjonskartlegging. I juli 1987 ble representative del-områder av de åpne deltapartiene detaljkartlagt i felt. Her ble til sammen 100 markører satt ut for å markere skillelinjer mellom vegetasjonssoner. Sonene er basert på dominerende arter (jfr. kpt.3.1). Markørene består av solide trestaker hvor det på toppen ble spikret på 30 cm brede malerspannlokk som på forhånd var sprøytelakkert signalrødt. I august samme år ble området flyfotografert med infrarød film av Norsk Luftfoto (jfr. Brettum et al. 1976). På diapositivene framtrer de røde lokkene som sterkt gule, og det var mulig å identifisere farge og tekstur på de aktuelle vegetasjonstypene som på forhånd var kartlagt:

elvesnelle (Equisetum fluviatile)-sump - dyprød
kvass-starr (Carex acuta)-sump - rosa
flaskestarr (Carex rostrata)-sump - hvitbroket rosa
rørkvein (Calamagrostis)-sump - gulrosa
strandrør (Phalaris)-sump - bleik

Kvass-starr-sump og rørkvein-sump som kunne være noe vanskelig å skille, var svært enkle å holde fra hverandre på vanlig flyfoto (farge), og de to bildene kunne sammenholdes i tvils-tilfeller. Resultatet ble så benyttet til å lage et foreløpig vegetasjonskart over hele det åpne sumpområdet. I juli 1988 ble kartet kontrollert ved befarings med båt, og det viste seg at

tolkningen ga resultater med svært høy grad av riktighet. En floristisk definert grense mellom sump og myr ble også tegnet på grunnlag av markørene. Kratt- og skogarealene er kartlagt i felt etter en grov inndeling da de representerer en vid gradient i suksesjonsstadier.

Tilsvarende vegetasjonskartlegging vil bli gjentatt i seinere faser for å spore endringer i vegetasjonsbildet.

Transekt- og ruteanalyse. I det åpne sump- og myrområdet ble det lagt ut 10 transekter fordelt på tre områder:

1. Hovedløp med sterk strøm, over høyt levée og ut i rolig lone,
2. Beskyttet vik,
3. Gradient sump - myr.

Disse ble analysert ved 1 x 1 m-delruter (lukkete transekter bortsett fra i myr), permanent merket med galvaniserte stålrør for gjenlokalisering med metalldetektor, i tillegg til gule stikkpinner. Av 258 ruter analysert i 1987 ble et mindre antall valgt ut i 1988 og analysert på nytt. Den naturlige variasjonen mellom disse to sesongene var ubetydelig og innenfor usikkerheten ved bruk av prosent-dekningsanalyse som er benyttet kvantifiseringsmetode.

I gråor-heggeskog ble det valgt ut 10 makroruter á 5 x 5 m etter en begrenset objektiv metode. Autotrof vegetasjon ble analysert ved prosent-dekning i 1987. Videre er satt igang en løpende registrering av makrosopp i disse rutene. I 1988 startet også analysering av et større antall mesoruter lagt ut systematisk innen makrorutene. Mesorutene er 1 x 1 m og er igjen oppdelt i 16 mikroruter. De danner basis for frekvensanalyse av mesorutene ved at artene i mikrorutene registreres etter forekomst-fravær (jfr. andre løpende skogforskningsprogrammer som skogøkologi/sur nedbør og hogstflatesuksesjon, samt Økland 1988).

Jordprøver er tatt fra alle soner i transektene og fra alle makrorutene i skog. Disse vil bli analysert med hensyn på ekstraherbare kationer, total-nitrogen, fosfor og pH-verdi. Både vegetasjonsanalyser og jordanalyse vil bli gjentatt i seinere faser parallelt med vegetasjonskartleggingen.

3.3 Diskusjon av feilkilder ved gjentaksanalyse

En konsekvensanalyse av regulering med undersøkelse over flere faser av et deltaområde er befengt med tre store feilkilder som må tas hensyn til ved tolking av materialet:

1. Naturlig variasjon og dynamikk i et deltaområde kan være betydelig,
2. Tidligere kulturpåvirkning - suksesjon,
3. Feilkilder ved metodene for registrering av vegetasjonen.

Store naturlige endringer i et deltaområde er bl.a. dokumentert av Jensén (1979). Slike endringer kan være forandring av elveløp, avsnøring og retrogressiv suksesjon av loner og naturlig videreoppbygging av deltaplattformen (jfr. også

Strahler 1975). Plantene bidrar selv til å endre sine vekstvilkår (Sculthorpe 1967). De bidrar sterkt til å binde sediment og øker dermed igjen sin egenproduksjon (jfr. Hvoslef & Mjelde 1983). En oppbygging av banker/levéer skjer også ved akkumulering av organisk materiale i form av kraftig torvdannelse, særlig av starrarter (jfr. Jensén 1979). I Dokka-deltaet er det spesielt kvass-starr (*Carex acuta*) som bygger opp en meget seig og vedaktig rot-torv. Et viktig middel til å avdekke naturlig variasjon er å sammenlikne med tidligere flybilder.

Tidligere kulturpåvirkning og seinere suksesjon mot naturlig likevektsnivå er en viktig faktor som må tas hensyn til i lengre tidsperspektiv. (jfr. Sjörs & Nilsson 1976, Schierup 1978, Hejny & Hušak 1978, Hvoslef & Mjelde 1983). Gjenvoksning etter beite skjer f. eks. langsomt i sumpvegetasjon sammenliknet med terrestriske vegetasjonstyper (Jfr. Larsson 1976). Larsson mener at visse partier aldri vokser igjen, men bevares som tre- og buskfrie starrdominerte typer. Wold (1983) har beregnet at relativt stabile forhold er nådd etter 60-80 år i rørkveinsonen. Andersen & Fremstad (1986) påpeker at rørkveinsonen dels utgjør en naturlig sone høyt oppe i strandsoneringen, dels dominerer yngre suksesjonsstadier etter slåttebruk lenger inne. Det er grunn til å anta at de ytre strandsonene er i tilnærmet likevekt, bl.a på grunn av betydelig tykkelse på torvlaget, som i Dokka-deltaet er målt til opptil 60 cm noen steder i kvassstarrsonen. Deler av gråor-heggeskogen har fortsatt spor av kulturpåvirkning, mens andre deler synes stabile.

Analysen hvor det skal gjøres gjentak etter flere år må baseres på metoder hvor subjektive avgjørelser elimineres mest mulig. Erlandsen et al. (1984) anfører bl.a. følgende begrensninger for kartlegging av overvannsvegetasjonen ved hjelp av flyfoto: 1) Vegetasjonsbeltene er kartlagt ut fra dominerende plantegruppe og sparsomme bestander av visse grupper blir derfor neglisjert, 2) Grensene mellom de ulike vegetasjonstypene kan i enkelte tilfeller bli unøyaktige, og 3) Strandlinja er til dels vanskelig å bestemme. Med hensyn til tolking av farge og tekstur for vegetasjonssoner (diapositiver, infrarød film) påpeker Brettum et al. (1976) at bare plantedeler med nær 100% dekning kan avgrensnes noenlunde nøyaktig ved denne framgangsmåten.

For vegetasjonsanalyser er frekvensmetoden med registrering av forekomst-fravær i mikroruter langt mer objektiv enn dekningsgradmetoden, dvs. en får mye mindre avvik i resultatene når analysene utføres av forskjellige personer, noe som kan være en avgjørende fordel i et langsiktig overvåkingsprogram. Frekvensmetoden har også vist seg optimal når det gjelder å få fram strukturen i vegetasjonsvariasjonen i skogsvegetasjon (Økland 1988). Storrutene, registrert etter prosent dekning, er imidlertid nyttig for analyse av tre- og busksjikt samt grunnlag for soppregistreringene. I de åpne vegetasjonstypene er dekningsgradmetoden benyttet fordi denne bedre registrerer endringer i mengde av sterkt dominerende arter og fordi frekvensmetoden er vanskelig å gjennomføre i slike tette bevoksninger. Dessuten er en rekke av ruteanalysene dokumentert ved fotografier, som eliminerer endel av problemet med en subjektiv dekningsgradskala. Sumpvegetasjonen blir forøvrig påvirket av analysearbeidet fordi det dannes markerte stier langs alle transektene store nok til å framtre på flybildene. Dette kan til en viss grad endre de økologiske forhold for bl.a lavtvoksende sumpplanter som får større lystilgang.

3.4 Hypoteser for vegetasjonsendring

På grunnlag av opplysninger om endrete hydrologiske forhold og studier av tidligere undersøkelser gis i det følgende noen hypoteser for hvordan Dokka-deltaets vegetasjon kan komme til å endres som følge av utbygging.

1. Svært høy planteproduksjon har medført at store mengder vissent plantemateriale har flytt omkring som en sammenhengende tjukk masse i store deler av deltaet på ettervinteren. Under den kraftige vårflommen har dette på svært kort tid blitt skyllet ut i fjorden og blitt borte. Lavere utspylingseffekt etter regulering kan innebære at de visne plantene i stor grad synker til bunns inne i deltaområdet og endrer substratforholdene. Dette kan bl. a. resultere i en tilgroingseffekt. Særlig lonene kan komme til å bli sterkt påvirket av dette. Ved gunstige forhold har det i andre områder vært registrert merkbar tilgroing på én sesong, jfr. målinger hos Erlandsen et al. (1984).

2. Lavere utspylingseffekt kan medføre at slammet blir sedimentert lenger inn i deltaet. Dette vil kunne resultere i en dels økt, dels redusert tilførsel av materiale, endrete substratforhold og løpsendring. Slike forandringer vil også påvirkes av at suspensjonsmaterialet blir redusert med ca. 25 %. I tillegg kommer reduksjon i bunntransportert materiale.

3. Størstedelen av sedimentasjonen er suspensjonsmateriale som kommer med vårflommen (Engen 1980). Dette har vært en viktig gjødslingseffekt for plantene nettopp ved starten til vegetasjonssesongen. Spesielt i gråor-heggeskogen har en slik sedimentering vært lett synlig. Forandring på dette området kan medføre en utvikling i oligotrof retning.

4. Opphør eller nedgang av slamtilførsel i gråor-heggeskogen vil kunne gi endrete substratforhold og muligens en økning av andel organisk materiale i jordsmonnet. Idag er det bare et glissent mosedekke av noen få arter (bl.a. Cirriphyllum piliferum, Mnium spinosum, Plagiomnium affine) som klarer å holde tritt med påleiringen. Med mindre påleiring kan det forventes et tettere bunnsjikt og trolig også endringer i feltsjiktet. Dette kan bli en av de tidligste synlige endringer av den terrestriske deltavegetasjonen. En motvirkende faktor vil være enkelte store høstflommer hvor vann slippes også i Dokka etter at Dokkfløy-magasinet er fylt opp.

5. Siden Randsfjordens regulering trolig vil bli som før (forutsetter at ny søknad om reguleringskonsesjon blir gitt, jfr. Berdal 1986), og fjorden ved høyeste regulerte vannstand går helt inn til innerste del av undersøkelsesområdet (jfr. Berdal 1980), vil det muligens bare skje mindre endringer i vegetasjonen som følge av vannstandsendringer. Det kan imidlertid bli et gjennomsnittlig noe lavere vannstands nivå mot de indre deler av deltaet som følge av mindre oppstuvende effekt under vårflommen. Dette kan få innflytelse på vegetasjonssammen-

setningen i de indre øyområdene hvor det idag synes det å være betydelig areal som befinner seg nær grensenivået for hvor granskog og gråor-heggeskog danner klimaksvegetasjon. En endring av slike forhold vil imidlertid være så langsom at det vil være ytterst vanskelig å skille fra suksesjonsprosessen etter opphørt slåttebruk.

4 VANNVEGETASJON

4.1 Presentasjon av metodikk

Undersøkelsen av vannvegetasjonen er basert på en i hovedtrekk tilsvarende metodikk som for den terrestriske undersøkelsen, med vekt på etablering av permanente transekter med fastruter. Det ble ialt etablert 23 transekter fordelt på 17 lokaliteter. Seks av disse transektene, som ligger inne i lonene, representerer forlengelse av strandtransektene (jfr. kpt. 3.2) ut i vann. De andre transektene er enten reine undervannstransekter, eller har også med et segment av sumpvegetasjon. Transektene ble forsøkt utlagt slik at de dekker de forskjellige delområdene i deltaet, og dessuten slik at de fanger opp de antatte hovedgradientene i området, nemlig strøm- og sedimentasjonsforhold, samt dybdegradienten.

Det ble etablert 3-7 fastruter pr. transekt, og disse ble merket med PVC-profiler som ble slått ned i sedimentet. Gjennom PVC-profilene ble trukket en strekkfast plastline, og endepunkter på land ble merket med en staur med svart tape. For analyse av transektene ble fotografering av 50 x 50 cm's ruter benyttet. Under vann ble dette utført med et undervannskamera (Nikonos) og blitz påmontert en standard 50 x 50 cm's ramme, som bl.a. også har påmontert en dybdemåler slik at dybden kan avleses på bildene (utstyret er nærmere beskrevet i Rørslett et al. 1978). I tillegg til fotografering av fastruter, ble et tilfeldig utvalg ruter i de forskjellige dybdeintervallene fotografert i en sone ca 1-2 m ut for transektlina (til begge sider). (Metodikken innebærer at bildematerialet kan sorteres etter dybde, men ikke nøyaktig etter horisontal avstand fra 0-punktet.) På tilsvarende måte ble det også tatt overvannsbilder av endel av transektene i helofyttvegetasjonen. Det er meningen å gjøre re-analysering (fotografering) av transektene hvert år i en treårsperiode.

I tillegg til transektanalysene ble det også gjort en registrering av vegetasjonsforholdene på hver lokalitet, med en subjektiv mengdeangivelse samt en grovkartlegging av vegetasjonstyper i de forskjellige del-områdene, basert på feltobservasjoner samt flyfototolkning (jfr. kpt. 3.2). Det er også etablert enkelte høstings/re-vegeteringsforsøk med 1 x 1 meters ruter.

4.2 Diskusjon av metodikk

Utførelse av ruteanalyser i vannvegetasjon har sine klare metodiske problemer sammenliknet med ruteanalyser av land-

vegetasjon. Vanligvis vil det være meget vanskelig å utføre med nøyaktighet slike analyser under vann uten å bruke en destruktiv høstingsteknikk. En mer egnet metodikk er derfor å basere seg på en tolkning av et bildemateriale (jfr. Rørslett et al. 1978). Dette innebærer at små, algebegrodde og/eller nedslammete taxa kan være vanskelig å gjenkjenne og estimere mengden av. Imidlertid viser det seg at disse vegetasjonstypene slik de opptrer f.eks. i Dokka-deltaet er såpass artsfattige, og hver art har såpass karakteristisk skudd-morfologi at det går an å vurdere mengde-forhold/dekningsgrad. Unntaket her er mosesjiktet med den dominerende arten vrangklomose (Drepanocladus exannulatus) som kommer dårlig fram på bildene.

Fordelene med rutefotografering som metode er at den gir mulighet for å oppta et meget stort analysemateriale på relativt kort tid, og den gir en unik mulighet til sammenlikning av ulike tidspunkter ved re-analyse av fastruter (jfr. Rørslett et al. 1978). Samtidig gir materialet også mulighet for ubegrenset testing av forskjellige metoder for mengdeangivelse (smårute-frekvens versus dekningsgrad-skalaer, etc.). Erfaringene fra Dokka viser at denne fotograferingsteknikken kan være egnet også for ruteanalyser på land i artsfattig, mer eller mindre én-sjiktet vegetasjon.

4.3 Presentasjon av vegetasjonstyper

Hele deltaområdet bortsett fra strømløpene er dekket av mer eller mindre tett vannvegetasjon ned til en dybde på ca 2,5-3 m (ved normal vannstand i vekstsesongen). På større dyp enn 3,5 m er ikke registrert vegetasjon, noe som skyldes det generelt dårlige, og periodevis meget dårlige lysklimaet i deltaet.

Vannvegetasjonen kan inndeles i tre hovedgrupper basert på vekstform. Alle disse tre hovedtypene er godt representert i deltaet:

1. Kortskuddsplanter (isoetider)

Den dominerende vegetasjonstypen på deltaplattformen (fra 0,5-1-2,5 meters dybde) er mer eller mindre tette brasmegrasenger karakterisert av mykt brasmegras (Isöetes setacea) (10-15 cm høye rosetter), samt de tre 5(-10) cm høye dvergplantene nålesivaks (Eleocharis acicularis), evjesoleie (Ranunculus reptans) og sylblad (Subularia aquatica). Mykt brasmegras og sylblad forekommer med høyest konstans og i omtrent like stor mengde, bortsett fra i de dypere områdene (under ca 2 m) der brasmegraset dominerer. De to andre artene forekommer noe mer flekkvis men kan også være subdominanter og danne tette bestander over store arealer. Vegetasjonstypen har ofte (på noe dypere vann) innslag av lavvokst småvassoleie (Ranunculus cf. trichophyllus), og etpar steder forekommer ikke-fertilt botnegras (Lobelia dortmanni).

Mosevegetasjonen er nesten overalt velutviklet, med mer eller mindre spredte, forgreinete ca 10-30 cm lange skudd særlig av vrangklomose (Drepanocladus exannulatus) og litt bekevragmose (Bryum pseudotriquetrum). Nær strømløp er også registrert enkelte forekomster av vanlig elvemose (Fontinalis antipyretica).

2. Langskuddsplanter (elodeider)

Hjertetjønna (Potamogeton perfoliatus) dominerer blant langskuddsplantene og danner større eller mindre rundaktige kolonier (diam. gjerne ca. 2-5 m) som når opp til overflaten. Koloniene forekommer særlig på de grunnere delene av plattformen, på 1-2 meters dybde, gjerne langs strømløpene, men synes generelt å opptre under relativt tilsvarende miljøforhold som kortskuddsvegetasjonen. Vegetasjonen i og nær hjertetjønna-koloniene er ofte relativt artsrik. Dvergplantene fra de omkringliggende kortskuddsengene inngår, men i tillegg har her også vasspest (Elodea canadensis) sitt viktigste voksested i deltaet. Arten er overalt relativt kortvokst, blir bare meget sjelden over 0,5 m høy og når aldri helt opp i overflata. Vasspesten ble registrert spredt over hele deltaplattformen og i flere bakloner, også utenfor hjertetjønna-koloniene, men som regel som små enkeltskudd. Denne nykommeren (først registrert i nordenden av Randsfjorden av Rørslett i 1977) synes nå å ha stabilisert seg på et beskjedent vekstnivå i deltaet. I hjertetjønna-koloniene forekommer også hyppig småvasssoleie (Ranunculus cf. trichophyllus), samt spredte forekomster av klovasshår (Callitriche hamulata) og vanlig tusenblad (Myriophyllum alterniflorum). Rust-tjønna (Potamogeton alpinus) og gras-tjønna (P. gramineus) ble kun registrert på en lokalitet. Store kolonier med flytebladsplanten flótgras (Sparganium angustifolium) opptre også vanlig i tilknytning til hjertetjønna-koloniene. Delvis kan disse gras-engene være reint undersjøiske, og flótgraset opptre derfor både som langskuddsplante og som flytebladsplante i Dokka-deltaet (jfr. avsnitt nedenfor).

En helt annen type langskuddsvegetasjon opptre i lonene med liten gjennomstrømning. Disse er mange steder dominert av tykke mosematter av Drepanocladus trichophyllus. Skuddene er opptil 0,5 m lange, og er ofte svært algebegrodde og nedslammete, og kan overflatisk virke som et ganske uformelig dy-aktig substrat. Flere andre klomosearter (Drepanocladus aduncus, D. exannulatus) kan lokalt dominere, og Amblystegium riparium og tjønna (Calliergon giganteum) forekommer også i disse mosematterne.

3. Flytebladsplanter (nymphaeider)

Den mest utbredte flytebladsplanten i deltaet er flótgras (Sparganium angustifolium) som opptre både inne i lonene, i roligere partier av strømløpene og ute på deltaplattformen sammen med hjertetjønna (Potamogeton perfoliatus), ofte som runde kolonier (jfr. forrige avsnitt).

De andre flytebladsplantene opptre som regel i tette reinbestand med lite annen vegetasjon. Disse koloniene er vanligst inne i lonene og i tilknytning til banker (leveer) på sørsiden av deltaplattformen. Størst arealer dekker vanlig tjønna (Potamogeton natans) som fyller opp mange av de nedmudrete lonene med liten gjennomstrømning. I disse lonene forekommer også soleinøkkerose (Nuphar pumila) vanlig, men den danner ikke tette kolonier. Gul nøkkerose (Nuphar lutea) er bare registrert i et begrenset område ute på deltaplattformen. Vassslirekne (Polygonum amphibium) danner store, rundaktige kolonier i flere av lonene, samt på sørsiden av plattformen. Større konsentrasjon av flytebladsplanter og mose på sørsiden av

deltaplattformen skyldes antakeligvis mindre strøm og mer organisk bunnsediment.

4.4 Vurdering av endringer

I likhet med det som gjelder for strandvegetasjonen (se kpt. 3.3) er det et hovedproblem i Dokka-deltaet å kunne skille mulige endringer i vannvegetasjonen pga. regulering av elva fra endringer som kan ha andre årsaker. Langsiktige, naturlige suksesjoner er viktig, og foregår kontinuerlig pga. de deltaoppbyggende prosessene. F.eks. vil en lone som blir avsnørt fra strømløpet gjennomgå en suksesjon fra kortskuddsvegetasjon til flyteblad- og mose-dominert vegetasjon (jfr. Jensén 1979). Av stor viktighet for vannvegetasjonen er antakeligvis også år-til-år svingninger som kan oppstå pga. miljøstress. Kraftig flom kan utradere vegetasjon i tilknytning til strømløp, og en kraftig stressfaktor er også den tørrleggingen som de store gruntvannsområdene på deltaplattformen blir utsatt for på ettervinteren pga. regulering, med mer eller mindre kraftig innfrysing og isgang (jfr. Rørslett 1988). Vegetasjonen synes i noen grad å være tilpasset denne situasjonen, med dominans av tildels kortlevete amfibiplanter som evjesoleie (Ranunculus reptans) og sylblad (Subularia aquatica), den sistnevnte ettårig. Dette er arter som er vanlige i regulerings-magasin (jfr. Rørslett 1989). Mykt brasmegras synes også å tåle forholdene godt, mens f.eks. den regionalt sett minst like vanlige stivt brasmegras (Isöetes lacustris) bare i meget liten grad synes å tåle disse vannstandssvingningene.

I kpt. 3.4 er redegjort for hvilke endringer i sedimentasjonsforholdene en kan forvente ved reguleringen av Dokka. Disse vil sannsynligvis bli relativt små ute på deltaplattformen, og både kortskudds- og langskuddsvegetasjonen som dominerer her vil antageligvis bli lite påvirket. Derimot kan en forvente større endringer i det indre delta-området, først og fremst pga. mindre gjennomstrømning og større sedimentasjon av organisk materiale. Dette vil sannsynligvis forsterke den naturlige gjengroingsprosessen av lonene og føre til økning av flytebladsvegetasjon (spesielt vanlig tjønnaks, Potamogeton natans) og klomosevegetasjon (spesielt Drepanocladus trichophyllus) på bekostning av kortskuddsvegetasjon.

Det ble foretatt en botanisk inventering av Dokka-deltaet i 1979 (Moss & Volden 1980). En sammenlikning med våre resultater fra feltarbeid 1988 tyder på at vannvegetasjonen har gjennomgått relativt små endringer i løpet av denne perioden. Det kan imidlertid synes som andelen langskuddsvegetasjon på deltaplattformen har økt noe. Kolonier av hjertetjønnaks (Potamogeton perfoliatus) angis som meget små og spredte i 1979, mens disse var tildels ganske store og vanlige i 1988. En annen langskuddsplante som synes å ha økt er vasspest (Elodea canadensis). Den ble observert første gang i deltaet (ved Land Sag) i 1977, og ble overhodet ikke registrert av Moss & Volden i 1979. Vasspest forekommer i dag relativt vanlig men spredt og helt uvanlig, og kan meget sjelden observeres fra båt med vannkikkert, og kan derfor være lett å overse. Det er imidlertid rimelig å anta at den observerte økningen er reell, da planten har spredd seg fra Vigga-vassdraget til Randsfjorden i nyere tid (Rørslett & Berge 1986). At planten er kortvokst og lite vital i

deltaet, kan tyde på at den her opptrer under marginale vekstbetingelser, muligens pga. tørrleggingen på ettervinteren.

5 LITTERATUR

- Andersen, K.M. & E. Fremstad 1986. Vassdragsreguleringer og botanikk. En oversikt over kunnskapsnivået. - Økoforsk utredn. 1986:2: 1-90.
- Berdal A/S 1980. Oppland fylkes elektrisitetsverk. Etna- og Dokkavassdragene. Torpa og Dokka kraftverk. Teknisk-økonomisk beskrivelse.
- Berdal A/S 1986. Foreningen til Randsfjords regulering. Søknad om ny reguleringskonsesjon for Randsfjord.
- Bogen, J. 1988. Etna - Dokkas delta i Randsfjorden. Sedimenttilførsel og sedimentasjon. - Norges vassdrags- og energiverk. VHB-notat nr. 17/88.
- Brettum, P., R.T. Arnesen, D. Berge, M. Laake & B. Rørslett 1976. En undersøkelse av Borrevatn, 1975. - Norsk inst. Vannforsk. O - 174/73.
- Dahl, E., R. Elven, A. Moen, & A. Skogen, 1986. Vegetasjonskart over Norge 1:1 500 000. - Nasjonalatlas over Norge, Statens kartverk.
- Engen, I.K. 1980. Fluvialgeomorfologisk befaring i de nedre delene av Etna og Dokka. - Kontaktutvalget Vassdragsregul. Univ. Oslo Rapp. 80/02: 59-101.
- Engen, I.K. 1981. Sedimenttransport og formutvikling - Etna-Dokkavassdragets nedre deler. Hovedfagsoppg. naturgeogr. Univ. Oslo, upubl.
- Erlandsen, A.H., M. Mjelde & J.K. Tærud 1984. Rutineovervåking i Nitelva, Leira, Vorma og Glomma i Akershus 1983, samt en undersøkelse av makrovegetasjonen i Nitelva og Svellet. - Norsk Inst. Vannforsk. Rapp. 164/84.
- Faafeng, B., P. Brettum, T. Gulbrandsen, J.E. Løvik, B. Rørslett & E.Ø. Sahlquist 1981. Randsfjorden. Vurdering av innsjøens status 1978-80 og betydningen av planlagte reguleringer i Etna og Dokka. Hovedrapport. - Norsk Inst. Vannforsk. Rapp. 0-78014: 1-138.
- Hejný, S. & S. Hušák 1978. Ecological effects of fishpond amelioration. - I: D. Dykyjova & J. Kvet (red.): Pond littoral ecosystems, Ecol. Stud. 28: 409-415, 424-425.
- Hvoslef, S. & M. Mjelde 1983. Strandvegetasjon i Vansjø, vannstandsvekslingers virkning på strandvegetasjonen. - Norsk Inst. Vannforsk. Rapp. 0-8000221: 1-86.
- Hvoslef, S. & B. Rørslett 1986. Makrovegetasjonen i norske innsjøer I. Avgrensing av vannvegetasjon og regional forekomst. - I: S. Bretten & O.I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1986., K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 2: 60-75.
- Jensén, E.W. 1979. Successions in relationship to lagoon development in the Laitaure delta, North Sweden. - Acta Phytogeogr. Suec. 66: 1-120.
- Larsson, A. 1976. Den sydsvenska fuktängen, Vegetation, dynamik och skötsel. - Medd. Avd. Ekol. Bot. Lunds Univ. 31: 1-107.

- Lingsten, L. 1981. Undersøkelser i forbindelse med plan om kraft-verksutbygging. Vannkvalitet. Virkninger av reguleringsinngrep. Forslag til minstevannføringer. - Norsk Inst. Vannforsk. Rapp. 0-77102: 1-90.
- Moss, O.O. & T. Volden 1980. Botaniske undersøkelser i Etnas og Dokkas nedbørfelt med vegetasjonskart over magasinområdene Dokkfløy og Rotvoll/Røssjøen. - Kontaktutvalget Vassdragsregul. Univ. Oslo Rapp.: 1-114.
- Rørslett, B. 1972. Resipientforholdene i Romeriksvassdragene Nitelva, Leira og Rømua. Rapportdel II. Botaniske undersøkelser. - Norsk Inst. Vannforsk. Rapp. 0-55/68: 1-85.
- Rørslett, B. 1988. An integrated approach to hydropower impact assessment. I. Environmental features of some Norwegian hydro-electric lakes. - *Hydrobiologia* 164: 39-66.
- Rørslett, B. 1989. An integrated approach to hydropower impact assessment. II. Submerged macrophytes in some Norwegian hydro-electric lakes. - *Hydrobiologia* (in press).
- Rørslett, B. & D. Berge 1986. Vasspest (*Elodea canadensis*) i 1980-åra. - *Blyttia* 44: 119-125.
- Rørslett, B., N.W. Green & K. Kvalvågnes 1978. Stereophotography as a tool in aquatic biology. - *Aquat. Bot.* 4: 73-81.
- Schierup, H.H. 1978. Biomass and primary production in a *Phragmites communis* Trin. swamp in North Jutland, Denmark. - *Verh. int. verein. theor. angew. Limnol.* 20: 94-99.
- Scultorpe, C.D. 1967. The biology of aquatic vascular plants. E. Arnold, London. 610 p.
- Sjörs, H. & C. Nilsson 1976. Vattenutbyggnadens effekter på levande natur. En faktaredovisning övervägande från Umeälven. - *Växtekologiska studier* 8: 1-120.
- Strahler, A.N. 1975. Physical geography. Fourth edition. Wiley, New York, 643 p.
- Wold, O. 1983. Vegetasjonen i Åkersvika naturreservat ved Mjøsa, Hamar, Vang og Stange kommuner i Hedmark. Hovedfagsoppg., Univ. Oslo.
- Økland, T. 1988. An ecological approach to the investigation of a beech forest in Vestfold, SE Norway. - *Nord. J. Bot.* 8(4): 375-407.

FAGMØTE I VEGETASJONSØKOLOGI KONGSVOLD 2. - 5. APRIL 1989.

Andersen, Kari Merete	DN, Tungasletta 2. 7004 Trondheim.
Aune, Egil Ingvar	UNIT, Vit.Mus., Bot.avd. 7004 Tr.heim.
Bakken, Solveig	UNIT, AVH, Bot. inst. 7055 Dragvoll.
Balle, Olav	NIJOS, Boks 115, 1430 Ås.
Bendiksen, Egil	UIO, Bot. hage og mus. 0562 Oslo 5.
Bendiksen, Katriina	" " " " "
Boe, Randi	UNIT, AVH, Geogr. inst. 7055 Dragvoll.
Brandrud, Tor Erik	2740 Roa.
Brattbakk, Ingvar	NINA, Tungasletta 2, 7000 Tr.heim.
Bretten, Simen	UNIT, Vit.mus. Kongsvold b. s. 7340 Oppdal.
Bruteig, Inga Elise	UNIT, AVH, Bot.inst. 7055 Dragvoll.
Baadsvik, Karl	NINA, Tungasletta 2, 7004 Trondheim.
Dahl, Eilif	NLH, Bot Inst. 1432 Ås-NLH.
Edwardsen, Hanne	UIT, IBG, Pb 3085. 9001 Tromsø.
Eilertsen, Odd	UIO, Bot. hage og mus. 0562 Oslo 5.
Elven, Reidar	" " " " "
Flatberg, Kjell Ivar	UNIT, AVH. Bot.inst. 7055 Dragvoll.
Foss, Bente Sagaletten	UNIT, AVH, Bot.inst. 7055 Dragvoll.
Fremstad, Eli	NINA Tungasletta 2, 7004 Tr.heim.
Gulbrandsen, Linn	UIO, Bot. hage og mus. 0562 Oslo 5.
Hilmo, Olga	UNIT, Bot.inst. 7055 Dragvoll.
Holten, Jarle Inge	NINA, Tungasletta 2, 7004 Tr.heim.
Høiland, Klaus	" " " " "
Håpnes, Arnodd	" " " " "
Kielland-Lund, Johan	NLH, Bot.inst. Pb 14, 1432 Ås-NLH.
Klokk, Terje	DN, Tungasletta 2, 7004 Trondheim.
Kullman, Leif	Umeå Univ. Naturgeogr. Inst. 901 87 Umeå.
Kvamme, Mons	UIB, Bot.inst. Allegt.41, 5007 Bergen.
Lee, John	Univ. of Manchester, M13 9 PL. UK.
Losvik, Mary Holmedal	SFDH. Boks 39, 5801 Sogndal.
Løken, Astri	UNIT. Vit.mus. Bot. avd. 7004 Trondheim.
Moen, Asbjørn	" " " " "
Mogensen, Gert Steen	Bot. Mus. Gothersg. 130. 1123 Københ. K.
Nilsen, Lennart	UIT, IBG, Pb 3085. 9001 Tromsø.
Nisja, Eli Grete	DN, Tungasletta 2. 7004 Trondheim.
Nygaard, Per Holm	NISK, Boks 61. 1432 Ås-NLH.
Odasz, Ann Marie	UIT, IBG, Pb 3085, 9001 Tromsø.
Often, Anders	UIO, Bot.hage og mus. 0562 Oslo 5.
Pedersen, Oddvar	" " " " "
Rydgren, Knut	" " " " "
Rønning, Olaf I.	UNIT, 7055 Dragvoll.
Rørslett, Bjørn	NIVA. Boks 33. Blinderen. 0313 Oslo 3.
Salvesen, Per Harald	NLH. Bot. Inst. Boks 14. 1432 Ås-NLH.
Singsaas, Stein	UNIT, Vit.mus. Bot.avd. 7004 Trondheim.
Spjelkavik, Sigmund	UIT, IBG, Pb 3085, Guleng. 9001 Tromsø.
Stølen, Aud	DN, Tungasletta 2. 7004 Trondheim.
Størkersen, Øystein R.	UNIT, Vit.mus. Bot. avd. 7004 Trondheim.
Svalheim, Ellen	UIO, Bot. hage og mus. 0560 Oslo 5.
Såstad, Sigurd Mjøen	UNIT. AVH. Bot. Inst. 7055 Dragvoll.
Timestad, Siri Bø	DN, Tungasletta 2. 7004 Trondheim.
Vevle, Odd	TDH. 3800 Bø.
Wang, Rigmor	UNIT, Bot. Inst. 7055 Dragvoll.
Wegener, Christina	UIO, Bot.hage og mus. 0562 Oslo 5.
Wielgolaski, F. E.	UIO. Avd. Bot. Boks 1045. 0316 Oslo 3.
Wilmann, Bodil	NINA. Tungasletta 2. 7004 Trondheim.
Øiaas, Toril H.	DN, Tungasletta 2. 7004 Trondheim
Økland, Rune Halvorsen	UIO, Bot. hage og mus. 0562 Oslo 5.

- 1974 1. Klokk, T. Myrundersøkelser i Trondheimsregionen i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 30 s. kr 20.-
 2. Bretten, S. Botaniske undersøkelser i forbindelse med generalplanarbeidet i Snillfjord kommune, Sør-Trøndelag. 24 s. kr 20.-
 3. Moen, A. & T. Klokk. Botaniske verneverdier i Tydal kommune, Sør-Trøndelag. 15 s. utgått
 4. Baadsvik, K. Registreringer av verneverdig strandengvegetasjon langs Trondheimsfjorden sommeren 1973. 65 s. kr 40.-
 5. Moen, B. F. Undersøkelser av botaniske verneverdier i Rennebu kommune, Sør-Trøndelag. 52 s. utgått
 6. Sivertsen, S. Botanisk befarings i Åbjøravassdraget 1972. 20 s. utgått
 7. Baadsvik, K. Verneverdig strandengvegetasjon langs Trondheimsfjorden - foreløpig rapport. 19s. kr 20.-
 8. Flatberg, K. I. & B. Sæther. Botanisk verneverdige områder i Trondheimsregionen. 51 s. kr 40.-
- 1975 1. Flatberg, K. I. Botanisk verneverdige områder i Rissa kommune, Sør-Trøndelag, 45 s. utgått
 2. Bretten, S. Botaniske undersøkelser i forbindelse med generalplanarbeidet i Åfjord kommune, Sør-Trøndelag. 51 s. kr 40.-
 3. Moen, A. Myrundersøkelser i Rogaland. Rapport i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 126 s. kr 40.-
 4. Hafsten, U. & T. Solem. Naturhistoriske undersøkelser i Forradalsområdet - et suboceanisk, høytliggende område i Nord-Trøndelag. 46 s. kr 20.-
 5. Moen, A. & B. F. Moen. Vegetasjonskart som hjelpemiddel i arealplanleggingen på Nerskogen, Sør-Trøndelag. 168 s., 1 pl. kr 60.-
- 1976 1. Aune, E. I. Botaniske undersøkingar i samband med generalplanarbeidet i Hemne kommune, Sør-Trøndelag. 76 s. kr 40.-
 2. Moen, A. Botaniske undersøkelser på Kvikne i Hedmark med vegetasjonskart over Innerdalen. 100s., 1 pl. utgått
 3. Flatberg, K. I. Klassifisering av flora og vegetasjon i ferskvann og sump. 39 s. kr 20.-
 4. Kjelvik, L. Botaniske undersøkelser i Snåsa kommune, Nord-Trøndelag. 55 s. kr 40.-
 5. Hagen, M. Botaniske undersøkelser i Grøvuområdet i Sunndal kommune, Møre og Romsdal. 57 s. kr 40.-
 6. Sivertsen, S. & A. Erlandsen. Foreløpig liste over Basidiomycetes i Rana, Nordland. 15 s. kr 20.-
 7. Hagen, M. & J. I. Holten. Undersøkelser av flora og vegetasjon i et subalpint område, Rauma kommune, Møre og Romsdal. 82 s. kr 40.-
 8. Flatberg, K. I. Myrundersøkelser i Sogn og Fjordane og Hordaland i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 112 s. kr 40.-
 9. Moen, A., L. Kjelvik, S. Bretten, S. Sivertsen & B. Sæther. Vegetasjon og flora i Øvre Forradalsområdet i Nord-Trøndelag, med vegetasjonskart. 135 s., 2 pl. kr 60.-
- 1977 1. Aune, E. I. & O. Kjærem. Botaniske undersøkingar ved Vefsnavassdraget, med vegetasjonskart. 138 s. 4 pl. kr 60.-
 2. Sivertsen, I. Botaniske undersøkelser i Tydal kommune, Sør-Trøndelag. 49 s. kr 20.-
 3. Aune, E. I. & O. Kjærem. Vegetasjon i planlagte magasin i Bjøllådalen og Stormdalen, med vegetasjonskart i 1:10 000, Saltfjellet/Svartisen-prosjektet. Botanisk delrapport nr. 1. 65 s., 2 pl. kr 60.-
 4. Baadsvik, K. & J. Suul (red.). Biologiske registreringer og verneinteresser i Litlvatnet, Agdenes kommune i Sør-Trøndelag. 55 s. kr 40.-
 5. Aune, E. I. & O. Kjærem. Vegetasjonen i Saltfjellområdet, med vegetasjonskart Bjøllådal 2028 II i 1:50 000. Saltfjellet/Svartisen-prosjektet. Botanisk delrapport nr. 2. 75 s., 1 pl. kr 60.-
 6. Moen, J. & A. Moen. Flora og vegetasjon i Tromsdalen i Verdal og Levanger, Nord-Trøndelag, med vegetasjonskart. 94 s., 1 pl. kr 60.-
 7. Frisvoll, A. A. Undersøkelser av mosefloraen i Tromsdalen i Verdal og Levanger, Nord-Trøndelag, med hovedvekt på kalkmosefloraen. 37 s. kr 20.-
 8. Aune, E. I., O. Kjærem & J. I. Koksvik. Botaniske og ferskvassbiologiske undersøkingar ved og i midtre Rismålsvatnet, Rødøy kommune, Nordland. 17 s. kr 20.-
- 1978 1. Elven, R. Vegetasjonen ved Flatisen og Østerdalsisen, Rana, Nordland, med vegetasjonskart over Vesterdalen i 1:15 000. Saltfjellet/Svartisenprosjektet. Botanisk delrapport nr. 3. 83 s., 1 pl. kr 40.-
 2. Elven, R. Botaniske undersøkelser i Rien-Hyllingen-området, Røros, Sør-Trøndelag. 53 s. kr 40.-
 3. Aune, E. I. & O. Kjærem. Vegetasjonsundersøkingar i samband med planene for Saltdal-, Beiarn-, Stor-Glomfjord- og Melfjordutbygginga. Saltfjellet/Svartisen-prosjektet. Botanisk delrapport nr. 4. 49 s. kr 20.-
 4. Holten, J. I. Verneverdige edellauvskoger i Trøndelag. 199 s. kr 40.-
 5. Aune, E. I. & O. Kjærem. Floraen i Saltfjellet/Svartisen-området. Saltfjellet/Svartisen-prosjektet. Botanisk delrapport nr. 5. 86 s. kr 40.-
 6. Aune, E. I. & O. Kjærem. Botaniske registreringer og vurderinger. Saltfjellet/Svartisen-prosjektet. Botanisk sluttrapport. 78 s., 4 pl. kr 60.-
 7. Frisvoll, A. A. Mosefloraen i området Borrsåsen-Barøya-Nedre Tynes ved Levanger. 82 s. kr 40.-
 8. Aune, E. I. Vegetasjonen i Vassfaret, Buskerud/Oppland med vegetasjonskart 1:10 000 67 s., 6 pl. kr 40.-
- 1979 1. Moen, B. F. Flora og vegetasjon i området Borrsåsen-Barøya-Kattangen. 71 s., 1 pl. kr 40.-
 2. Gjærevoll, O. Oversikt over flora og vegetasjon i Oppdal kommune, Sør-Trøndelag. 44 s. kr 20.-
 3. Torbergson, E. M. Myrundersøkelser i Oppland i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 68 s. kr 40.-
 4. Moen, A. & M. Selnes. Botaniske undersøkelser på Nord-Fosen, med vegetasjonskart. 96 s., 1 pl. kr 60.-
 5. Kofoed, J.-E. Myrundersøkingar i Hordaland i samband med den norske myrreservatplanen. Supplerande undersøkingar. 51 s. kr 40.-
 6. Elven, R. Botaniske verneverdier i Røros, Sør-Trøndelag. 158 s., 1 pl. kr 40.-
 7. Holten, J. I. Botaniske undersøkelser i øvre Sunndalen, Grødalen, Lindalen og nærliggende fjellstrøk. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 1. 32 s. kr 20.-
- 1980 1. Aune, E. I., S. Aa. Hatlelid & O. Kjærem. Botaniske undersøkingar i Kobbelv- og Hellemo-området, Nordland med vegetasjonskart i 1:10 000. 122 s., 1 pl. kr 60.-
 2. Gjærevoll, O. Oversikt over flora og vegetasjon i Trollheimen. 42 s. kr 20.-

3. Torbergesen, E. M. Myrundersøkelser i Buskerud i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 104 s. kr 40.-
4. Aune, E. I., S. Aa. Hatlelid & O. Kjærem. Botaniske undersøkingar i Eiterådalen, Vefsn og Krutvatnet, Hattfjelldal. 58 s., 1 pl. kr 40.-
5. Baadsvik, K., T. Klokk & O. I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll, 16.3.1980. 279 s. kr 60.-
6. Aune, E. I. & J. I. Holten. Flora og vegetasjon i vestre Grødalen, Sundal kommune, Møre og Romsdal. 40 s., 1 pl. kr 40.-
7. Sæther, B., T. Klokk & H. Taagvold. Flora og vegetasjon i Gaulas nedbørfelt, Sør-Trøndelag og Hedmark. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 2. 154 s., 3 pl. kr 60.-
- 1981 1. Moen, A. Oppdragsforskning og vegetasjonskartlegging ved Botanisk avdeling, DKNVS, Museet. 49s. kr 20.-
2. Sæther, B. Flora og vegetasjon i Nesåas nedbørfelt, Nord-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 3. 39 s. kr 40.-
3. Moen, A. & L. Kjelvik. Botaniske undersøkelser i Garbergselva/Rotla-området i Selbu, Sør-Trøndelag, med vegetasjonskart. 106 s., 2 pl. kr 60.-
4. Kofod, J.-E. Forsøk med kalibrering av ledningsevne målere. 14 s. kr 20.-
5. Baadsvik, K., T. Klokk & O.I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 15.-17.3.1981. 261 s. kr 60.-
6. Sæther, B., S. Bretten, M. Hagen, H. Taagvold & L. E. Vold. Flora og vegetasjon i Drivas nedbørfelt, Sør-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 4. 127s. kr 60.-
7. Moen, A. & A. Pedersen. Myrundersøkelser i Agderfylkene og Rogaland i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 252 s. kr 60.-
8. Iversen, S. T. Botaniske undersøkelser i forbindelse med generalplanarbeidet i Frøya kommune, Sør-Trøndelag. 63 s. kr 40.-
9. Sæther, B., J.-E. Kofod & T. Øiaas. Flora og vegetasjon i Ognas og Skjækraas nedbørfelt, Nord-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 5. 67 s. kr 40.-
10. Wold, L. E. Flora og vegetasjon i Toås nedbørfelt, Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 6. 58 s. kr 40.-
11. Baadsvik, K. Flora og vegetasjon i Leksvik kommune, Nord-Trøndelag. 89 s. kr 40.-
- 1982 1. Selnes, M. & B. Sæther. Flora og vegetasjon i Sørlivassdraget, Nord-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 7. 95 s. kr 40.-
2. Nettelbladt, M. Flora og vegetasjon i Lomsdalsvassdraget, Helgeland i Nordland. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 8. 60 s. kr 40.-
3. Sæther, B. Flora og vegetasjon i Istras nedbørfelt, Møre og Romsdal. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 9. 19 s. kr 20.-
4. Sæther, B. Flora og vegetasjon i Snåsavatnet, Nord-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 10. 31 s. kr 20.-
5. Sæther, B. & A. Jacobsen. Flora og vegetasjon i Stjørdalselvas og Verdalselvas nedbørfelt, Nord-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 11. 59 s. kr 40.-
6. Kristiansen, J. N. Registrering av edellauvkoger i Nordland. 129 s. kr 40.-
7. Holten, J.I. Flora og vegetasjon i Lurudalen, Snåsa kommune, Nord-Trøndelag. 76 s., 2 pl. kr 60.-
8. Baadsvik, K. & O.I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 14.-16.3.1982. 259 s. kr 60.-
- 1983 1. Moen, A. og medarbeidere. Myrundersøkelser i Nord-Trøndelag i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 160 s. kr 40.-
2. Holten, J. I. Flora- og vegetasjonsundersøkelser i nedbørfeltene for Sanddøla og Luru i Nord-Trøndelag. 148 s. kr 40.-
3. Kjærem, O. Fire edellauvskoglokaliteter i Nordland. 15 s. kr 20.-
4. Moen, A. Myrundersøkelser i Sør-Trøndelag og Hedmark i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 138 s. kr 40.-
5. Moen, A. & T. Ø. Olsen. Myrundersøkelser i Sogn og Fjordane i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 37 s. kr 20.-
6. Andersen, K. M. Flora og vegetasjon ved Ormsetvatnet i Verran, Nord-Trøndelag. 34 s., 1 pl. kr 40.-
7. Baadsvik, K. & O.I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 7.-8.3. 1983. 131 s. kr 40.-
- 1984 1. Krovoll, A. Undersøkelser av rik løvskog i Nordland, nordlige del. 40 s. kr 20.-
2. Granmo, A. Rike løvskog på Ofotfjordens nordside. 46 s. kr 20.-
3. Andersen, K. M. Flora og vegetasjon i indre Visten, Vevelstad, Nordland. 52 s., 1 pl. kr 60.-
4. Holten, J. I. Flora- og vegetasjonsundersøkelser i Raumavassdraget, med vegetasjonskart i M 1:50 000 og 1:150 000. 141 s., 2 pl. kr 60.-
5. Moen, A. Myrundersøkelser i Møre og Romsdal i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 86s. kr 40.-
6. Andersen, K. M. Vegetasjon og flora i øvre Stjørdalsvassdraget, Meråker, Nord-Trøndelag. 83 s., 2 pl. kr 60.-
7. Baadsvik, K. & O.I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 18.-20.3.1984. 107 s. kr 40.-
- 1985 1. Singsaas, S. & A. Moen. Regionale studier og vern av myr i Sogn og Fjordane. 74 s. kr 40.-
2. Bretten, S. & A. Moen (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1985. 139 s. kr 40.-
- 1986 1. Singsaas, S. Flora og vegetasjon i Ormsetområdet i Verran, Nord-Trøndelag. Supplerende undersøkelser. 22 s. kr 20.-
2. Bretten, S. & O.I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1986. 132 s. kr 40.-
- 1987 1. Bretten, S. & O.I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1987. 63 s. kr 40.-
- 1988 1. Bretten, S. & O.I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvold 1988. 133 s. kr 40.-
- 1989 1. Wilmann, B. & A. Baudouin. EDB-basert framstilling av botaniske utbredelseskart. 21 s. + 10 kart. kr 40.-
- 1989 2. Bretten, S. & O.I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvold 1989. 136 s. kr 40.-