

VEGETATIONSSTUDIER
I DEN SKANDINAVISKA FJÄLLVÄRLDEN
– en litteratursammanställning

Jon Moen

Inst. för ekologisk botanik
Umeå universitet

Länsstyrelsens rapportnummer: 1995:14

ISSN: 0283-9636

Referens: Anna von Sydow

Författare: Jon Moen

Omslagsbild: Hans Furmark

Papaver laestadianum

Omslagstryck: Printor, Luleå, 1996

Tryck: Länsstyrelsens tryckeri, december 1996

Upplaga: 200ex

Länsstyrelsen i Norrbottens län

Tel: 0920/96000

Postadress: 971 86 Luleå

Besöksadress: Stationsgatan 5

FÖRORD

För att utveckla miljöövervakningen av fjällens vegetation har miljöenheterna i fjällänen gått samman och bildat en arbetsgrupp för dessa frågor.

Som en grund för utformandet av ett program för miljöövervakning av fjällens vegetation har arbetsgruppen under våren 1995 låtit utföra ett arbete vars titel är: "Vegetationsstudier i den Skandinaviska fjällvärlden - en litteratursammanställning".

Syftet med projektet har varit att göra en koncentrerad sammanställning av forskningsarbete och publicerat material rörande fjällkedjans vegetation och förändringar i denna som kan ha relevans för utformning och lokalisering av miljöövervakning i fjällområdet. Även pågående och planerad forskning har beaktas.

Arbete har utförts av fil. doktor Jon Moen, Institutionen för ekologisk botanik vid Umeå universitet. Arbetsgruppen har fungerat som projektledare och naturvårdsverket har stått för finansieringen.

Arbetsgruppen för miljöövervakning av fjällvegetation

Anna von Sydow, Länsstyrelsen i Norrbotten
Per-Erik Persson, Länsstyrelsen i Västerbotten
Håkan Attergaard, Länsstyrelsen i Jämtland
Lennart Bratt, Länsstyrelsen i Dalarna
Mora Aronsson, Artdatabanken, SLU

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning	1
2. Biotopbeskrivningar	3
2.1 PMK ytor	3
2.2 Sverige	5
2.3 Norge	8
3. Enskilda arter	11
3.1 Hotade kärlväxter	11
3.2 Hotade mossor	16
3.3 Hotade lavar	18
3.4 Vanliga arter	18
4. Globala klimatförändringar och effekter på vegetationen i fjällen	29
4.1 Inledning	29
4.2 Förväntade globala klimatförändringar	29
4.3 Effekter på vegetationen	30
4.3.1 Individer	30
4.3.2 Samhällen	30
4.3.3 Ekosystem	31
4.3.4 Trädgränsen	33
4.3.5 Förväntade effekter på norska ekosystem	33
4.4 Citerad litteratur	35
4.5 Empiriska studier i de skandinaviska fjällen	38
5. Pågående vegetationsstudier i fjällen	43
6. Författarregister	57

1. INLEDNING

Denna litteraturstudien är gjord med syftet att göra en koncentrerad sammanställning av forskningsarbeten och annat relevant material rörande fjällkedjans vegetation och förändringar i denna som kan ha relevans för utformning och lokalisering av miljöövervakning i fjällområdet. Även pågående och planerad forskning beaktas.

I projektet har arbetsgruppen tagit fasta på att studien skall beskriva arbeten som gjorts med avseende på beskrivningar av biotoper och vegetationstyper som kan lägesbestämmas geografiskt. Detta är viktigt som grund för kommande miljöövervakning.

Även arbeten och studier som gjorts med avseende på enskilda arter, eller populationsekologisk forskning rörande arter, i fjällmiljö är en viktig utgångspunkt. Främst är det arter som anses hotade i sin nuvarande utbredning eller arter vilka har en nyckelfunktion i sin vegetationstyp som det är intressant att fokusera på.

Storskaliga förändringar, så kallade "global change studier" med effekter på fjällen är också en viktig parameter att ta i beaktande när man bygger upp miljöövervakningen av fjällvegetation. Storskaliga miljöförändringar kommer att synas tidigt i fjällmiljön.

Pågående vegetationsstudier i den skandinaviska fjällkedjan är också viktiga att beakta för uppbyggnad och utvärdering av miljöövervakningen av fjällvegetationen.

Vi är medvetna om att rapporten inte täcker in all kunskap och forskning om fjällvegetation. Om läsaren känner till relevanta arbeten inom området är det av intresse att berörda länsstyrelser får kännedom om dessa

2. BIOTOPBESKRIVNINGAR

Detta avsnitt behandlar kvantitativa beskrivningar av växtsamhällen i fjällkedjan (Sverige och Norge, Finland behandlas inte). Endast arbeten där originaldatat finns beskrivet för enskilda ytor har medtagits. Avsnitt 2.1 behandlar de två PMK-områden som finns i fjällkedjan, medan avsnitt 2.2 och 2.3 behandlar Sverige respektive Norge. Under avsnitt 2.2 och 2.3 är referenserna grupperade först och främst efter min egen subjektiva uppskattning av sannolikheten att återfinna de beskrivna ytorna, och därefter i bokstavsordning efter författaren inom varje grupp. Förutom i nedanstående referenser finns det också kvantitativa vegetationsbeskrivningar i de referenser i avsnitt 3.1 till 3.3 där det står angivet "habitatbeskrivning". Varje referens i detta avsnitt är beskriven på följande sätt:

1. Område, lokal.
2. Sannolikhet att återfinna ytorna (angivet data inom parentes).
3. Växttyp som är beskriven ("varierande" betyder att ett flertal vegetationstyper är beskrivna inom ett givet område).
4. Typ av arbete (se nedan). År arbetet utfördes. Rutstorlek, om rutor har använts.
5. Typ av data (se nedan). Växtgrupper som är beskrivna.

Typ av arbete: "växtsociologi" anger att syftet med arbetet var att klassificera olika vegetationstyper. Relativt homogena typområden valdes ofta subjektivt ut för beskrivning. "Vegetationsbeskrivningar" anger att ingen klassificering av de beskrivna ytorna har gjorts i förhand.

Typ av data: "Hult-Sernander" anger att en fem-gradig täckningsskala har använts där 5=50-100%, 4=25-50%, 3=12.5-25%, 2=6.25-12.5% och 1≤6.25%.

2.1. PMK ytor

Inom Naturvårdsverkets Program för övervakning av miljökvalité (PMK) finns två områden i fjällvärlden: Abisko och Ammarnäs. Syftet med områdena är att de ska kunna användas som referensområden i framtiden och därmed ska vara skyddade från lokal miljöpåverkan. Ansvarig för vegetationsövervakningen är Sven Bråkenhielm, Naturvårdsverket, och data från de två referensområdena kan erhållas från Naturvårdsverket.

Följande publikationer innehåller data om vegetationen eller diskuterar PMK-programmet (baserad på en litteraturlista från Sven Bråkenhielm, Naturvårdsverket):

Bråkenhielm, S. Vegetationsövervakning i PMK:s referensområden. Naturvårdsverket Rapport 3252 (1985), 3340 (1986), 3508 (1987), 3680 (1988), 3801 (1989), 3954 (1990), 4123 (1991), 4295 (1992). [Årliga verksamhetsrapporter]

Bråkenhielm, S. 1988. Vegetation and air pollution. Spatial and temporal aspects of sampling in environmental monitoring. Statistical Journal of the United Nations ECE 5:239-247.

Bråkenhielm, S. 1989. Umweltmonitoring in schwedischen Naturwaldreservaten - am Beispiel von Vegetation und Boden. Natur und Landschaft 64:583-586.

- Bråkenhielm, S. 1990. Vegetation and air pollution. Spatial and temporal aspects of sampling in environmental monitoring. *Annali di Statistica* 119:141-158.
- Bråkenhielm, S. 1991. Environmental monitoring in protected natural forests in Sweden - exemplified by vegetation and soil monitoring. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 21:121-139.
- Bråkenhielm, S. & Qinghong, L. 1994. Comparison of field methods in vegetation monitoring. *Water, Air and Soil Pollution* (i tryck).
- Bråkenhielm, S. & Qinghong, L. 1994. Spatial and temporal variability of algal and lichen epiphytes on trees in relation to pollutant deposition in Sweden. *Water, Air and Soil Pollution* (i tryck).
- Eknert, B. & Lemby, K. 1991. Ammarnäs. PMK-område i västra Västerbotten. Vegetationen vid Tjulträsket och Raurejaure. Naturvårdsverket Rapport 3985.
- Naturvårdsverket 1985. PMK: på vakt i naturen. Monitor 1985.
- Naturvårdsverket 1990. Svensk miljöövervakning. Monitor 1990.

I de två områdena finns följande typer av observationer (från SNV Rapport 4123. Metodiken finns närmare beskriven i Bråkenhielm, S. 1988. Fältinstruktion för observatörer inom PMK-vegetation. Statens Naturvårdsverk.):

Taxeringslinjer: med hundra meters mellanrum. Längs och mellan dem karteras växtsamhällen (avgränsade och kodade enligt Nordiska Ministerrådet) samt trädbestånd. Revision vart 20:e år.

Cirkelytor: Ligger systematiskt fördelade längs taxeringslinjerna med 100 m mellanrum. Varje yta omfattar en trädyta med 10 m radie för större träd, 5 m för mindre träd samt vegetationsyta (utanför trädytan) med 5.64 m radie. På trädytan registreras vissa träd samt stubbar. Alla dessa bestäms till stamdiameter i brösthöjd samt läge på provytan. På alla levande träd observeras dessutom bland annat skador och vitalitet samt på ett urval provträd kronutglesning, höjd, nedre krongräns och krondiameter. På döda träd noteras sannolik dödsorsak och på liggande stammar, sk lågor, och stubbar bedöms nedbrytningsgraden. På vegetationsytan observeras vegetationsskikten (träd-, busk-, fält- och bottenskikten) och samtliga arter i varje skikt för sig. Cirkelytorna revideras som regel vart femte år.

Intensivytor: som regel 40x40 m med ett antal 0.5x0.5 m smårutor. En till två intensivytor läggs ut subjektivt i varje område i representativa växtsamhällen. På dem följs fält- och bottenskikten och deras arter samt träden, eftersom de påverkar markvegetationen genom beskuggning och rotkonkurrens. Revision görs varje till vart tredje år för markvegetationen, vart femte år för träden.

Lavytor: mängden lavar och deras kolonisationshastighet på grenar följs. Revision varje år.

Mossinsamling: dessutom sker insamling av mossor.

Nedan följer en kort beskrivning av de två områdena:

Abisko, Norrbotten

Två delområden: Ridonjira som huvudsakligen är täckt av fjällbjörkskog (altitud 380-540 m.ö.h.), och Påtujaure som huvudsakligen är kalfjäll (altitud 490-1270 m.ö.h.).

Data: en intensivyta och en lavyta i varje delområde, dessutom sker mossinsamling. Data finns från 1989 och 1990 från Påtujaure, samt från 1983-1985, 1987 och 1991 från Ridonjaure.

Ammarnäs, Västerbotten

Ytorna omfattar både fjällbjörkskog och kalfjäll (altitud 400-1445 m.ö.h.).

Data: två intensivytor och en lavyta, samt 90 cirkelytor. Dessutom sker mossinsamling. Data finns från 1983-1986 och 1991 för kalfjällsyterna, samt från 1983-1988 och 1990 för skogsytorna.

2.2. Sverige

Näsman, E. 1994. Mittåkläppen och Axhögen - botaniska värden och vegetationsslitage. Rapport, Länsstyrelsen Jämtlands län.

1. Mittåkläppen och Stora Axhögen: Jämtland.
2. Mycket hög (kartor och noggranna beskrivningar. Ytorna permanent markerade med plaströr).
3. Varierande.
4. Vegetationsbeskrivningar. Rutstorlek: 2x2 m (data från 1983-93) och 1x1 m (data från 1993).
5. 9-gradig respektive 7-gradig täckningsskala samt fotodokumentation. Kärlväxter (data från 1993 i rapporten).

Kullman, L. 1979. Change and stability in the altitude of the birch tree-limit in the southern Swedish Scandes 1915-1975. *Acta Phytogeographica Suecica* 65:1-121.

1. 214 lokaler i Jämtland, Härjedalen och Dalarna.
2. Hög (lokal. altitud, väderstreck samt koordinater i rikets nät (± 100 m) angivna).
3. Trädgränsen.
4. Vegetationsbeskrivningar. 1972-1975.
5. Trädgränsens altitud, åldersstruktur, samt jämförelser med material från början av seklet. Fjällbjörk.

Waldermarson Jensén, E. 1979. Successions in relationship to lagoon development in the Laitaure delta, north Sweden. *Acta Phytogeographica Suecica* 66:1-120.

1. Rapadeltat: Norrbotten.
2. Hög (detaljerade kartor med provytor och transekter angivna).
3. Våtmarksvegetation.
4. Vegetationsbeskrivningar. Rutstorlek: 0.25 m².
5. Täckningsgrad längs transekter. Kärlväxter, mossor.

Sonesson, M. 1970. Studies on mire vegetation in the Torneträsk area, northern Sweden. III. Communities of the poor mires. *Opera Botanica* 26:1-120.

1. Abisko: Norrbotten; Troms, Nordland.
2. Medel-hög (fjäll, altitud, väderstreck och beskrivningar. Dessutom finns kartskisser med vegetationstransekter över vissa myrar).
3. Myrvegetation.
4. Växtsociologi. Rutstorlek: 0.25 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor.

Persson, Å. 1961. Mire and spring vegetation in an area north of Lake Torneträsk, Torne Lappmark, Sweden. I. Description of the vegetation. *Opera Botanica* 6(1):1-187.

1. Norra Torneträsk: Norrbotten.
2. Medel (fjäll, altitud, väderstreck angivna plus kartsnitt).
3. Myr- och källvegetation.
4. Växtsociologi. 1949-59. Rutstorlek: 1 m² i myr, 1/4 m² i källor.
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor.

Bringer, K.-G. 1961. Den lågpina *Dryas*-hedens differentiering och ståndortsekologi inom Torneträsk-området. I & II. *Svensk Botanisk Tidskrift* 55:349-373, 551-584.

1. Torneträsk-området: Vakketjåkko, Låktatjåkko, Låktavagge, Norrbotten.
2. Liten.
3. Fjällsippedar.
4. Växtsociologi. 1953-1960. Rutstorlek: 1/4 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor, lavar.

Bringer, K.-G. 1965. Vegetationen i branter, talus och hållmark inom några kalkstens- och dolomitområden inom Torneträsk-området. *Botaniska Notiser* 118:1-20.

1. Vakketjåkko, Lullihatjärro, Kärketjärro: Norrbotten.
2. Liten (fjäll och altitud angiven).
3. Varierande.
4. Vegetationsbeskrivning. Rutstorlek: 1/4, 1 och 4 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter.

Gjærevoll, O. 1949. Snøleivevegetasjonen i Oviksfjellene. *Acta Phytogeographica Suecica* 25:1-106.

1. Oviksfjällen: Jämtland.
2. Liten (fjäll, altitud och väderstreck angivna).
3. Snöleivevegetation.
4. Växtsociologi. 1944. Rutstorlek: 1/4 och 1 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor, lavar.

Gjærevoll, O. 1950. The snow-bed vegetation in the surroundings of Lake Torneträsk, Swedish Lappland. *Svensk Botanisk Tidskrift* 44:387-440.

1. Nuolja, Vassitjåkko, Låktatjåkko, Katteråive, Nissontjärro, Ljutatjårro, Jebrentjåkko: Norrbotten.
2. Liten (fjäll, altitud och väderstreck angivna).
3. Snöleivevegetation.
4. Växtsociologi. 1944 och 1947. Rutstorlek: 1 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor, lavar.

Gjærevoll, O. 1956. The plant communities of the Scandinavian alpine snow-beds.
Kunglige Norske Videnskabers Selskaps Skrifter 1956. Nr. 1.

1. Ett flertal fjällområden både i Norge och Sverige.
2. Liten (fjäll, altitud och väderstreck angivna).
3. Snölegevegetation.
4. Växtsociologi. Rutstorlek: 1/4 och 1 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor, lavar.

Hedberg, O., Mårtensson, O. & Rudberg, S. 1952. Botanical investigations in the
Pältsa region of northernmost Sweden. Botaniska Notiser (Supplement)
3(2):45-73.

1. Pältsa, Njuolja, Allespuolta: Norrbotten; Jauroåive: Troms fylke.
2. Liten (fjäll, altitud och väderstreck angivna).
3. Fjällsippehedar.
4. Vegetationsbeskrivningar. 1949. Rutstorlek: 1/4 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor, lavar.

Lundqvist, J. 1968. Plant cover and environment of steep hillsides in Pite Lappmark.
Acta Phytogeographica Suecica 53:1-153.

1. Pite Lappmark.
2. Liten (fjäll, altitud och väderstreck angivna).
3. Rasmaks- och hållvegetation.
4. Växtsociologi. 1961-66. Rutstorlek: 1/4 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor, lavar.

Rune, O. 1953. Plant life on serpentines and related rocks in the north of Sweden.
Acta Phytogeographica Suecica 31:1-139.

1. Muruhatten, Rautats: Jämtland; Slipsikjaure, Rupsentjärro, Tjarve, Graipesvare, Murfjället, Aunevare, Gurtatjåkko, Rotikken: Åsele Lappmark; Brandbergen, Atoklinten, Ruopsokvare: Lycksele Lappmark.
2. Liten (fjäll, altitud och väderstreck angivna).
3. Vegetation på serpentin och andra ultrabasisiska bergarter.
4. Vegetationsbeskrivning. 1944-50. Rutstorlek: 1 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor, lavar.

Samuelsson, G. 1917. Studien über die Vegetation der Hochgebirgsgegenden von
Dalarna. Nova Acta Regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis Ser. IV. Vol. 4.
N:o 8.

1. Långfjället, Nipfjället, Vedungsfjället, Härjehogna, Fulufjället och Transtrandsfjällen: Dalarna.
2. Liten (fjäll eller lokal och altitud angivna).
3. Varierande.
4. Växtsociologi.
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor, lavar.

Arwidsson, T. 1943. Studien über die Gefäßpflanzen in den Hochgebirgen der Pite Lappmark. Acta Phytogeographica Suecica 17:1-274.

1. Peskehauredeltat: Norrbotten.
2. Mycket liten (inga beskrivningar).
3. Carex-, Juncus- och Calamagrostissamhällen i deltat.
4. Växtsociologi. 1925. Rutstorlek: 1m².
5. Skala: ?. Kärlväxter, mossor, lavar.

Jonasson, S. 1981. Plant communities and species distribution of low alpine *Betula nana* heaths in northernmost Sweden. Vegetatio 44:51-64.

1. Norrbotten, (68°30'N, 20°15'E), altitud: 640-670 m.ö.h.
2. Mycket liten.
3. Dvärgbjörksvegetation.
4. 2 storytor (1600-5000 m²) valdes ut på tre olika lokaler. Inom varje storyta lades 25 st 1x1 m ytor ut.
5. Hult-Sernander. Procent närvaro i de 25 småytorna angett tillsammans med "characteristic degree of cover". Kärlväxter, mossor, lavar.

Nordhagen, R. 1955. Kobresieto-Dryadion in northern Scandinavia. Svensk Botanisk Tidskrift 49:63-87.

1. Pältsa, Gapovare: Norrbotten; Mikalfjell: Troms; Skaitiaksla, Tausa, Sulitjelma: Nordland; Sløykedal: Finnmark.
2. Mycket liten (fjäll och altitud angivna).
3. Gräshedar och dvärgrishedar på kalkhaltiga jordar.
4. Växtsociologi. 1946-1953. Rutstorlek: 4 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor, lavar.

Sonesson, M. & Lundberg, B. 1974. Late Quaternary forest development of the Torneträsk area, north Sweden. Oikos 25:121-133.

1. Abisko: Norrbotten.
2. Mycket liten (inga beskrivningar).
3. Fjällbjörkskog.
4. Vegetationsbeskrivningar och -klassificeringar. Rutstorlek: 4 m².
5. Hult-Sernander och frekvensmått. Kärlväxter, mossor, lavar.

2.3. Norge

Dahl, E. 1956. Rondane. Mountain vegetation in south Norway and its relation to the environment. Skrifter Norske Videnskaps-Akademien i Oslo. I. Mat.-Naturv. Kl. 1956. No. 3.

1. Rondane: Oppland och Hedmark Fylke.
2. Medel (mm-angivelser på 1:100000 karta).
3. Varierande.
4. Växtsociologi. 1946-56. Rutstorlek: 1 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor, lavar.

Økland, R. H. & Bendiksen, E. 1985. The vegetation of the forest-alpine transition in the Grunningsdalen area, Telemark, S. Norway. *Sommerfeltia* 2:1-224.

1. Grunningsdalen: Telemark fylke.
2. Liten till medel (beskrivning av transekters läge).
3. Varierande.
4. Gradient analys - vegetationsklassificering. 4 transekter. Rutstorlek: 5x5 m.
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor, lavar.

Haapasaari, M. 1988. The oligotrophic heath vegetation of northern Fennoscandia and its zonation. *Acta Botanica Fennica* 135.

1. Norra Norge och Finland.
2. Liten (fjäll, altitud och väderstreck angivna).
3. Kalkfattiga fjällhedar.
4. Växtsociologi. 1964-86. Rutstorlek: 4 m².
5. Procent täckning. Kärlväxter, mossor, lavar.

Nordhagen, R. 1928. Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. I. Die Vegetation. *Skrifter Norske Videnskaps-Akademien i Oslo. I. Mat.-Naturv. Kl.* 1927. No. 1.

1. Sylene: Sör-Trøndelag fylke.
2. Liten (fjäll, altitud och väderstreck angivna).
3. Varierande.
4. Växtsociologi. 1919-1923. Rutstorlek: 0.25, 1 och 4 m².
5. Hult-Sernander (? I alla fall en femgradig skala.). Kärlväxter, mossor, lavar.

Odland, A. 1981. Pre- and subalpine tall herb and fern vegetation in Røldal, W. Norway. *Nordic Journal of Botany* 1:671-690.

1. Røldal.
2. Liten (allmänna beskrivningar).
3. Högrörsvegetation.
4. Växtsociologi. Rutstorlek: 25 m².
5. Hult-Sernander. Kärlväxter, mossor.

Resvoll-Holmsen, H. 1914. Statistiske vegetationsundersøgelser fra Foldalsfjeldene. *Videnskapsselskapets Skrifter. I. Nat.-Naturv. Kl.* 1914. No. 7.

1. Foldalsfjällen.
2. Liten (fjäll och altitud angivna).
3. Varierande.
4. Vegetationsbeskrivningar. 1913. Rutstorlek: 1/10 m².
5. Frekvensmått av 50 rutor. Kärlväxter, mossor, lavar.

Skogen, A. 1979. Vegetasjon og fjellplanteflora i Stavbrekkene på Geirangerfjellet, et rikt fjell i Vestfjellene fattigområde. *Blyttia* 37:109-125.

1. Møre og Romsdal, Oppland. UTM: MP 130-152, 770-789.
2. Liten (fjäll, altitud och väderstreck angivna).
3. Rasmarks- och hällvegetation.
4. Vegetationsbeskrivning. Rutstorlek: 0.25-25 m².
5. Skala: ?. Kärlväxter, mossor, lavar.

Samuelsson, G. 1916. Studien über die Vegetation bei Finse im inneren Hardanger. *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* 55:1-108.

1. Finse: Buskerud fylke.
2. Liten (fjäll och altitud angivna).
3. Varierande.
4. Vegetationsbeskrivningar. 1915.
5. Frekvensmått (femgradig semikvantitativ skala från 'enstaka' till 'täckande').

Hadac, E. 1971. Notes on some plant communities of Blefjell, S. Norway. *Preslia* 43:202-217.

1. Blefjell: Norge.
2. Mycket liten (lokal angiven).
3. Varierande.
4. Växtsociologi. 1940. Rutstorlek: 1.5-12 m².
5. Domins skala (10-gradig täckningsskala). Kärleväxter, mossor, lavar.

Nordhagen, R. 1943. Sikilsdalen og Norges fjellbeiter. *Bergens Museum Skrifter* Nr. 22.

1. Sikilsdalen: Oppland fylke.
2. Mycket liten (inga beskrivningar).
3. Varierande.
4. Växtsociologi. 1922-25, 1927, 1932. Rutstorlek: 1 och 4 m².
5. Hult-Sernander. Kärleväxter, mossor, lavar.

Resvoll-Holmsen, H. 1920. Om fjeldvegetationen i det Østenfjeldske Norge. *Archiv for Matematik og Naturvidenskab* 37(2):1-265.

1. Østerdalen, Gudbrandsdalen och Valdresdalen samt Fæmunds- och Aursundstrakterna.
2. Mycket liten (fjäll och altitud angivna).
3. Varierande.
4. Vegetationsbeskrivningar. Rutstorlek: 1/10 m².
5. Frekvensmått i 50 rutor. Kärleväxter, mossor, lavar.

Förutom nedanstående verk finns ett flertal vegetationsbeskrivningar i:

Tromsø. Tromsø Museums Rapportserie.

Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab, Museet Rapport. Universitetet i Trondheim.

3. ENSKILDA ARTER

Denna delstudie behandlar ekologiska arbeten om, i huvudsak, enskilda arter. "Ekologiska arbeten" har definierats väldigt liberalt, t ex betyder "habitatbeskrivning" nedan att det finns någon form av kvantitativ beskrivning av det växtsamhälle(n) som arten finns i. Inga rena systematiska/taxonomiska arbeten eller rena lokalförteckningar har tagits med i sammanställningen. Avsnitten 3.1 till 3.3 behandlar hotade arter (kärlväxter, mossor och lavar i respektive avsnitt), medan avsnitt 3.4 behandlar ett urval av vanliga arter i fjällkedjan. Information om hotkategori har erhållits från Mora Aronsson, Databanken för Hotade Arter, SLU, Uppsala. Jag har kontrollerat referenserna i avsnitt 3.1 till 3.3 (typen av data i varje referens anges inom hakparenteser efter varje referens), medan jag inte har kontrollerat referenserna i avsnitt 3.4.

3.1 Hotade kärlväxter

Arenaria humifusa (Grusnarv) Hotkategori: sällsynt

Engelskjøn, T. 1965. Nye funn av *Arenaria humifusa* Wg. i Nordland og Lule Lappmark. *Blyttia* 23:105-124. [Habitatbeskrivning]

Nordhagen, R. 1935. Om *Arenaria humifusa* Wg. og dens betydning for utforskningen av Skandinavias eldste floraelement. *Bergens Museum. Årbok* 1935, *Naturvitenskapelig rekke* 1:1-183. [Utbredning, habitatbeskrivning]

Nordhagen, R. 1954. Some new observations concerning the geographic distribution and the ecology of *Arenaria humifusa* Wg. in Norway as compared with *Arenaria norvegica*. *Botanisk Tidsskrift* 51:248-262. [Habitatbeskrivning]

Rune, O. 1954. *Arenaria humifusa* on serpentine in Scandinavia. *Nytt magasin for botanikk*. 3:183-196. [Utbredning, habitatbeskrivning]

Rune, O. 1955. *Arenaria humifusa* i Sverige. *Svensk Botanisk Tidskrift* 49:197-216. [Allmänna habitatbeskrivningar]

Armeria maritima ssp. sibirica (Fjälltrift) Hotkategori: sårbar

Botrychium boreale (Nordlåsbräken) Hotkategori: hänsynskrävande

Moen, A. 1990. The plant cover of the boreal uplands of central Norway. I. Vegetation ecology of Sølendet nature reserve; haymaking fens and birch woodlands. *Gunneria* 63:1-451. [Habitatbeskrivning]

Schumacher, T. & Østmoe, K. 1978. Floristiske bidrag fra Rondane nasjonal park. *Blyttia* 36:193-194. [Habitatbeskrivning]

Botrychium multifidum (Höstlåsbräken) Hotkategori: hänsynskrävande

Ollgard, B. 1971. *Botrychium multifidum* P. and *Botrychium simplex* P. in Greenland. *Botanisk Tidsskrift* 66:357-361. [Habitatbeskrivning]

Braya linearis (Fjällkrassing) Hotkategori: sällsynt

- Dalby, D. H. 1970. Forekomster av *Braya linearis* på veikanter i Bøverdalen. *Blyttia* 28:21-24. [Habitatbeskrivning, populationstätheter]
- Løkken, S. 1969. Noen nye funn av *Braya linearis* Rouy. spesielt fra Sør-Norge, og noen bemerkninger til den bisentriske utbredelse av denne art i Skandinavia. *Blyttia* 27:107-117. [Habitatbeskrivning, væksthållanden]
- Skifte, O. 1982. Masimjelt (*Oxytropis deflexa* (Pall.) subsp. *norvegica* Nordh.) funnet på en ny plass ved Altavassdraget. *Blyttia* 40:237-242. [Habitatbeskrivning]

Carex bicolor (Brokstarr) Hotkategori: sällsynt

- Arwidsson, T. 1943. Studien über die Gefäßpflanzen in den Hochgebirge der Pite Lappmark. *Acta Phytogeographica Suecica* 17:1-274. [Utbredning]
- Gjaerevoll, O. 1950. Contribution to the ecology of *Carex bicolor* All. in Scandinavia. *Kunglige norske videnskabs selskabs forhandlinger*, band XXIII, nr 4:11-15. [Habitatbeskrivning]
- Lid, J. 1954. *Carex bicolor* in Southern Norway. *Nytt magasin for botanikk*. 3:147-158. [Habitatbeskrivning]
- Nilsson, Ö. & Gustafsson, L. A. 1978. Projekt Linné rapporter 64-79. *Svensk Botanisk Tidskrift* 72:1-24. [Kortfattad allmän biologi]
- Wold, O. 1993. En ny forekomst av kvitstarr, *Carex bicolor*, i Sør-Norge - og litt om økologi og utbredelse. *Blyttia* 51:53-60. [Habitatbeskrivning, utbredning]

Carex heleonastes (Myrstarr) Hotkategori: hensynskravende

Carex holostoma (Kolstarr) Hotkategori: sårbar

- Nilsson, Ö. & Gustafsson, L. A. 1979. Projekt Linné rapporter 93-105. *Svensk Botanisk Tidskrift* 73:71-85. [Kortfattad allmän biologi]
- Nygren, A. 1936. *Carex holostoma* Drej., en för Sverige ny fanerogam, funnen i Torne Lappmark. *Svensk Botanisk Tidskrift* 30:137-153. [Habitatbeskrivning, utbredning]

Carex maritima (Bågstarr) Hotkategori: sårbar

Carex nardina (Staggstarr) Hotkategori: sällsynt

Cystopteris fragilis ssp. alpina (Alpstenbräken) Hotkategori: sällsynt

- Elven, R. 1984. Skjørlokene i Nord-Norge. *Blyttia* 42:57-67. [Morfologi, allmän ekologi, norsk utbredning]

Draba cacuminum (Blockhavsdraba) Hotkategori: sårbar

- Brochmann, C. 1992. Pollen and seed morphology of nordic *Draba* (Brassicaceae): phylogenetic and ecological implications. *Nordic Journal of Botany* 12:657-673. [Frømorphologi och korrelationer med habitat]
- Brochmann, C. 1993. Reproductive strategies of diploid and polyploid populations of arctic *Draba* (Brassicaceae). *Plant Systematics and Evolution* 185:55-83. [Reproduktionsbiologi]
- Brochmann, C. & Elven, R. 1992. Ecological and genetic consequences of polyploidy in arctic *Draba* (Brassicaceae). *Evolutionary Trends in Plants* 6:111-124. [Habitatkorrelationer, nischvidd]

Elven, R. & Aarhus, A. 1984. A study of *Draba cacuminum* (Brassicaceae). Nordic Journal of Botany 4:425-441. [Morfologi, geografisk differentiering, utbredning, allmän ekologi]

Rune, O. 1950. *Draba cacuminum* i Sverige. Svensk Botanisk Tidskrift 44:497-503. [Habitatbeskrivning]

***Draba crassifolia* (Dvärgdraba)** Hotkategori: sällsynt

Arwidsson, T. 1943. Studien über die Gefäßpflanzen in den Hochgebirge der Pite Lappmark. Acta Phytogeographica Suecica 17:1-274. [Utbredning]

Brochmann, C. 1992. Pollen and seed morphology of nordic *Draba* (Brassicaceae): phylogenetic and ecological implications. Nordic Journal of Botany 12:657-673. [Frörmorfologi och korrelationer med habitat]

Brochmann, C. 1993. Reproductive strategies of diploid and polyploid populations of arctic *Draba* (Brassicaceae). Plant Systematics and Evolution 185:55-83. [Reproduktionsbiologi]

Brochmann, C. & Elven, R. 1992. Ecological and genetic consequences of polyploidy in arctic *Draba* (Brassicaceae). Evolutionary Trends in Plants 6:111-124. [Habitatkorrelationer, nischvidd]

Gjaerevoll, O. 1948. Et nytt funn av *Draba crassifolia* Grah. Svensk Botanisk Tidskrift 42:182-184. [Habitatbeskrivning]

Rønning, O. I. 1956. *Draba crassifolia* in Scandinavia. Acta Borealia A. Scient. No. 11:1-20. [Utbredning, allmän ekologi]

***Gentiana purpurea* (Baggsöta)** Hotkategori: sårbar

Nilsson, Ö. & Gustafsson, L. A. 1976. Projekt Linné rapporterar 14-28. Svensk Botanisk Tidskrift 70:211-224. [Kortfattad allmän biologi]

Ouren, T. 1950. *Gentiana purpurea* L. i Tröndelag. Kunglige norske videnskabs selskabs årbok 1949:68-80. [Habitatbeskrivning]

***Gentianella aurea* (Blekgentiana)** Hotkategori: sårbar

***Gentianella campestris* ssp. *islandica* (Sätergentiana)** Hotkategori: sårbar

Lindström, H. 1980. Hackslätt - en försvinnande biotop i mellersta Norrland. Svensk Botanisk Tidskrift 74:281-294. [Betydelse av slätter]

Milberg, P. 1994. Germination ecology of the endangered grassland biennial *Gentianella campestris*. Biological Conservation 70:287-290. [Groningsekologi]

***Gymnocarpium robertianum* (Kalkbräken)** Hotkategori: sällsynt

***Gymnigritella runei* (Brudkulla)** Hotkategori: sårbar

Rune, O. 1993. Distribution and ecology of *Gymnigritella runei*: a new orchid in Scandinavian mountain flora. Opera Botanica 121:29-34. [Utbredning, allmän ekologi]

***Luzula arctica* (Snöfryle)** Hotkategori: sällsynt

Nigritella nigra (Brunkulla) Hotkategori: sårbar

- Björkbäck, F., Imby, L., Lidberg, R., Sjöström, I. & Österdahl, L. 1976. Något om brunkullans (*Nigritella nigra*) utbredning och ekologi i Sverige. Exempel på ADB-anpassad katalogisering och bearbetning. *Fauna & Flora* 71:49-60. [Utbredning, allmän ekologi, betydelse av slätter]
- Björkbäck, F. & Lundqvist, J. 1982. Aktion brunkulla - ett botaniskt WWF-projekt. *Svensk Botanisk Tidskrift* 76:215-228. [Utbredning, allmän ekologi, betydelse av slätter, habitatbeskrivning]
- Björkbäck, F., Lundqvist, J. & Wetterhall, C. O. 1986. Brunkullan - en hotad ängs- och hagmarksväxt. *Fauna & Flora* 81:192-194. [Antal blommande individer 1975-85 i Jämtland]
- Engelskjøn, T. & Skifte, O. 1984. Forekomsten av *Nigritella nigra* i Nordreisa, Troms. *Blyttia* 42:138-142. [Habitatbeskrivning, allmän ekologi]
- Malmgren, S. 1989. Asymbiotisk förökning från frö av guckusko, flugblomster, brunkulla och några andra svenska orkidéarter. *Svensk Botanisk Tidskrift* 83:347-354. [Groningsförhållanden i laboratorium]
- Moen, A. 1990. The plant cover of the boreal uplands of central Norway. I. Vegetation ecology of Sølendet nature reserve; haymaking fens and birch woodlands. *Gunneria* 63:1-451. [Habitatbeskrivning]
- Sætra, H. 1987. Svartkurle (*Nigritella nigra*) i Nordreisa - ein underestimert forekomst. *Blyttia* 45:93-95. [Habitatbeskrivning]
- Stenar, H. 1946-47. *Nigritella*-studier. Bidrag till kännedomen om Jämtlands landskapsblomma, brunkullan (*Nigritella nigra* (L.) Rchb. fil.). *Fornvårdaren* 1946-47:49-105. [Fenologi, reproduktionsbiologi, utbredning]

Papaver laestadianum (Pältsavallmo) Hotkategori: sårbar

- Nilsson, Ö. & Gustafsson, L. A. 1979. Projekt Linné rapporterar 93-105. [Kortfattad allmän biologi]

Papaver radicum (Fjällvallmo) Hotkategori: sällsynt

- Knaben, G. 1979. Additional experimental studies in the *Papaver radicum* group. *Botaniska Notiser* 132:483-490. [Nedärvning av morfologiska karaktärer hos norska underarter]
- Selin, E. & Prentice, H. C. 1988. Morphometric analysis of disjunct *Papaver radicum* (*Papaveraceae*) populations in southern Norway. *Plant Systematics and Evolution* 159:237-248. [Morfologisk differentiering]

Phippsia concinna (Dovresnögräs) Hotkategori: sårbar

- Elven, R. 1986. Kommentar til snøgras-slekta (*Phippsia*) og nyfunn av spikesnøgras (*Phippsia concinna*) i Sør-Norge. *Blyttia* 44:126-133. [Morfologi, allmän ekologi, utbredning]
- Lönnell, N. 1993. Dovresnögräs, *Phippsia concinna*, i Sverige. Rapport, Naturgeografiska Institutionen, Stockholms universitet [Antal individer och noggranna lokalbeskrivningar i Jämtland och Härjedalen]

Platanthera obtusata (Lappfela) Hotkategori: akut hotad

- Høiland, K. 1990. Sibirnattfiol (*Platanthera obtusata* subsp. *oligantha*) - den forjettede orkidé. *Blyttia* 48:111-118. [Utbredning, allmän ekologi, habitatbeskrivning]

Potentilla hyparctica (Raggfingerört) Hotkategori: sällsynt

Karlsson, L. 1978. Floristiska observationer i västra Lule Lappmark. Svensk Botanisk Tidskrift 72:25-31. [Habitatbeskrivning]

Nilsson, Ö. & Gustafsson, L. A. 1978. Projekt Linné rapporterar 64-79. Svensk Botanisk Tidskrift 72:1-24. [Kortfattad allmän biologi]

Selander, S. 1945. Ny svensk förekomst av *Potentilla emarginata* Pursh. Botaniska Notiser 1945:164-166. [Habitatbeskrivning]

Potentilla multifida (Mångfingerört) Hotkategori: sällsynt

Primula scandinavica (Fjällviva) Hotkategori: sällsynt

Hultgård, U. M. 1993. *Primula scandinavica* and *P. stricta*: patterns of distribution, variation, reproductive strategies and migrations. Opera Botanica 121:35-43. [Utbredning, differentiering, reproduktionsbiologi]

Mazer, S. J. & Hultgård, U. M. 1993. Variation and covariation among floral traits within and among four species of northern European *Primula* (Primulaceae). American Journal of Botany 80:474-485. [Reproduktionsbiologi]

Ranunculus sulphureus (Polarsmörblomma) Hotkategori: sårbar

Nilsson, Ö. & Gustafsson, L. A. 1982. Projekt Linné rapporterar 121-132. Svensk Botanisk Tidskrift 76:135-145. [Kortfattad allmän biologi]

Sagina caespitosa (Tuvnarv) Hotkategori: sällsynt

Engelskjøn, T. & Skifte, O. 1986. Fjellfloraen mellom Bardu og Sørreisa i Troms. Blyttia 44:134-144. [Habitatbeskrivning]

Engelskjøn, T., Sivertsen, S. & Skifte, O. 1968. Nytt om *Sagina caespitosa* (J. Vahl) Lge. i Nord-Norge. Blyttia 26:146-156. [Habitatbeskrivning]

Saxifraga cotyledon (Fjällbrud) Hotkategori: sårbar

Sedum villosum (Klibbig fetknopp) Hotkategori: sällsynt

Arwidsson, T. 1943. Studien über die Gefässpflanzen in den Hochgebirge der Pite Lappmark. Acta Phytogeographica Suecica 17:1-274. [Utbredning]

Nordhagen, R. 1923. Botaniske notiser. 1. Om skuddbygningen hos *Sedum villosum*. Videnskabs selskabet i Kristiania Skrifter 1922. 1. Matematisk naturvidenskabelig klasse nr. 15. 16 pp. [Morfologi, allmän reproduktionsbiologi]

Silene furcata ssp. angustifolia (Polarblära) Hotkategori: sårbar

Nygren, A. 1949. Experimental studies in Scandinavian alpine plants. I. Ecotypical differentiation in *Melandrium angustiflorum* (Ruprecht) Walpers. Hereditas 35:215-220. [Ekotyper och morfologisk differentiering]

Stellaria longipes (S. crassipes) (Polarstjärnblomma) Hotkategori: sårbar

Nordhagen, R. 1939. Bidrag til fjellet Pältsas flora. Et nytt funn av *Stellaria crassipes*. Botaniska Notiser 691-700. [Habitatbeskrivning]

Philipp, M. 1975. Flower biology of *Stellaria longipes*. Botanisk Tidskrift 69:239-244. [Reproduktionsbiologi för grönländska växter]

Taraxacum crocodes (Jämtlandsmaskros) Hotkategori: sårbar

Nilsson, C. & Grelsson, G. 1979. Några sällsynta inslag i norra Norrlands storälvflora. Svensk Botanisk Tidskrift 73:89-95. [Allmän beskrivning av växtplats]

Trisetum subalpestre (Venhavre) Hotkategori: sårbar

Nilsson, Ö. & Gustafsson, L. A. 1978. Projekt Linné rapporterar 80-92. Svensk Botanisk Tidskrift 72:189-204. [Kortfattad allmän biologi]

Viola rupestris ssp. relictata (Lappviol) Hotkategori: sällsynt

3.2 Hotade mossor

Allmänna växtplatsbeskrivningar för de flesta arterna finns i:

Floravårdskommittén för mossor. 1988. Preliminär lista över hotade mossor i Sverige. Svensk Botanisk Tidskrift 82:423-445.

Anastrophyllum cavifolium (Fjälltrappmossa) Hotkategori: sällsynt

Arctoa anderssonii (Liten jökelmossa) Hotkategori: sällsynt

Arnellia fennica (Parbladsmossa) Hotkategori: sällsynt

Bryoerythrophyllum alpigenum (Storfotmossa) Hotkategori: sällsynt

Bryoerythrophyllum ferruginascens (Rostfotmossa) Hotkategori: sällsynt

Bryum axel-blyttii (Jokkbryum) Hotkategori: sällsynt

Bryum nitidulum (Glansbryum) Hotkategori: sällsynt

Bryum rutilans (Alpbryum) Hotkategori: sällsynt

Campylopus schimperi (Fjällnervmossa) Hotkategori: sällsynt

Cephaloziella grimsulana (Arktisk mikromossa) Hotkategori: sällsynt

Cirriphyllum cirrosum (Alpin hårgräsmossa) Hotkategori: sällsynt

Cnestrum glaucescens

Modensen, G. S. & Steere, W. C. 1979. The taxonomic position of *Cynodontium glaucescens*, Dicranaceae, Musci. Lindbergia 5:19-24. [Utbredning]

Cryptocolea imbricata (Läppmossa) Hotkategori: sällsynt

Cynodontium gracilescens (Svanklipptuss) Hotkategori: sårbar

Desmatodon leucostoma (Vittandad tuss) Hotkategori: sällsynt

Desmatodon systylius (Lapptuss) Hotkategori: sällsynt

Dicranella riparia (Nordlig jordmossa) Hotkategori: sällsynt

Didymodon asperifolius (Fjällansmossa) Hotkategori: sällsynt

Didymodon icmadophilus (Berglansmossa) Hotkategori: sårbar

Encalypta longicollis (Halsklockmossa) Hotkategori: sällsynt

Funaria arctica (Fjällspåmossa) Hotkategori: sällsynt

Grimmia apiculata (holleri) (Alpgrimmia) Hotkategori: sällsynt

Grimmia atrata (Koppargrimmia) Hotkategori: sällsynt

Grimmia caespiticia (Tuvgrimmia) Hotkategori: sällsynt

Grimmia plagiopodia (Fågelgrimmia) Hotkategori: sårbar

Grimmia sessitana (Sippergrimmia) Hotkategori: sällsynt

Hein, B., Mueller, E. & Poelt, J. 1971. *Bryodiscus grimmiae*, ein neuer, moosbewohnender, helotialer Discomycet aus Lappland. Svensk Botanisk Tidskrift 65:355-360. [Parasitsvamp på *Grimmia sessitana*]

Hygrohypnum norvegicum (Norsk bäckmossa) Hotkategori: sällsynt

Hygrohypnum styriacum (Uddbäckmossa) Hotkategori: sällsynt

Isopterygium alpicola (Nordlig skimmermossa) Hotkategori: sårbar

Jungermannia borealis (Nordslevmossa) Hotkategori: sällsynt

Lescurea patens (Raspbågmossa) Hotkategori: sällsynt

Lophozia pellucida (Blek flikmossa) Hotkategori: sällsynt

Marsupella andreaoides (Sotrostmossa) Hotkategori: sårbar

Marsupella revoluta (Blodrostmossa) Hotkategori: sällsynt

Meesia hexasticha (Alpsvanmossa) Hotkategori: sällsynt

Mielichhoferia elongata (Nickkismossa) Hotkategori: sällsynt

Mielichhoferia mielichhoferi (Kopparkismossa) Hotkategori: sårbar

Mnium ambiguum (Nordstjärnmossa) Hotkategori: sällsynt

Oedipodium griffithianum (Klubbmossa) Hotkategori: sällsynt

Orthothecium lapponicum (Lappglansmossa) Hotkategori: sällsynt

Hedenäs, L. 1988. The status of *Orthothecium lapponicum* and *Orthothecium complanatum* (Musci, Plagiotheciaceae). *Annales Botanici Fennici* 25:153-158. [Utbredning]

Orthotrichum pellucidum (Arktisk hättmossa) Hotkategori: sällsynt

Orthotrichum urnigerum (Filthättmossa) Hotkategori: hänsynskrävande

Pohlia atropurpurea (Lappnicka) Hotkategori: akut hotad

Pohlia erecta (Upprätt nicka) Hotkategori: sällsynt

Pseudoleskeella papillosa (Raspdvärgbågmossa) Hotkategori: sällsynt

Psilopilum cavifolium (Liten järvmossa) Hotkategori: sällsynt

Rhizomnium andrewsianum (Polarrundmossa) Hotkategori: akut hotad

Engelmark, T. B. 1974. *Trichostomum cuspidatissimum*, new record, and *Rhizomnium andrewsianum*, new record, discovered in northern Sweden. *Lindbergia* 2:218-221. [Allmän växtplatsbeskrivning]

Koponen, T. 1977. Miscellaneous notes on Mniaceae (Bryophyta). Part 2. *Annales Botanici Fennici* 14:62-64. [Global utbredningskarta]

Seligeria campylopoda (Krokdvärgmossa) Hotkategori: sällsynt

Seligeria oelandica (Trumpetdvärgmossa) Hotkategori: sällsynt

Coker, P. D. 1983. *Seligeria carniolica*, new record, and *Seligeria oelandica*, new record, 2 mosses new to Norway. *Lindbergia* 9:81-85. [Utbredning, habitatbeskrivning]

Seligeria subimmersa (Nordisk dvärgmossa) Hotkategori: sällsynt

Seligeria tristichoides (Kantdvärgmossa) Hotkategori: sällsynt

Tayloria serrata (Sågtrumpetmossa) Hotkategori: sårbar
Tayloria splachnoides (Sätertrumpetmossa) Hotkategori: sällsynt
Tetraplodon blytii (Tjockskaftad lämmelmossa) Hotkategori: sällsynt
Trematodon laetevirens (Rak tranmossa) Hotkategori: sällsynt

Trichostomum arcticum (Arktisk lancettmossa) Hotkategori: sällsynt

Engelmark, T. B. 1974. *Trichostomum cuspidatissimum*, new record, and *Rhizomnium andrewsianum*, new record, discovered in northern Sweden. *Lindbergia* 2:218-221. [Allmän växtplatsbeskrivning]

3.3 Hotade lavar

Pilophorus robustus (Stor kolvlav) Hotkategori: sällsynt

Ammann, K. & Ammann, B. 1969. Die fennoskandische Verbreitung von *Pilophorus* (Tuck.) Th. Fr., *Stereocaulaceae*. *Herzogia* 1:87-94. [Utbredning]

Tholurna dissimilis (Urnlav) Hotkategori: sällsynt

Ahlner, S. 1948. Utbredningstyper bland nordiska barrträdslavar. *Acta Phytogeographica Suecica* 22:1-257. [Allmän ekologi, utbredning]

Tibell, L. 1980. Lavordningen *Caliciales* i Sverige. Släktena *Cyphelium*, *Microcalicium*, *Spaerophorus*, *Sphinctrina*, *Thelomma* och *Tholurna*. *Svensk Botanisk Tidskrift* 74:55-69. [Kortfattad allmän ekologi]

3.4 Vanliga arter

Betula pubescens ssp. tortuosa (Fjällbjörk)

Ayres, M. P. & MacLean, S. F. Jr. 1987. Development of birch leaves and the growth energetics of *Epirrita autumnata* (Geometridae). *Ecology* 68:558-568.

Hanhimäki, S. 1989. Induced resistance in mountain birch defense against leaf-chewing insect guild and herbivore competition. *Oecologia* 81:242-248.

Hanhimäki, S. & Senn, J. 1992. Sources of variation in rapidly inducible responses to leaf damage in the mountain birch-insect herbivore system. *Oecologia* 91:318-331.

Hanhimäki, S., Senn, J. & Haukioja, E. 1994. Performance of insect herbivores on hybridizing trees: the case of the subarctic birches. *Journal of Animal Ecology* 63:163-175.

Haukioja, E. 1991. Cyclic fluctuations in density interactions between a defoliator and its host tree. *Acta Oecologia* 12:77-88.

Haukioja, E. & Niemelä, P. 1977. Does birch defend itself actively against herbivores. *Ann. Univ. Turku. Ser. A II Biol. Geogr. Geol.* 59:44-47.

Haukioja, E. & Niemelä, P. 1979. Birch leaves as a resource for herbivores: seasonal occurrence of increased resistance in foliage after mechanical damage of adjacent leaves. *Oecologia* 39:151-160.

- Haukioja, E., Niemelä, P. & Siren, S. 1985. Foliage phenols and nitrogen in relation to growth: insect damage and ability to recover after defoliation in the mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa*. *Oecologia* 65:214-222.
- Haukioja, E., Ruohomäki, K., Senn, J., Soumelä, J. & Walls, M. 1990. Consequences of herbivory in the mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa*: importance of the functional organization of the tree. *Oecologia* 82:238-247.
- Holm, S. O. 1994. Reproductive patterns of *Betula pendula* and *B. pubescens* coll. along a regional altitudinal gradient in northern Sweden. *Ecography* 17:60-72.
- Holm, S. O. 1994. Reproductive variability and pollen limitation in three *Betula* taxa in northern Sweden. *Ecography* 17:73-81.
- Hoogesteger, J. & Karlsson, P. S. 1992. Effects of defoliation on radial stem growth and photosynthesis in the mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa*. *Functional Ecology* 6:317-323.
- Karlsson, P. S. 1991. Intraspecific variation in photosynthetic light response and photosynthetic nitrogen utilization in the mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa*. *Oikos* 60:49-54.
- Karlsson, P. S. & Nordell, K. O. 1987. Growth of *Betula pubescens* and *Pinus sylvestris* seedlings in a subarctic environment. *Functional Ecology* 1:37-44.
- Karlsson, P. S. & Nordell, K. O. 1988. Intraspecific variation in nitrogen status and photosynthetic capacity within mountain birch populations. *Holarctic Ecology* 11:293-297.
- Karlsson, P. S. & Nordell, K. O. 1989. Effects of leaf duration, nutrient supply and temperature on the seasonal pattern of growth and nitrogen uptake in tree seedlings in a subarctic environment. *Canadian Journal of Botany* 67:211-217.
- Koponen, S. & Iso-livari, L. 1978. Herbivorous insects of the mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* in eastern Finnmark, Norway, and northern Lapland, Finland. *Norwegian Journal of Entomology* 25:157-164.
- Kullman, L. 1984. Germinability of mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* along 2 altitudinal transects downslope from the tree-limit in Sweden. *Ann. Univ. Turku. Ser. A II Biol. Geogr. Geol.* 68:11-18.
- Kullman, L. 1984. Transplantation experiments with saplings of *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* near the tree-limit in central Sweden. *Holarctic Ecology*. 7:289-293.
- Kullman, L. 1986. Demography of *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* sown in contrasting habitats close to the birch tree-limit in central Sweden. *Vegetatio* 65:13-20.
- Kullman, L. 1988. Holocene history of the forest-alpine tundra ecotone in the Scandes mountains, central Sweden. *New Phytologist* 108:101-110.
- Kullman, L. 1993. Tree limit dynamics of *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* in relation to climate variability: evidence from central Sweden. *Journal of Vegetation Science* 4:765-772.
- Laine, K. & Niemelä, P. 1980. The influence of ants on the survival of mountain birches *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* during an *Oporinia autumnata* (Lepidoptera: Geometridae) outbreak. *Oecologia* 47:39-42.
- Lehtilä, K., Tumori, J. & Sulkioja, M. 1994. Bud demography of the mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* near tree line. *Ecology* 75:945-955.
- Neuvonen, S., Nyysönen, T., Ranta, H. & Kiilunen, S. 1991. Simulated acid rain and the reproduction of mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* Ledeb. Nyman, a cautionary tale. *New Phytologist* 118:111-118.

- Nordell, K. O. & Karlsson, P. S. 1995. Resorption of nitrogen and dry matter prior to leaf abscission: variation among individuals, sites and years in the mountain birch. *Functional Ecology* 9:326-333.
- Oksanen, L., Moen, J. & Helle, T. 1995. Timberline patterns in northernmost Fennoscandia. Relative importance of climate and grazing. *Acta Botanica Fennica* 153:93-105.
- Prudhomme, T. I. 1982. The effect of defoliation history on photosynthetic rates in mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa*. *Ann. Univ. Turk. Ser. A II Biol. Geogr. Geol.* 67:5-9.
- Pulliainen, E. 1976. Birch forest damage caused by *Oporinia autumnata* (Lepidoptera: Geometridae) in 1965-1966 in eastern Itakaira, northeastern Lapland. *Annales Entomologici Fennici* 42:166-170.
- Ruohimäki, D., Hanhimäki, S., Haukioja, E., Iso-Iivari, L., Neuvonen, S., Niemelä, P. & Soumelä, J. 1992. Variability in the efficacy of delayed inducible resistance in mountain birch. *Entomological and Experimental Applications* 62:107-115.
- Senn, J., Hanhimäki, S. & Haukioja, E. 1992. Among-tree variation in leaf phenology and morphology and its correlation with insect performance in the mountain birch. *Oikos* 63:215-222.
- Soumelä, J. & Ayres, M. P. 1994. Within-tree and among-tree variation in leaf characteristics of mountain birch and its implications for herbivory. *Oikos* 70:212-222.
- Soumelä, J. & Nilson, A. 1994. Within-tree and among-tree variation in growth of *Epirrita autumnata* on mountain birch leaves. *Ecological Entomology* 19:45-56.
- Sveinbjörnsson, B. 1987. Biomass proportioning as related to plant size in juvenile mountain birch near Abisko, Swedish Lapland. *Ann. Univ. Turk. Ser. A II Biol. Geogr. Geol.* 69:1-8.
- Tenow, O. & Bylund, H. 1989. A survey of winter cold in the mountain birch and *Epirrita autumnata* system. *Mem. Soc. Fauna Flora Fenn.* 65:67-72.
- Tuomi, J., Vuorisalo, T., Niemelä, P. & Haukioja, E. 1989. Effects of localized defoliations on female inflorescences in mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa*. *Canadian Journal of Botany* 67:334-338.
- Verwijst, T. 1988. Environmental correlates of multiple stem formation in *Betula pubescens* ssp. *tortuosa*. *Vegetatio* 76:29-36.

Carex bigelowii (Styvstarr)

- Callaghan, T. V. 1976. Growth and population dynamics of *Carex bigelowii* in an alpine environment. Strategies of growth and population dynamics of tundra plants, part 3. *Oikos* 27:402-413.
- Carlsson, B. Å. & Callaghan, T. V. 1990. Programmed tiller differentiation, intracolonial density regulation and nutrient dynamics in *Carex bigelowii*. *Oikos* 58:219-230.
- Carlsson, B. Å. & Callaghan, T. V. 1990. Effects of flowering on the shoot dynamics of *Carex bigelowii* along an altitudinal gradient in Swedish Lapland. *Journal of Ecology* 78:152-165.
- Carlsson, B. Å. & Callaghan, T. V. 1991. Positive plant interactions in tundra vegetation and the importance of shelter. *Journal of Ecology* 79:973-983.
- Carlsson, B. Å. & Callaghan, T. V. 1991. Simulation of fluctuating populations of *Carex bigelowii* tillers classified by type, age and size. *Oikos* 60:231-240.

- Carlsson, B. Å. & Callaghan, T. V. 1994. Impact of climate change factors on the clonal sedge *Carex bigelowii*: implications for population growth and vegetative spread. *Ecography* 17:321-330.
- Carlsson, B. Å., Jonsdottir, I. S., Svensson, B. M. & Callaghan, T. V. 1990. Aspects of clonality in the arctic. A comparison between *Lycopodium annotinum* and *Carex bigelowii*. I: van Groenendael, J. & de Kroon, H. (red.). *Clonal Growth in Plants: Regulation and Function*. SPB Academic Press, The Hague. 131-152.
- Gartner, B. L., Chapin, F. S. III & Shaver, G. R. 1983. Demographic patterns of seedling establishment and growth of native graminoids in an Alaskan tundra disturbance. *Journal of Applied Ecology* 20:965-980.
- Heide, O. M. 1992. Experimental control of flowering in *Carex bigelowii*. *Oikos* 65:371-376.
- Jonsdottir, I. S. 1991. Effects of grazing on tiller size and population dynamics in a clonal sedge, *Carex bigelowii*. *Oikos* 62:177-188.
- Jonsdottir, I. S. & Callaghan, T. V. 1988. Interrelationships between different generations of interconnected tillers of *Carex bigelowii*. *Oikos* 52:120-128.
- Jonsdottir, I. S. & Callaghan, T. V. 1989. Localized defoliation stress and the movement of carbon-14 photoassimilates between tillers of *Carex bigelowii*. *Oikos* 54:211-219.
- Jonsdottir, I. S. & Callaghan, T. V. 1990. Intracolonial translocation of ammonium and nitrate in *Carex bigelowii* Torr. ex Schwein. using nitrogen-15 and nitrate reductase assays. *New Phytologist* 114:419-428.
- Jonsdottir, I. S., Callaghan, T. V. & Lee, J. A. 1995. Fate of added nitrogen in a moss-sedge Arctic community and effects of increased nitrogen deposition. *Science of the Total Environment* 160-161:677-685.
- Kummerow, J. & Ellis, B. A. 1984. Temperature effect on biomass production and root-shoot biomass ratios in 2 arctic sedges under controlled environmental conditions. *Canadian Journal of Botany* 62:2150-2153.
- Oberbauer, S. F., Sionit, N., Hastings, S. J. & Oechel, W. C. 1986. Effects of carbon dioxide enrichment and nutrition on growth, photosynthesis and nutrient concentration of Alaskan tundra plant species. *Canadian journal of Botany* 64:2993-2998.
- Seldal, T., Andersen, K. J. & Högstedt, G. 1994. Grazing-induced proteinase inhibitors: a possible cause for the lemming population cycles. *Oikos* 70:3-11.
- Vavrek, M. C., McGraw, J. B. & Bennington, C. C. 1991. Ecological genetic variation in seed banks. III. Phenotypic and genetic differences between young and old seed populations of *Carex bigelowii*. *Journal of Ecology* 79:645-662.
- Wikberg, S., Svensson, B. M. & Carlsson, B. Å. 1994. Fitness, population growth rate and flowering in *Carex bigelowii*, a clonal sedge. *Oikos* 70:57-64.

***Dryas octopetala* (Fjällsippa)**

- Baddeley, J. A., Woodin, S. J. & Alexander, I. J. 1994. Effects of increased nitrogen and phosphorus availability on the photosynthesis and nutrient relations of three arctic dwarf shrubs from Svalbard. *Functional Ecology* 8:676-685.
- Czapik, R. 1987. Embryo sac haustorium in *Dryas octopetala* L. (Rosaceae). *Acta Sociologica Botanica Polandiae* 56:209-214.
- Elkington, T. T. 1971. Biological flora of the British Isles. *Dryas octopetala* L. *Journal of Ecology* 59:887-905.

- Herbert, T. J. 1993. Leaf inclination of *Dryas octopetala* L. and its dependence upon latitude. *Polar Biology* 13:141-143.
- Jonasson, S. 1989. Implications of leaf longevity, leaf nutrient reabsorption and translocation for the resource economy of the five evergreen plant species. *Oikos* 56:121-131.
- Kjellberg, B., Karlsson, S. & Kerstensson, I. 1982. Effects of heliotropic movements of flowers of *Dryas octopetala* on gynoecium temperature and seed development. *Oecologia* 54:10-13.
- Kubikova, J. 1972. Contribution to the ecology of *Dryas octopetala*. *Preslia* 44:157-164.
- McGraw, J. B. & Antonovics, J. 1983. Experimental ecology of *Dryas octopetala* ecotypes. I. Ecotypic differentiation and life cycle stages of selection. *Journal of Ecology* 71:879-898.
- McGraw, J. B. 1983. Experimental ecology of *Dryas octopetala* ecotypes. 2. A demographic model of growth, branching and fecundity. *Journal of Ecology* 71:899-912.
- McGraw, J. B. 1985. Experimental ecology of *Dryas octopetala* ecotypes. Relative response to competitors. *New Phytologist* 100:233-242.
- McGraw, J. B. 1985. Experimental ecology of *Dryas octopetala* ecotypes. III. Environmental factors and plant growth. *Arctic and Alpine Research* 17:229-240.
- McGraw, J. B. 1987. Experimental ecology of *Dryas octopetala* ecotypes. IV. Fitness responses to reciprocal transplanting in ecotypes with differing plasticity. *Oecologia* 73:465-468.
- McGraw, J. B. 1987. Experimental ecology of *Dryas octopetala* ecotypes. V. Field photosynthesis of reciprocal transplants. *Holarctic Ecology* 10:308-311.
- Strathdee, A. T., Bale, J. S., Block, W. C., Coulson, S. J., Hodgkinson, I. D. & Webb, N. R. 1993. Effects of temperature elevation on a field population of *Acyrtosiphon svalbardicum* (Hemiptera: Aphididae) on Spitsbergen. *Oecologia* 96:457-465.
- Welker, J. M., Wookey, P. A., Parsons, A. N., Press, M. C., Callaghan, T. V. & Lee, J. A. 1993. Leaf carbon isotope discrimination and vegetative responses of *Dryas octopetala* to temperature and water manipulations in a high arctic polar semi-desert, Svalbard. *Oecologia* 95:463-469.
- Wookey, P. A., Parsons, A. N., Welker, J. M., Potter, J. A., Callaghan, T. V., Lee, J. A. & Press, M. C. 1993. Comparative responses of phenology and reproductive development to simulated environmental change in sub-arctic and high arctic plants. *Oikos* 67:490-502.

***Empetrum hermaphroditum* (Kråkris)**

- Danell, K. D., Utsi, P. M., Palo, R. T. & Eriksson, O. 1994. Food plant selection by reindeer during winter in relation to plant quality. *Ecography* 17:153-158.
- Hoogesteger, M. 1984. The effect of trampling on vegetation at 4 cottages in Torne Lapland, northern Sweden. *Ann. Univ. Turku. Ser. A II Biol. Geogr. Geol.* 68:25-34.
- Jonasson, S. 1989. Implications of leaf longevity, leaf nutrient reabsorption and translocation for the resource economy of five evergreen plant species. *Oikos* 56:121-131.

- Karlsson, P. S. 1987. Niche differentiation with respect to light utilization among coexisting dwarf shrubs in a subarctic woodland. *Polar Biology* 8:35-40.
- Karlsson, P. S. 1987. Micro-site performance of evergreen and deciduous dwarf shrubs in a subarctic heath in relation to nitrogen status. *Holarctic Ecology* 10:114-119.
- Karlsson, P. S. 1989. In situ photosynthetic performance of four coexisting dwarf shrubs in relation to light in a subarctic woodland. *Functional Ecology* 3:481-488.
- Kjelvik, S. & Wielgolaski, F. E. 1974. Biomass, nutrient content and energy of some dwarf shrubs in a norwegian subalpine birch forest. *Ann. Univ. Turk. Ser. A II Biol. Geogr. Geol.* 55:47-51.
- Malmer, N. & Wallén, B. 1986. Inorganic elements above and below ground in dwarf shrubs on a subarctic peat bog. *Oikos* 46:200-206.
- Nilsson, M. C. 1994. Separation of allelopathy and resource competition by the boreal dwarf shrub *Empetrum hermaphroditum* Hagerup. *Oecologia* 98:1-7.
- Ojala, A. 1991. Reproductive strategies in *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*. *Luonnon Tutkija* 95:53-55.
- Parsons, A. N., Welker, J. M., Wookey, P. A., Press, M. C., Callaghan, T. V. & Lee, J. A. 1994. Growth responses of four sub-arctic dwarf shrubs to simulated environmental change. *Journal of Ecology* 82:307-318.
- Wallén, B. 1986. Above and below ground dry mass of the three main vascular plants on hummocks on a subarctic peat bog. *Oikos* 46:51-56.
- Whittaker, R. J. 1993. Plant population patterns in a glacier foreland succession. Pioneer herbs and later-colonizing shrubs. *Ecography* 16:117-136.
- Wookey, P. A., Parsons, A. N., Welker, J. M., Potter, J. A., Callaghan, T. V., Lee, J. A. & Press, M. C. 1993. Comparative responses of phenology and reproductive development to simulated environmental change in sub-arctic and high arctic plants. *Oikos* 67:490-502.

***Oxyria digyna* (Fjällsyra)**

- Atkin, O. K. & Cummins, W. R. 1994. The effect of nitrogen source on growth, nitrogen economy and respiration of two high arctic plant species differing in relative growth rate. *Functional Ecology* 8:389-399.
- Atkin, O. K. & Cummins, W. R. 1994. The effect of root temperature on the induction of nitrate reductase activities and nitrogen uptake rates in arctic plant species. *Plant and Soil* 159:187-197.
- Atkin, O. K., Villar, R. & Cummins, W. R. 1993. The ability of several high arctic plant species to utilize nitrate nitrogen under field conditions. *Oecologia* 96:239-245.
- Billings, W. D., Godfrey, P. J., Chabot, B. F. & Borque, D. P. 1971. Metabolic acclimation to temperature in arctic and alpine ecotypes of *Oxyria digyna* L. *Arctic and Alpine Research* 3:277-289.
- Chretek, J. & Sourkova, M. 1992. Variation in *Oxyria digyna*. *Preslia* 64:207-210.
- Humlum, C. 1980. Germination ecology in the arctic alpine species *Oxyria digyna* and the alpine *Oxyria elatior*. *Botanisk Tidsskrift* 75:173-180.
- Humlum, C. 1981. Age distribution and fertility of populations of the arctic alpine species *Oxyria digyna*. *Holarctic Ecology* 4:238-244.

Martinussen, I. & Odasz, A. M. 1990. The relation between nitrate reductase activity in *Saxifraga hieracifolia*, *Chrysosplenium tetrandum*, *Oxyria digyna* and *Cochlearia groenlandica* and the species' ecological distribution in bird cliffs on Svalbard, Arctic Ocean. *Blyttia* 48:165-172.

Moen, J. 1993. Positive versus negative interactions in a high alpine block field: germination of *Oxyria digyna* seeds in a *Ranunculus glacialis* community. *Arctic and Alpine Research* 25:201-206.

***Ranunculus glacialis* (Isranunkel)**

Diemer, M. 1992. Population dynamics and spatial arrangement of *Ranunculus glacialis* L., an alpine perennial herb, in permanent plots. *Vegetatio* 103:159-166.

Järvinen, A. 1984. Patterns and performance in a *Ranunculus glacialis* population in a mountain area in Finnish Lapland. *Annales Botanici Fennici* 21:179-188.

Järvinen, A. 1987. Microtine cycles and plant production: what is cause and effect? *Oikos* 49:352-357.

Järvinen, A. 1989. The life history of *Ranunculus glacialis*, an arctic-alpine perennial herb in Finnish Lapland. *Holarctic Ecology* 12:152-162.

Moen, J. 1993. Positive versus negative interactions in a high alpine block field: germination of *Oxyria digyna* seeds in a *Ranunculus glacialis* community. *Arctic and Alpine Research* 25:201-206.

***Salix glauca* (Ripvide)**

Bowman, W. D. & Conant, R. T. 1994. Shoot growth dynamics and photosynthetic response to increased nitrogen availability in the alpine willow *Salix glauca*. *Oecologia* 97:93-99.

Dhillon, S. S. 1994. Ectomycorrhizae, arbuscular mycorrhizae, and *Rhizoctonia* sp. of alpine and boreal *Salix* spp. in Norway. *Arctic and Alpine Research* 26:304-307.

Nams, V. O., Folkard, N. F. G. & Smith, J. N. M. 1993. Effects of nitrogen fertilization on several woody and nonwoody boreal forest species. *Canadian Journal of Botany* 71:93-97.

Sampson, E. J. & Jones, B. M. G. 1977. The productivity of *Salix glauca* in arctic Norway. *Annals of Botany* 41:155-161.

***Salix lanata* (Ullvide)**

Dhillon, S. S. 1994. Ectomycorrhizae, arbuscular mycorrhizae, and *Rhizoctonia* sp. of alpine and boreal *Salix* spp. in Norway. *Arctic and Alpine Research* 26:304-307.

***Vaccinium myrtillus* (Blåbär)**

Atlegrim, O. 1989. Exclusion of birds from bilberry stands. Impact on insect larval density and damage to the bilberry. *Oecologia* 79:136-139.

Danell, K. D., Utsi, P. M., Palo, R. T. & Eriksson, O. 1994. Food plant selection by reindeer during winter in relation to plant quality. *Ecography* 17:153-158.

Gehrke, C., Johanson, U., Callaghan, T. V., Chadwick, D. & Robinson, C. H. 1995. The impact of enhanced ultraviolet-B radiation on litter quality and decomposition processes in *Vaccinium* leaves from the subarctic. *Oikos* 72:213-222.

Havas, P. 1971. The water economy of the bilberry *Vaccinium myrtillus* under winter conditions. *Ann. Univ. Turk. Ser. A II Biol. Geogr. Geol.* 47:41-52.

- Hoogesteger, M. 1984. The effect of trampling on vegetation at 4 cottages in Torne Lapland, northern Sweden. *Ann. Univ. Turku. Ser. A II Biol. Geogr. Geol.* 68:25-34.
- Jonasson, S. & Callaghan, T. V. 1992. Root mechanical properties related to disturbed and stressed habitats in the Arctic. *New Phytologist* 122:179-186.
- Karlsson, P. S. 1987. Niche differentiation with respect to light utilization among coexisting dwarf shrubs in a subarctic woodland. *Polar Biology* 8:35-40.
- Karlsson, P. S. 1987. Micro-site performance of evergreen and deciduous dwarf shrubs in a subarctic heath in relation to nitrogen status. *Holarctic Ecology* 10:114-119.
- Karlsson, P. S. 1989. In situ photosynthetic performance of four coexisting dwarf shrubs in relation to light in a subarctic woodland. *Functional Ecology* 3:481-488.
- Kellomäki, S., Hari, P., Vuokko, R., Vaisanen, E. & Kanninen, M. 1977. Aboveground growth rate of a dwarf shrub community. *Oikos* 29:143-149.
- Kontunen-Soppela, S., Keranen, T., Lahdesmäki, P., Pakonen, T., Saari, E., Laine, K. & Havas, P. 1993. Quantitative and qualitative changes of leaf and twig soluble proteins in the bilberry (*Vaccinium myrtillus*) as indicators of environmental stress factors. *Aquilo Ser. Botanica* 31:83-88.
- Lahdesmäki, P., Pakonen, T., Saari, E., Laine, K. & Havas, P. 1990. Environmental factors affecting basic nitrogen metabolism and seasonal levels of various nitrogen fractions in tissues of bilberry *Vaccinium myrtillus*. *Holarctic Ecology* 13:19-30.
- Lahdesmäki, P., Pakonen, T., Saari, E., Laine, K. & Havas, P. 1993. Biochemical follow-up of carbon and nitrogen allocation in tissues of the bilberry (*Vaccinium myrtillus*). *Aquilo Ser. Botanica* 31:1-4.
- Lahdesmäki, P., Pakonen, T., Saari, E., Laine, K., Tasanen, L. & Havas, P. 1990. Changes in total nitrogen, protein, amino acids and ammonium ion in tissues of bilberry *Vaccinium myrtillus* during the growing season. *Holarctic Ecology* 13:31-38.
- Laine, K. & Henttonen, H. 1987. Phenolics-nitrogen ratios in the blueberry *Vaccinium myrtillus* in relation to temperature and microtine density in Finnish Lapland. *Oikos* 50:389-395.
- Laine, K., Lahdesmäki, P., Pakonen, T., Kontunen-Soppela, S., Salonen, E., Tolvanen, A., Virtanen, R., Maenpää, E., Saari, E. & Havas, P. 1993. Environmental stress and the biochemical and physiological response of plants: studies on the Scots pine and bilberry. *Aquilo Ser. Botanica* 32:33-39.
- Mortensen, L. M. 1994. Further studies on the effects of ozone concentration on growth of subalpine plant species. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 8:91-97.
- Oksanen, L., Oksanen, T., Lukkari, A. & Sirén, S. 1987. The role of phenol-based inducible defense in the interaction between tundra populations of the vole *Clethrionomys rufocanus* and the dwarf shrub *Vaccinium myrtillus*. *Oikos* 50:371-380.
- Pakonen, T., Saari, E., Laine, K., Havas, P. & Lahdesmäki, P. 1991. How do seasonal changes in carbohydrate concentrations in tissues of the bilberry *Vaccinium myrtillus* L. reflect carbon resource allocation patterns. *Acta Oecologia* 12:249-260.

- Parsons, A. N., Welker, J. M., Wookey, P. A., Press, M. C., Callaghan, T. V. & Lee, J. A. 1994. Growth responses of four sub-arctic dwarf shrubs to simulated environmental change. *Journal of Ecology* 82:307-318.
- Sjörs, H. 1989. Blåbär - ett växtporträtt. *Svensk Botanisk Tidskrift* 83:411-428.
- Svensson, B. M., Floderus, B. & Callaghan, T. V. 1994. *Lycopodium annotinum* and light quality: growth responses under canopies of two *Vaccinium* species. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 29:159-166.
- Tolvanen, A. 1994. Recovery ability and plant architecture: a comparison of two ericaceous dwarf shrubs. *Acta Universitatis Ouluensis Series A. Scientiae Rerum Naturalium* 253:15-38.
- Tolvanen, A. 1994. Differences in recovery between a deciduous and an evergreen ericaceous clonal dwarf shrub after simulated aboveground herbivory and belowground damage. *Canadian Journal of Botany* 72:853-859.
- Tolvanen, A., Laine, K., Pakonen, T., Saari, E. & Havas, P. 1992. Compensatory responses of a deciduous dwarf shrub, the bilberry *Vaccinium myrtillus* L., to simulated herbivory. Some comparisons with the evergreen lingonberry *Vaccinium vitis-idaea* L. *Acta Oecologia* 13:607-615.
- Tolvanen, A., Laine, K., Pakonen, T., Saari, E. & Havas, P. 1993. Effect of habitat and time of clipping on the recovery of the bilberry *Vaccinium myrtillus*. *Annales Botanici Fennici* 30:15-20.
- Tolvanen, A., Laine, K., Pakonen, T., Saari, E. & Havas, P. 1993. Above-ground growth response of the bilberry *Vaccinium myrtillus* L. to simulated herbivory. *Flora* 188:197-202.
- Tolvanen, A., Laine, K., Pakonen, T., Saari, E. & Havas, P. 1994. Responses to harvesting intensity in a clonal dwarf shrub, the bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). *Vegetatio* 110:163-169.

Renlavar (*Cladonia* subg. *Cladina*)

- Danell, K., Utsi, P. M., Palo, R. T. & Eriksson, O. 1994. Food plant selection by reindeer during winter in relation to plant quality. *Ecography* 17:153-158.
- Eriksson, O. & Raunistola, T. 1993. Impact of forest fertilizers on winter pastures of semi-domesticated reindeer. *Rangifer* 13:203-214.
- Gaare, E. 1985. Does grazing influence growth of the reindeer lichen *Cladina mitis*? *Rangifer* (Special Issue 1):357-358.
- Helle, T. & Aspi, J. 1981. Effects of winter grazing by reindeer on vegetation. *Oikos* 40:337-343.
- Kyhko, J. & Pellikka, P. 1994. Remote sensing of the impact of reindeer grazing on vegetation in northern Fennoscandia using SPOT XS data. *Polar Research* 13:115-124.
- Kärenlampi, L. 1970. Morphological analysis of the growth and productivity of the lichen *Cladonia alpestris*. *Reports of the Kevo Subarctic Station* 7:9-15.
- Kärenlampi, L. 1971. Studies on the relative growth rate of some fruticose lichens. *Ann. Univ. Turku. Ser. A II Biol. Geogr. Geol.* 46:33-39.
- Lechowicz, M. J. 1983. Age dependence of photosynthesis in the caribou lichen *Cladina stellaris*. *Plant Physiology* 71:893-895.
- Lechowicz, M. J. & Adams, M. S. 1974. Ecology of *Cladonia* lichens part 2. Comparative physiological ecology of *Cladonia mitis*, *Cladonia rangiferina* and *Cladonia uncialis*. *Canadian Journal of Botany* 52:411-422.

- Moser, T. J., Nash, T. H. III & Link, S. O. 1983. Diurnal gross photosynthetic patterns and potential seasonal CO₂ assimilation in *Cladonia stellaris* and *Cladonia rangiferina*. *Canadian Journal of Botany* 61:642-655.
- Nieminen, M. & Heiskari, U. 1989. Diets of freely grazing and captive reindeer during summer and winter. *Rangifer* 9:17-34.
- Oksanen, L. 1978. Lichen grounds of Finnmarksvidda, northern Norway, in relation to summer and winter grazing by reindeer. *Ann. Univ. Turku. Ser. A II Biol. Geogr. Geol.* 60:64-71.
- Pakarinen, P., Mäkinen, A. & Rinne, R. J. K. 1978. Heavy metals in *Cladonia arbuscula* and *Cladonia mitis* in eastern Fennoscandia, Norway, Finland. *Annales Botanici Fennici* 15:281-286.
- Palo, R. T. 1993. Usnic acid: a secondary metabolite of lichens and its effect on in-vitro digestibility in reindeer. *Rangifer* 13:39-43.
- Pullianen, E. 1971. Nutritive values of some lichens used as food by reindeer in northeastern Lapland. *Annales Zoologici Fennici* 8:385-389.
- Scotter, G. W. 1963. Growth rates of *Cladonia alpestris*, *C. mitis*, and *C. rangiferina* in the Taltson River region, N. W. T. *Canadian Journal of Botany* 41:1199-1202.
- Steinnes, E. & Njastad, O. 1993. Use of mosses and lichens for regional mapping of Cesium-137 fallout from the Chernobyl accident. *Journal of Environmental Radioactivity* 21:65-73.
- Sveinbjörnsson, B. 1987. Reindeer lichen productivity as a function of mat thickness. *Arctic and Alpine Research* 19:437-441.
- Tengwall, T. Å. 1928. Renlavarnas tillväxt och biologi i Torne och Lule Lappmarker. *Svensk Botanisk Tidskrift* 22:18-32.
- Vasander, H. 1981. The length, growth rate, biomass and production of *Cladonia arbuscula* and *Cladonia rangiferina* in a raised bog in southern Finland. *Annales Botanici Fennici* 18:237-244.
- Yarranton, G. A. 1975. Population growth in *Cladonia stellaris* (Opiz.) Pouz. and Vezdza. *New Phytologist* 75:99-110.
- Åhman, G. & Åhman, B. 1984. Effects of forest fertilization on nitrate and crude protein content in some reindeer forage species. *Rangifer* 4:43-53.

4. GLOBALA KLIMATFÖRÄNDRINGAR OCH EFFEKTER PÅ VEGETATIONEN I FJÄLLEN

4.1. Inledning

I Naturvårdsverkets program för den svenska nationella miljöövervakningen (SNV 1993) betonas vikten av effekter av klimatförändringar på fjällmiljön. För att ge en sammanställning av kunskapsläget ges här först en kort översikt över de förväntade klimatförändringarna och de föreslagna effekterna på vegetationen med speciell tonvikt på nordliga ekosystem (4.2 till 4.4). Sedan ges en kommenterad litteraturlista över publicerade fältexperiment i de skandinaviska fjällen som rör vegetation och klimatförändringar (4.5).

En populärvetenskaplig framställning över förväntade effekter i fjällen hittas i: Carlsson, B. Å. 1992. Sverige har feber. Hur blir naturen när tempen stiger? Fauna & Flora 87:20-26.

4.2. Förväntade globala klimatförändringar

Energien för väder och klimat på jorden kommer från solen. Jorden fångar upp solstrålningen, reflekterar bort en del och absorberar resten. En del av den absorberade strålningen strålas tillbaka till rymden. Gaser i atmosfären, fr a vattenånga, koldioxid, metan, kväveoxid och ozon, fångar upp delar av utstrålningen och återstrålar den till jorden och värmer därmed upp jordytan. Denna sk växthuseffekt har värmt upp jorden med ca 33°C (Houghton et al. 1990), dvs den globala medeltemperaturen är idag 15°C istället för -18°C som den skulle ha varit utan atmosfärens inverkan.

Förbränning av fossila bränslen ökar koldioxidhalten med ca 1.5% per år (Oechel & Vourlitis 1994) vilket kommer att leda till en fördubbling av koldioxidhalten år 2100 jämfört med idag. Modeller (Global Circulation Models, GCM) har visat att medeltemperaturen kommer att öka med 0.3°C (0.2-0.5) per årtionde om nuvarande utsläppsnivåer kvarstår (Houghton et al. 1990). Andra förändringar kommer att bli ökad UV-B strålning pga minskat ozonlager samt ökad nederbörd. Ökningen i både koldioxid och temperatur kommer inte att vara linjär utan ökningstakten kommer att bli högre med tiden, och dessutom kommer förändringen att vara olika stor på olika delar av jorden.

Speciellt kommer nordliga områden att påverkas kraftigt (t ex Roots 1989, Shaver et al. 1992, Oechel & Vourlitis 1994). Detta är väldigt viktigt globalt sett då stora mängder kol finns bundet i organiskt material i permafrosten (Billings & Peterson 1992, Shaver et al 1992, Oechel & Vourlitis 1994). Uppvärmning kan leda till att permafrosten smälter och till högre nedbrytning av det organiska materialet, vilket kan leda till att stora mängder koldioxid återförs till atmosfären och därmed förvärrar växthuseffekten (Billings et al. 1982). Detta verkar redan ha påbörjats (Oechel et al. 1993).

Generellt sett är det väldigt svårt att förutsäga exakta effekter eftersom de flesta faktorer samverkar med varandra både när det gäller kopplingar mellan ekosystemen och atmosfären och när det gäller effekter inom ekosystemen.

4.3. Effekter på vegetationen

Effekter på vegetationen av ett förändrat klimat kan delas in i direkta effekter på växter (4.3.1), effekter på artsammansättning i växtsamhällen och interaktioner med andra trofiska nivåer (4.3.2), samt effekter på ekosystemnivå såsom näringsomsättning (4.3.3). Se tabell 4.1 för en sammanfattning av dessa effekter. Effekter på trädgränsen behandlas speciellt (4.3.4).

4.3.1. Individer

Direkta effekter av temperaturen förväntas bli minimala då arktiska växter är mindre temperaturkänsliga än tempererade växter (Chapin 1983). Däremot kan ökad temperatur (i form av längre växtsäsong) ha negativa effekter på överlevnad genom störningar i fenologin eftersom fotosyntes och tillväxt har en stark fenologisk kontroll hos växter som är anpassade till en kort växtsäsong (Crawford et al. 1993). Generellt sett kommer ökad temperatur att ha störst effekt indirekt via förlängd växtsäsong och ökad nedbrytning (se nedan).

En ökad koldioxidnivå kan förväntas öka fotosyntesen och minska respirationen hos växter och därmed få en gödslingseffekt, dessutom förväntas allokering till rotttillväxt öka (Bazzaz 1990, Melillo et al. 1990). Vissa studier tyder på att denna respons är artspecifik och det finns exempel på minskad fotosyntes och tillväxt (Woodward 1992, 1993). Dessutom blir gödslingseffekten störst om det finns gott om andra näringsämnen och vatten (Bazzaz 1990).

Flera experiment indikerar att denna gödslingseffekt kan vara en kortsiktig effekt. Tissue & Oechel (1987) manipulerade temperaturen och koldioxidhalten i ett tundra område i Alaska och mätte tillväxt för *Eriophorum vaginatum* (tuvull). Tillväxten hade stabiliserat sig på samma nivå som i kontrollområdena efter tre veckor. Grulke et al. (1990) och Oechel et al. (1994) mätte koldioxidflödet för ett inneslutet ekosystem i fält i Alaska under olika koldioxidhalter. Även här stabiliserade sig systemet på samma nivå som kontrollerna efter tre veckor. Det tycks alltså som om ökad koldioxidhalt inte ger någon långsiktig ökning av kolupptaget och tillväxten hos arktiska växter.

4.3.2. Samhällen

Ett förändrat klimat kommer att innebära att vegetationszonerna förändras jämfört med idag. I nordliga områden kommer boreala växter att tränga in i den arktiska/alpina zonen, och man har förutsagt att tundra områden kommer att minska med 32 % (Callaghan 1993). Paleoekologiska data visar att växter svarar olika på klimatförändringar, så att intakta vegetationszoner inte förflyttar sig som svar på dessa förändringar utan att arter samlar sig i nya vegetationstyper (Graham & Grimm 1990). Artsammansättningen i växtsamhällen kan alltså förväntas förändras i ett förändrat klimat, men det är svårt att förutsäga hur denna förändring kommer att gå till eftersom migration är en komplex och ofta stokastisk funktion av frötillgång, störningsfrekvens och intensitet, samt konkurrensförmåga hos de inblandade arterna (McGraw &

Fletcher 1992). Generellt sett kan man dock säga att arktiska arter är långlivade och kan på detta sätt "buffra" mot klimatförändringar.

Andra organismer kan också påverka vegetationen. Man kan förvänta sig att herbivorer, pollinatörer, patogener och mikrober också kommer att påverkas av ett förändrat klimat (Field et al. 1992). Kunskapen om interaktioner mellan dessa organismer är dock för liten för att man ska kunna komma med några specifika förutsägelser.

4.3.3. Ekosystem

Studier har visat att arktiska växtsamhällen verkar vara mer begränsade av näringstillgång än av temperatur (t ex Billings et al. 1983, 1984, Kielland & Chapin 1992). Detta leder till att de största förväntade effekterna av en global uppvärmning kommer att ske via ökad nedbrytning och därmed ökad näringstillgång. De flesta fältexperiment visar också att tundra växter påverkas kraftigt av gödsling men väldigt lite av ökad koldioxidhalt (Billings et al. 1983, 1984, Oberbauer et al 1986), vilket också stöds av simuleringsmodeller (Leadley & Reynolds 1992). Varmare vegetationsperioder leder till en ökad nedbrytaraktivitet och därmed till högre omsättningshastigheter av organiskt material, vilket resulterar i en högre produktivitet (Nadelhoffer et al. 1992). Man kan också förvänta sig återkopplingar mellan växtsamhället och nedbrytarna. Uppvärmning med tält på Svalbard gav olika effekter på marktemperaturen beroende på vilken vegetationstyp som fanns: vissa typer isolerade bättre än andra (Coulson et al. 1993). Man kan också förvänta sig att högre produktivitet leder till att arter med högre tillväxthastigheter etablerar sig så småningom. Dessa arter har ofta en bättre förnakvalitet (lägre kol/kväve-kvot i bladen) vilket ger en ytterligare snabbare omsättning av organiskt material (Kielland & Chapin 1992).

Tabell 4.1. Sammanfattning av direkta effekter på tundravegetation av klimatförändringar och de förväntade effekterna på ekosystemfunktioner (från Chapin et al. 1992). Pilarna anger om det sker en ökning eller minskning, och antalet + antyder storleken på förändringarna respektive säkerheten i förutsägelseerna.

		Storleken på förändringarna	Säkerheten i förutsägelsen
Miljöförändringar			
Koldioxid	↑	+	+++
Lufttemperatur	↑	+	+++
Växtsäsongens längd	↑	+++	+
Torka	↑	++	+++
Molnighet	↑	+	+
Nederbörd	↑	+++	+
Marktemperatur	↑	+++	++
Aktivt jordlager	↑	+++	++
Dränering	↑	+++	++
Markfuktighet	↓	+++	+
Näringstillgång	↑	+++	+
Bränder	↑	+++	+
Direkta effekter på växter			
Fotosyntes	↑	++	++
Näringsupptag	↑	+++	+
Kvävefixering	↑	++	++
Transpiration	↑	++	++
Metantransport	↑	+++	+
Produktion	↑	+++	+
Näringsstatus	↑	+++	+
Indirekta effekter på ekosystem			
Förnakvalitet	↑	+++	+
Näringsimmobilisering	↓	+++	+
Nedbrytning	↑	+++	+
Herbivori	↑	+++	+
Metanoxidering	↑	+++	+
Brandfrekvens	↑	+++	+
Globala återkopplingar			
Albedo	↓	+	+
Koldioxidfrisläppning	↑	+++	+
Metanfrisläppning	↓	+++	+

4.3.4. Trädgränsen

Flera författare har hävdade att sk ekotoner skulle vara speciellt lämpade för att se tidiga tecken på mer storskaliga miljöförändringar (Holten & Carey 1992, Neilson 1993, Noble 1993, Rusek 1993). Ekotoner kan definieras som en övergångszon mellan två eller flera distinkta samhällen (Odum 1971) som t ex en trädgräns, en strand eller gränsen mellan en snöleja och en vindblotta. I det fortsatta resonemanget kommer jag att inskränka mig till den alpina trädgränsen.

Orsaken till att trädgränsen skulle vara särskilt känslig är att träden befinner sig i ett marginalområde för artens utbredning och att denna utbredningsgräns är klimatiskt betingad (Noble 1993). Särskilt skulle den vara starkt relaterad till temperaturen (Sveinbjörnsson 1992). Ett exempel på ett övervakningssystem vid den alpina trädgränsen finns nedan (4.3.6).

Man har också påpekat att trädgränsen befinner sig i dynamisk jämvikt mellan spridning uppåt och olika störningar (t ex klimatiska extremsituationer) som trycker den nedåt (Noble 1993). Oksanen et al. (1995) har visat att trädgränsen på Nordkalotten är påverkad av både klimatiska faktorer och sommarbete av renar. Björkar i oceaniska områden är ofta av den monokorma typen, dvs med en huvudstam, medan björkar i kontinentala områden är av den polykorma, eller flerstammiga, typen. I områden med sommarbete av ren och/eller får består trädgränsen av en skog av savanntyp med stora träd och mycket öppna ytor, medan trädgränsen i områden utan sommarbete består av en tätare snårskog. Det är alltså ett komplext samspel mellan olika miljöfaktorer som påverkar trädgränsen (Sveinbjörnsson 1992), och modeller av trädgränsens läge har visat att det ofta är svårt att uppfatta förändringar i läget mot den bakgrundsvariation som finns (Noble 1993). Denna variation skulle bero bl a på en långsam respons till förändringar och en hög variation i trädgränsen utseende, och Noble (1993) har föreslagit att t ex variationer i tillväxt genom årsringar eller groddplantsetablering skulle vara känsligare än förändringar i läget på trädgränsen och därmed bättre variabler att mäta vid en övervakning.

4.3.5. Förväntade effekter på norska ekosystem

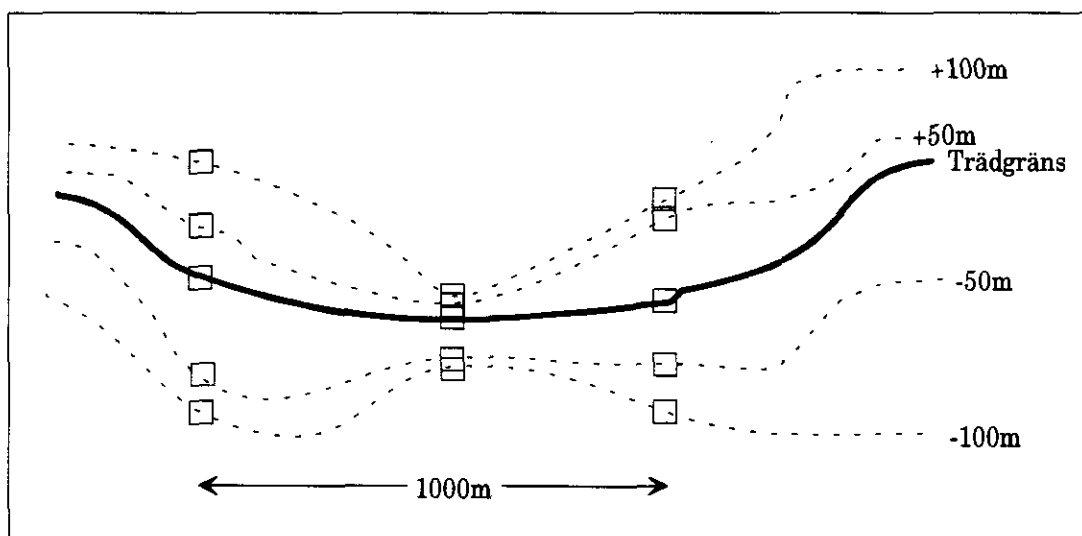
1992 publicerade NINA (Norsk Institutt for Naturforskning) en rapport angående förväntade effekter av globala klimatförändringar på naturliga terrestra ekosystem i Norge (Holten & Carey 1992). Då några av resonemangen är relevanta för den förväntade situationen i de svenska fjällen refererar jag här rapporten i mer detalj än övriga arbeten.

Rapporten utgår från ett scenario där CO₂ koncentrationen i atmosfären är dubbelt så hög som idag. Medeltemperaturen i inlandsområden förväntas stiga ca 3.5°C under vintern och ca 2.0°C under sommaren. Nederbörden förväntas öka med 5-10%, mest utpräglad under våren. Detta medför att perioden med snötäcke kommer att minska 1-3 månader, samt att markerna i vissa områden (speciellt hedar) blir torrare.

Alpina och nordboreala (inkl fjällbjörkskogen) vegetationszoner kommer att minska kraftigt i utbredning (från en täckning av landytan av ca 30% till ca 8-9% för båda zonerna). Istället kommer fr a syd- och mellanboreala vegetationstyper att breda ut sig. Den nordboreala zonen kommer att överleva endast som fragment av olika storlekar. Fjällbjörkskogen är generellt en öppen skogstyp och det underlättar för barrträd att etablera sig och trädgränsen kommer att flytta sig flera hundra meter uppåt. Den alpina zonen (dvs över trädgränsen) kommer att krympa signifikant. T ex kan snölegeväxter konkurreras ut av olika ris om snötäcket krymper och växtsäsongen blir längre. Generellt kommer dessa förändringar (med ett möjligt undantag för fjällbjörkskogen) att gå relativt långsamt eftersom arktiskt/alpina växter tenderar att vara långlivade och växa långsamt.

Effekter på biodiversitet går inte att förutsäga eftersom grundläggande information om t ex migrationshastigheter och konkurrensförmåga för de flesta arter saknas. Förändringar i artantal för ett givet växtsamhälle är beroende av antalet arter som sprider sig till och etablerar sig samt antalet arter som sprider sig till andra samhällen eller blir utkonkurrerade. Det finns ingen anledning att tro att skyddsvärda arter skulle bli direkt hotade av de förväntade klimatförändringarna. De flesta arter är mer hotade av förändringar i landutnyttjande än av klimatet, och dessa arter kan ju också antingen migrera eller anpassa sig till ett nytt klimat. Å andra sidan består många hotade arter av små populationer och dessa är mer känsliga för stokastiska utdöenden vilket kan förväntas hända vid en anpassning till nya förhållanden.

Författarna föreslår att ekotoner är speciellt lämpliga för övervakningsåtgärder eftersom dessa utgör marginella lokaler för många arter (men se 4.3.4.). Den alpina trädgränsen skulle svara särskilt på förändringar i temperaturen. De föreslår ett hierarkiskt övervakningssystem där flera lokaler i en nord-sydlig gradient läggs ut. Varje sådan lokal skulle bestå av t ex 5 transekter tvärs över trädgränsen med ca 500 m mellanrum (figur 4.1). Varje transekt skulle sedan bestå av permanenta ytor på t ex varje 50 m altitud på bägge sidor om trädgränsen. I dessa ytor skulle sedan autecologiska och fenologiska studier göras tillsammans med kartläggning av träd och -groddplantor samt mätningar av abiotiska variabler.



Figur 4.1. Exempel på en lokal med transekter utlagda på 500 m intervall och med permanenta rutor på varje 50 m altitud (från Holten & Carey 1992).

Författarna påpekar också att sk "time-lags", dvs fördröjningar i responsen hos arter mot förändringar, innebär att det kommer att ta århundraden innan vegetationen kommer i fatt klimatiförändringarna (förutsatt att förändringstakten hos klimatet avstannar), men också att det kan gå mycket fortare om det finns andra störningsfaktorer som öppnar upp etableringsmöjligheter för nya arter.

Avslutningsvis sammanfattar författarna påverkan på alpina och nordboreala områden med att säga att de huvudsakliga klimatinducerade störningarna är minskat snötäcke, ökad risk för sena frostperioder samt ökad risk för erosion, och att de huvudsakliga ekologiska effekterna av detta blir ett hot för alpina växtpopulationer samt en floristisk förändring av fjällskogarna.

4.4. Citerad litteratur

- Bazzaz, F. A. 1990. The response of natural ecosystems to the rising global CO₂ levels. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21:167-196.
- Billings, W. D. & Peterson, K. M. 1992. Some possible effects of climatic warming on arctic tundra ecosystems of the Alaskan north slope. Sidorna 233-243 i Peters, R. L. & Lovejoy, T. E. (red.). *Global Warming and Biological Diversity*. Yale University Press, New Haven.
- Billings, W. D., Luken, J. O., Mortensen, D. A. & Peterson, K. M. 1982. Arctic tundra: a source or sink for atmospheric carbon dioxide in a changing environment. *Oecologia* 53:7-11.
- Billings, W. D., Luken, J. O., Mortensen, D. A. & Peterson, K. M. 1983. Increasing atmospheric carbon dioxide: possible effects on arctic tundra. *Oecologia* 58:286-289.
- Billings, W. D., Peterson, K. M., Luken, J. O. & Mortensen, D. A. 1984. Interaction of increasing atmospheric carbon dioxide and soil nitrogen on the carbon balance of tundra microcosms. *Oecologia* 65:26-29.
- Callaghan, T. V. 1993. An application of the Intergovernmental Panel on Climate Change's scientific assessment to northern ecosystems. Sidorna 12-23 i Holten, J. I., Paulsen, G. & Oechel, W. C. (red.). *Impacts of climatic change on natural ecosystems, with emphasis on boreal and arctic/alpine areas*. NINA, Trondheim.
- Chapin, F. S. 1983. Direct and indirect effect of temperature on arctic plants. *Polar Biology* 2:47-52.
- Chapin, F. S., Jefferies, R. L., Reynolds, J. F., Shaver, G. R. & Svoboda, J. 1992. Arctic plant physiological ecology in an ecosystem context. Sidorna 441-451 i Chapin, F. S., Jefferies, R. L., Reynolds, J. F., Shaver, G. R., Svoboda, J. & Chu, E. W. (red.). *Arctic Ecosystems in a Changing Climate*. Academic Press, San Diego.
- Coulson, S., Hodkinson, I. D., Strathdee, A., Bale, J. S., Block, W., Worland, M. R. & Webb, N. R. 1993. Simulated climate change: the interaction between vegetation type and microhabitat temperatures at Ny Ålesund, Svalbard. *Polar Biology* 13:67-70.
- Crawford, R. M. M., Chapman, H. M., Abbott, R. J. & Balfour, J. 1993. Potential impact of climatic warming on Arctic vegetation. *Flora* 188:367-381.

- Field, C. B., Chapin, F. S., Matson, P. A. & Mooney, H. A. 1992. Responses of terrestrial ecosystems to the changing atmosphere: a resource-based approach. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23:201-235.
- Graham, R. W. & Grimm, E. C. 1990. Effects of global climate change on the patterns of terrestrial biological communities. *Trends in Ecology and Evolution* 5:289-292.
- Grulke, N. E., Riechers, G. H., Oechel, W. C., Hjelm, U. & Jaeger, C. 1990. Carbon balance in tussock tundra under ambient and elevated atmospheric CO₂. *Oecologia* 83:485-494.
- Holten, J. I. & Carey, P. D. 1992. Responses of climate change on natural terrestrial ecosystems in Norway. *NINA Forskningsrapport* 29:1-59.
- Houghton, J. T., Jenkins, G. J. & Ephraums, J. J. 1990. *Climate Change. The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kielland, K. & Chapin, F. S. 1992. Nutrient absorption and accumulation in arctic plants. Sidorna 321-335 i Chapin, F. S., Jefferies, R. L., Reynolds, J. F., Shaver, G. R., Svoboda, J. & Chu, E. W. (red.). *Arctic Ecosystems in a Changing Climate*. Academic Press, San Diego.
- Leadley, P. W. & Reynolds, J. F. 1992. Long-term response of an arctic sedge to climate change: a simulation study. *Ecological Applications* 2:323-340.
- McGraw, J. B. & Fletcher, N. 1992. Response of tundra plant populations to climatic change. Sidorna 359-376 i Chapin, F. S., Jefferies, R. L., Reynolds, J. F., Shaver, G. R., Svoboda, J. & Chu, E. W. (red.). *Arctic Ecosystems in a Changing Climate*. Academic Press, San Diego.
- Melillo, J. M., Callaghan, T. V., Woodward, F. I., Salati, E. & Sinha, S. K. 1990. Effects on ecosystems. Sidorna 283-310 i Houghton, J. T., Jenkins, G. J. & Ephraums, J. J. (red.). *Climate Change. The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Nadelhoffer, K. J., Giblin, A. E., Shaver, G. R. & Linkins, A. E. 1992. Microbial processes and plant nutrient availability in Arctic soils. Sidorna 281-300 i Chapin, F. S., Jefferies, R. L., Reynolds, J. F., Shaver, G. R., Svoboda, J. & Chu, E. W. (red.). *Arctic Ecosystems in a Changing Climate*. Academic Press, San Diego.
- Neilson, R. P. 1993. Transient ecotone response to climatic change: some conceptual and modelling approaches. *Ecological Applications* 3:385-395.
- Noble, I. R. 1993. A model of the response of ecotones to climate change. *Ecological Applications* 3:396-403.
- Oberbauer, S. F., Sionit, N., Hastings, S. J. & Oechel, W. C. 1986. Effects of CO₂ enrichment and nutrition on growth, photosynthesis, and nutrient concentration of Alaskan tundra plant species. *Canadian Journal of Botany* 64:2993-2998.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*, 3rd edition. Saunders, Philadelphia.
- Oechel, W. C. & Vourlitis, G. L. 1994. The effects of climatic change on land-atmosphere feedbacks in arctic tundra regions. *Trends in Ecology and Evolution* 9:324-329.
- Oechel, W. C., Hastings, S. J., Vourlitis, G., Jenkins, M., Riechers, G. & Grulke, N. 1993. Recent change of Arctic tundra ecosystems from a net carbon dioxide sink to a source. *Nature* 361:520-523.
- Oechel, W. C., Cowles, S., Grulke, N., Hastings, S. J., Lawrence, B., Prudhomme, T., Riechers, G., Strain, B., Tissue, D. & Vourlitis, G. 1994. Transient nature of CO₂ fertilization in arctic tundra. *Nature* 371:500-503.

- Oksanen, L., Moen, J. & Helle, T. 1995. Timberline patterns in northernmost Fennoscandia. Relative importance of climate and grazing. *Acta Botanica Fennica* 153:93-105.
- Roots, E. F. 1989. Climate change: high-latitude regions. *Climate Change* 15:223-253.
- Rusek, J. 1993. Air-pollution-mediated changes in alpine ecosystems and ecotones. *Ecological Applications* 3:409-416.
- Shaver, G. R., Billings, W. D., Chapin, F. S., Giblin, A. E., Nadelhoffer, K. J., Oechel, W. C. & Rastetter, E. B. 1992. Global change and the carbon balance of arctic ecosystems. *Bioscience* 42:433-441.
- SNV (Naturvårdverket). 1993. Svensk nationell miljöövervakning. Program antaget av Naturvårdverkets miljöövervakningsnämnd 7 juni 1993. SNV Rapport 4275.
- Sveinbjörnsson, B. 1992. Arctic tree-line in a changing climate. *Sidorna* 239-256 i Chapin, F. S., Jefferies, R. L., Reynolds, J. F., Shaver, G. R., Svoboda, J. & Chu, E. W. (red.). *Arctic Ecosystems in a Changing Climate*. Academic Press, San Diego.
- Tissue, D. T. & Oechel, W. C. 1987. Response of *Eriophorum vaginatum* to elevated CO₂ and temperature in the Alaskan tussock tundra. *Ecology* 68:401-410.
- Woodward, F. I. 1992. Predicting plant responses to global environmental change. *New Phytologist* 122:239-251.
- Woodward, F. I. 1993. The lowland-to-upland transition - modelling plant responses to environmental change. *Ecological Applications* 3:404-408.

4.5. Empiriska studier i de skandinaviska fjällen

Följande arbeten gäller empiriska studier om effekter på vegetationen av förväntade globala klimatförändringar i de skandinaviska fjällen. Arbetena är ordnade i bokstavsordning efter försteförfattaren. Kommentarer till varje arbete är i följande ordning:

1. Allmänt syfte
2. Frågeställningar, specifika syften
3. Försöksuppställning, metoder
4. Undersökta arter
5. Studieområde
6. Huvudsakliga resultat
7. Implikationer för globala klimatförändringar

Carlsson, B. Å. & Callaghan, T. V. 1994. Impact of climate change factors on the clonal sedge *Carex bigelowii*: implications for population growth and vegetative spread. *Ecography* 17:321-330.

1. Att studera hur demografin hos klonväxter påverkas av klimatförändringar.
2. Korrelera demografiska responser hos rämter i olika stadier av livscykeln till klimatförändringar. Integrera dessa demografiska responser i en matrismodell för att illustrera konsekvenserna för populationstillväxt, populationsstruktur och hastighet av vegetativ spridning. Simulera responserna av cyklicitet i blomning och populationsstorlek till klimatförändringar.
3. Data på långtidsmönster i blomning och demografiska responser på störning kombineras med publicerade data. Detta dataset används för att derivera kvalitativa förutsägelser om de största direkta och indirekta responserna hos styvstarr till klimatförändringar. En matrismodell används för att integrera dessa responser. Slutligen används matematiska modeller för att förutsäga cyklicitet i blomning och skottantal samt för hastigheten av vegetativ spridning.
4. *Carex bigelowii*, Styvstarr
5. Slåttatjåkka, Abisko, Norrbotten (N68°21', E18°42'), altitud 1150 m.ö.h.
6. Mellan 1 och 32 % av skotten blommade varje år under perioden 1984-1994, och blomningen var starkt korrelerad med medeltemperaturen i juli året innan. Simuleringsmodellen visar bl a att den vegetativa spridningshastigheten fördubblades vid vissa parametervärden. Cykliciteten i skottantal minskades också drastiskt.
7. Ökad populationstillväxt vid klimatförändringar borde stärka artens konkurrensförmåga.

Gehrke, C., Johansson, U., Callaghan, T. V., Chadwick, D. & Robinson, C. H. 1995. The impact of enhanced ultraviolet-B radiation on litter quality and decomposition processes in *Vaccinium* leaves from the subarctic. *Oikos* 72:213-222.

1. Att studera effekterna av en ökad UV-B strålning på processer som påverkar förnedbrytning.
2. Att studera effekter av UV-B strålning under kontrollerade laboratorieförhållanden på a) nedbrytning av förna från växter som har växt under olika UV-B nivåer i fält, b) nedbrytning av förna som har inkuberats under olika UV-B nivåer, samt c) svampar.
3. Två lövfällande dvärgbuskarter fick växa under naturliga och förhöjda UV-B nivåer i fält. Efter två växtsäsonger samlades blad in och nedbrytning studerades i laboratoriet. Dessutom studerades kolonisation och tillväxt av nedbrytande svampar.
4. *Vaccinium uliginosum*, *Odon* och *Vaccinium myrtillus*, Blåbär.
5. Abisko, Norrbotten.
6. Den ökade UV-B strålningen förändrade förnakvalitén (cellulosa minskade, tanniner ökade), vilket minskade den mikrobiella respirationen. Vissa av nedbrytarna var känsliga för UV-B vilket resulterade i lägre kolonisering av de känsliga arterna.
7. Resultaten indikerar att en ökad UV-B strålning kan leda till långsammare förnaomsättning samt förändringar i nedbrytarsamhället, vilket i sin tur har effekter på näringsomsättningen.

Havström, M., Callaghan, T. V. & Jonasson, S. 1993. Differential growth responses of *Cassiope tetragona*, an arctic dwarf-shrub, to environmental perturbations among three contrasting high- and subarctic sites. *Oikos* 66:389-402.

1. Att undersöka effekterna av ökad temperatur, skuggning och näringstillgång på den vegetativa tillväxten hos kantljung.
3. Två lokaler i Abisko (strax ovan trädgränsen och en mellanalpin snölegan) och en lokal på Svalbard användes. Dessa motsvarar en temperaturgradient. Replikerade ytor (1x1 m) etablerades 1989 och antingen gödslades, byggdes växthus på, skuggades eller lämnades orörda. Skott av kantljung samlades in på ytorna 1991 och tillväxtmått mättes (bladbiomassa, antal blad, bladlängd och skottlängd).
4. *Cassiope tetragona*, Kantljung
5. Abisko, Norrbotten. Ny-Ålesund, Svalbard.
6. Responserna hos kantljung varierade mellan lokalerna. Vid trädgränsen blev den största effekten av gödningen, men däremot inga signifikanta effekter av temperaturhöjningen. Vid snölegan gav uppvärmningen störst effekt, inga signifikanta effekter av gödningen. Responserna på Svalbardlokalen liknade de på snölegan.
7. Näringsbegränsning verkar förklara tillväxtmönstren i områden med relativt varmt klimat, medan temperatur verkar vara den huvudsakliga reglerande faktorn i kallare klimat på högre höjd. Författarna förutsäger att kantljung kommer att bli utkonkurrerad av andra arter om det blir en uppvärmning pga klimäförändringar.

Jonasson, S., Havström, M., Jensen, M. & Callaghan, T. V. 1993. In situ mineralization of nitrogen and phosphorus of arctic soils after perturbations simulating climate change. *Oecologia* 95:179-186.

1. Att undersöka möjliga effekter av förväntade klimatförändringar på näringsmobilisering genom att analysera temperatureffekter på netto näringsmineralisering.
2. Att mäta den säsongsmässiga netto näringsfrisättandet från två jordar med lika vegetation men från olika altituder, dvs med olika temperaturregimer. Att demonstrera hur netto näringsmineralisering svarar på manipuleringar som simulerar förväntade klimatförändringar.
3. Temperatur och ljus manipulerades med växthus, näringstillgången genom gödsling. Luft- och marktemperatur mättes. Jordprover samlades in och kväve, fosfor och organiskt material mättes.
5. Abisko, Norrbotten. Altituder: 450 och 1150 m.ö.h.
6. Lufttemperaturen ökades med ca. 2-5°C, och marktemperaturen med ca. 1-2°C. Signifikant netto mineralisering av kväve i den högre lokalen, och av fosfor i den lägre. Immobiliseringen var hög i alla behandlingar.
7. Resultaten indikerar att en ökning av marktemperaturen med upp till 2°C, vilket är vad som förutsågs av modeller, har endast små effekter på nettomineralisering i dessa två jordar. Dessa effekter är antagligen mindre än vad den naturliga variationen av näringsämnen är, även inom samma växtsamhälle.

Kullman, L. 1993. Tree limit dynamics of *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* in relation to climate variability: evidence from central Sweden. *Journal of Vegetation Science* 4:765-772.

1. Att diskutera tillväxt- och reproduktionsparametrar för fjällbjörk i förhållande till variationer i klimatet från både ett korttids- och ett långtidsperspektiv.
3. Tillväxt, groning av sådda frön, överlevnad av sådda frön och transplanterade skott, frögroning i lab, fröbank, och åldersstruktur studerades under perioden 1972-1992.
4. *Betula pubescens* ssp. *tortuosa*, Fjällbjörk
5. Gettryggen, Jämtland (N63°10', E12°21').
6. Trädgränsen förändrades inte under perioden. Tillväxt och reproduktion minskade. De flesta av trädens resurser verkar gå till att överleva stress.
7. Trädgränsen kommer att förflyttas nedåt om inte en drastisk uppvärmning sker. Klimatvariationer verkar ha påverkat "performance" hos de etablerade träden, och trädgränsens läge verkar ta mycket lång tid för att förflyttas.

Parsons, A. N., Press, M. C., Wookey, P. A., Welker, J. M., Robinson, C. H., Callaghan, T. V. & Lee, J. A. 1995. Growth responses of *Calamagrostis lapponica* to simulated environmental change in the Sub-arctic. *Oikos* 72:61-66.

1. Hur känsligt lapprör är för förväntade klimatförändringar, samt hur temperatur, vattentillgång och näringstillgång interagerar.
3. Faktoriell försöksdesign med temperatur, vatten och näring. Försöket startades 1991. Ovanjordisk biomassa, skotthöjd, och blomningsfrekvens mättes t.o.m. 1993.
4. *Calamagrostis lapponica*, Lapprör
5. Abisko, Norrbotten (N68°21', E18°49'), altitud 400 m.ö.h.
6. Högre ovanjordisk biomassa i alla behandlingar. Alla behandlingar reagerade dessutom synergistiskt, dvs biomassan var högre i alla kombinationer av behandlingar och högst i T+V+N+ behandlingen (ca. 50 ggr högre än i kontrollerna i slutet av andra säsongen). Näring hade generellt sett större effekt än vatten och temperatur. Temperaturen påverkade skotthöjden.
7. Lapprörs respons på ett förändrat klimat beror på i vilken mån näringsämnen blir tillgängliga pga mineralisering.

Parsons, A. N., Welker, J. M., Wookey, P. A., Press, M. C., Callaghan, T. V. & Lee, J. A. 1994. Growth responses of four sub-Arctic dwarf shrubs to simulated environmental change. *Journal of Ecology* 82:307-318.

1. Att bedöma känsligheten hos ett hedekosystem för klimatförändringar. Att beskriva hur förändringar i klimatet förändrar balansen mellan nedanstående arter, fr a med avseende på livsform och tillväxtsätt, samt hur detta kan leda till samhällsförändringar på längre sikt.
3. Försökupställning: se Parsons et al. 1995. Ovanjordisk biomassa, samt skottlängd och antal blad hos årsskotten mättes 1991 och 1992.
4. *Empetrum hermaphroditum*, Kråkbär. *Vaccinium vitis-idaea*, Lingon. *Vaccinium uliginosum*, Odon. *Vaccinium myrtillus*, Blåbär.
5. Abisko, Norrbotten (N68°21', E18°49'), altitud 400 m.ö.h.
6. Både näring och temperatur ledde till högre biomassa hos lingon, men inte för de övriga arterna. Näring hade den största effekten på årsskotten för alla fyra arterna, och störst för blåbär. Temperatur och näring tillsammans hade synergistiska effekter.
7. Behandlingarna påverkade biomassallokering olika hos arterna. Odon och kråkbär, som tillväxer fr a med långa ovanjordiska skott, hade större stamtillväxt, medan lingon och blåbär, som tillväxer med rhizom, hade större bladtillväxt. Klimatförändringar kommer alltså att leda till förändringar i samhällsstrukturen hos detta samhälle även om det är svårt att förutsäga exakt hur.

Wookey, P. A., Parsons, A. N., Welker, J. M., Callaghan, T. V., Lee, J. A. & Press, M. C. 1993. Comparative responses of phenology and reproductive development to simulated environmental change in sub-arctic and high arctic plants. *Oikos* 67:490-502.

1. Att undersöka effekterna av temperatur, nederbörd och näring på två arktiska ekosystem: ett som består av öppen vegetation med mycket bar mark och där populationstillväxt sker med groddplantsetablering, och ett slutet samhälle där tillväxt sker genom klontillväxt.
3. Faktoriell försöksdesign med temperatur, bevattning och näring. Hägn sattes upp för att förhindra betning av ren. Reproduktion och fenologi mättes.
4. Två samhällen: en hedtyp i Abisko (*Empetrum hermaphroditum*, Kråkbär) och ett Dryas-samhälle på Svalbard (*Dryas octopetala*, Fjällsippa).
5. Abisko, Norrbotten (N68°21', E18°49'), altitud 400 m.ö.h. Ny-Ålesund, Svalbard (N78°56', E11°50').
6. Ökad temperatur ökade frösättningen signifikant hos fjällsippa, men inte hos kråkbär som istället påverkades positivt av både näring och vatten.
7. Resultaten indikerar att högarktiska växter kan få stimulerad frösättning vid en global uppvärmning vilket kan öka kolonisationen i områden med bar mark. Växter i subarktiska områden kommer att påverkas kraftigare av högre näringstillgång pga snabbare nedbrytning i varmare jordar.

5. PÅGÅENDE VEGETATIONSSTUDIER I FJÄLLEN

Denna del behandlar pågående projekt i fjällen. Informationen kommer från en enkät som jag skickade ut 24 februari 1995 där ca 60 % av de tillfrågade svarade. Adresslistan byggde dels på mina egna kontakter och dels på en besökslista för 1993 och 1994 som jag fick Abisko Naturvetenskapliga Station. Projekten är indelade i bokstavsordning efter kontaktpersonen. Informationen om varje projekt följer följande ordning:

1. Kontaktperson och adress.
2. Projekttitel
3. Medarbetare
4. Syften, frågeställningar
5. Metoder
6. Geografiskt läge
7. Tidsplan
8. Referenser

Alatalo, Juha

Botaniska inst., Carl Skottsbergs Gata 22, 413 18 Göteborg

juha.alatalo@systbot.gu.se

2. Climatic warming: impact on reproductive biology and genetic variability of arctic plants.
3. Ulf Molau, Urban Nordenhäll, Mikael Stenström
4. Studera respons av simulerad "växthuseffekt" på reproduktionsbiologi samt genetisk sammansättning hos valda alpina och arktiska arter. Detta för att bättre kunna förutsäga effekter på den arktiska vegetationens sammansättning av den pågående globala uppvärmningen, som enligt alla modeller kommer att vara kraftigast i höga latituder.
5. Monitoring av numrerade växter i både OTC (öppna växthus) och kontrollrutor. Följande parametrar studeras: fenologi, kvantitativa reproduktionsmått. Dessutom genomförs fördjupade studier om olika aspekter av reproduktionsbiologi. Jag arbetar mest med fjällglim (*Silene acaulis*) som modellart. När vi har fått tillförlitlig kunskap om effekterna på de dominerande förökningsstrategierna i arktiska och alpina områden kan vi använda detta till modeller om framtiden. Detta kan sedan kopplas till de genetiska studier på arktiska arter som är under uppbyggnad i vår forskningsgrupp.
6. Latnjavagge, Abisko, Norrbotten (N68°21', E18°30'), altitud ca 1000 m.ö.h.
7. Projektet beräknas avslutas 1998-99.

Barnekow, Lena och Björn Berglund

Kvartärgeologiska avd., Lunds universitet, Tornavägen 13, 223 63 Lund

Lena.Barnekow@geol.lu.se

2. a. Holocena miljöförändringar paleoekologiskt dokumenterade i ett subarktiskt område i Abiskodalen, N. Sverige.

- b. Holocena klimatförändringar och deras terrestra och limniska ekosystem vid tundra/skog ekotonen i Abiskodalen, Lappland.
3. Dan Hammarlund, Geoffrey Lemdahl, Per Sandgren.
4. Studera de ekologiska och klimatiska förändringar som skett under Holocen. En kalibrering av paleoekologiska "proxydata" utifrån recenta miljöer studeras också för att bättre kunna tolka och kvantifiera de Holocena förändringarna. Syftet är också att kunna datera när dessa förändringar sker.
5. Med hjälp av bl a pollenanalys, växtmakrofossilanalys, sedimentanalys, insektsanalys och isotopanalys i sjösediment från Abiskodalen. Kartläggning av vegetationen i en 300 m bred zon runt ett antal sjöar från Kiruna med granskog längs en transekt upp till Riksgränsen ovan trädgränsen. Provtagning i dessa sjöar kommer att utgöra basen för de recenta studierna.
6. Abiskodalen, Norrbotten. (68°21'N, 19°0'E).
7. Projekt a avslutas 1998, och projekt b 1996.

Björn, Lars Olof

Inst. för växtfysiologi, Lunds universitet, Box 117, 221 00 Lund

Lars_Olof.Bjorn@placebio.lu.se

2. Effects of enhanced UV-B radiation on the structure and function of a subarctic heath ecosystem.
3. Terry Callaghan, Ulf Johansson, Mats Sonesson, Carola Gehrke.
4. 1. To assess the effects of increased UV-B on the dynamics and structure of natural subarctic heath ecosystems. 2. To study the effects of natural and enhanced UV-B on a range of plant species of different growth forms under controlled conditions.
5. Eight metal frames, (2.5 m x 1.3 m, 1.5 m above the plant canopy) holding six UV-B fluorescent tubes each, were built and divided into four control and four treatment plots and randomly placed on a dwarf-shrub heath characteristic of the Fennoscandian mountain birch forest zone. The treatment frames irradiate the vegetation corresponding to a 15 % depletion of the ozone layer, while in the control frames all UV-B radiation from the lamps is filtered out and the vegetation just receives the ambient solar UV-B. The irradiation system operates from early May to late September each year. The species studied are the dwarf-shrubs *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *Empetrum hermaphroditum* and the mosses *Hylocomium splendens* and *Polytrichum commune*. Parameters of interest are growth and development, leaf thickness, pigment content, photosynthetic capacity, changes in the distribution of species, interactions between different life forms (higher plants and mosses), impacts on fungal decomposers and decomposition of litter. These changes can be of crucial importance in the longer term, especially when different species react in different directions which could lead to a change in plant community productivity and structure.
6. Abisko, Norrbotten.
7. Projektet startat 1991.
8. Gehrke, C., Johansson, U., Callaghan, T. V., Chadwick, D. & Robinson, C. H. 1995. The impact of enhanced ultraviolet-B radiation on litter quality and decomposition processes in *Vaccinium* leaves from the subarctic. *Oikos* 72:213-222.
Johansson, U., Gehrke, C., Björn, L. O., Callaghan, T. V. & Sonesson, M. 1995. The effects of enhanced UV-B radiation on a subarctic heath ecosystem. *Ambio* (i tryck).

Moorhead, D. & Callaghan, T. V. (in press). Effects of increasing UV-B radiation on decomposition and soil organic matter dynamics: a synthesis and modelling study. *Biology and Fertility of Soils*.

Callaghan, Terry V.

Dept. of Animal and Plant Sciences, Univ. of Sheffield, Sheffield S10 5 BR, UK.

Arctic@man.ac.uk

2. Climate related growth of three different plant growth forms throughout the Arctic: an ITEX project.

3. Mats Sonesson, Sven Jonasson, Alistair Headley, Mats Havström, J. M. Welker, J. Svoboda.

4. In the Arctic where trees are absent, records of past environments have usually been derived from ice cores and lake sediments. However, retrospective analyses of the morphological growth and stable-isotope composition of annual growth increments of some arctic plants allow statistical models to be developed which can be used to investigate the environmental controls on growth over several decades. This project is building such models from specimens of three species of contrasting plant life forms collected from throughout the Arctic. These models are enabling us to predict climatic conditions and rates of natural climate change preceding ice sheet growth during the little ice age on Ellesmere Island.

6. Abisko, Norrbotten.

7. Anslag till 1995.

8. Callaghan, T. V., Carlsson, B. Å. & Tyler, N. J. C. 1989. Historical records of climate related growth in *Cassiope tetragona* from the Arctic. *Journal of Ecology* 77:823-837.

Carlsson, Bengt

Växtekologiska avdelningen, Ekologihuset, Lunds universitet, 223 62 Lund

Bengt.Carlsson@planteco.lu.se

2. Ecotypic differentiation of life-history characters and adaptation in *Carex bigelowii* agg.

3. Terry Callaghan

4. To elucidate the significance of various biotic and abiotic pressures for the morphology, growth, population dynamics and reproduction of *Carex bigelowii* along an altitudinal gradient.

6. Slättatjåkka, Abisko, Norrbotten.

Crabtree, Rose C.

Dept. of Animal and Plant Sciences, Univ. of Sheffield, Sheffield S10 2 TN, UK

R. C.Crabtree@Sheffield.ac.uk

2. The effect of soil warming on a sub-arctic dwarf shrub heath ecosystem.

3. Jerry Melillo, Mats Sonesson.

4. Global climate models predict large temperature increases in the polar regions which may feed back into further warming via increased greenhouse gas emissions as the soils warm. This study uses novel heating technology to investigate the effect of increasing soil temperature by 5°C in a sub-arctic heath at Abisko, Sweden. Questions include: Does warming soil and air differ from the effect of warming soil alone? How does species composition respond to warming? How does the growth of individual species respond to warming? What mechanisms may underlie observed changes in

growth? The focus of the project is the response of vegetation, individual plant behaviour, soil nitrogen availability and gas emissions (CO_2 , CH_4 and N_2O), with particular emphasis on the feedback loops within the system that may lead to further increases in gas emissions. After one season of heating, there has been a significant increase in nitrogen availability, greater plant growth and a 25% increase in CO_2 emissions due to a 5°C warming.

5. Soil heating wires were installed in the organic horizon of a 4.8 m x 6 m plot, and heat applied throughout the growing season, from June 1993 to September 1994. Two types of control plots were also laid out: completely undisturbed plots, and "disturbance controls", with wires but no heating. In 1994, it was decided to place small plastic tents on parts of the soil warmed plot, so that the combined effect of air and soil warming could be compared with soil warming alone. Community response is followed by changes in cover. Species' responses are followed by monitoring leafing phenology. A harvest is taken in early August for shoot extension, biomass partitioning within shoots and tissue N content. During 1994, measurements of soil, root and leaf water, turgor and solute potential were made on the dwarf shrubs. A study of shrub cold hardiness responses to treatment is planned for 1995.

6. Abisko, Norrbotten. 380 m.ö.h.

7. Troligtvis till 1997.

Gehrke, Carola

Växtekologiska avdelningen, Ekologihuset, Lunds universitet, 223 62 Lund

Carola.Gehrke@planteco.lu.se

2. Impacts of enhanced ultraviolet-B radiation (280-320 nm) on growth of peat moss (*Sphagnum fuscum*) in a subarctic bog.

3. Lars Olof Björn, Terry Callaghan.

5. In the subarctic, an ombrotrophic peat bog dominated by *Sphagnum fuscum* was exposed to enhanced UV-B radiation. Between July and September 1994 five plots (10 x 10 cm) were exposed to extra UV-B radiation simulating 15 % ozone depletion. Another five plots received ambient UV-B only. Before the experiment shoot density and biomass partitioning in *S. fuscum* were investigated. These parameters will be studied again at the end of the experiment (1995) in order to estimate any changes in productivity due to enhanced UV-B radiation. A reduction in height increment measured after the first season may result from a change in biomass partitioning between stem and capitulum in individual shoots. This may affect shoot density and thus the amount of atmospheric carbon dioxide sequestered as phytomass. A thinning of the green phytomass layer may lead to more insulation from solar irradiation penetrating in the dead peat layer underneath. The resulting increase in temperature might stimulate peat decomposition and thus the release of carbon dioxide or methane, depending on the position of the water table.

6. Abisko, Norrbotten.

7. The project started in 1994 and will end in 1995.

Goodall, David W.

CSIRO, Div. of Wildlife & Ecology, Private Bag No 4, Midland WA 6056, Australia

david.goodall@per.dwe.csiro.au

2. Growth rate of saxicolous lichens in relation to altitude.

4. To estimate the linear growth rate of a number of saxicolous lichens as affected by altitude.

5. Lichens are photographed at a number of permanent sites at different altitudes from 400 to 900 m a.s.l. and at locations from 20 km south-east of Abisko to Riksgränsen.
6. Abisko, Norrbotten.
7. The project was started in 1980.

Havström, Mats

Botaniska inst., Carl Skottsbergs Gata 22, 413 19 Göteborg.

mats.havstrom@systbot.gu.se

2. Effekter av naturliga och simulerade klimatförändringar på tillväxt, resursutnyttjande och reproduktion hos *Cassiope tetragona*, ett arktiskt ris.
 3. Sven Jonasson, Terry Callaghan, Anders Michelsen, Lars Gustafsson
 4. Syften: Att klargöra hur klimat och resurstillgångar påverkar tillväxt, reproduktion, mortalitet samt resursutnyttjande (ljus, näring, vatten) hos kantljung (*Cassiope tetragona*), ett långlivat, högarktiskt ris. Att göra förutsägelser om hur denna art kommer att påverkas av en eventuell klimatförändring relaterad till ökande växthuseffekt. Frågeställningar: Hur har den klimatrelaterade tillväxten sett ut tidigare i områden, respektive under perioder med olika klimat? Vilka faktorer begränsar tillväxt i olika delar av utbredningsområdet? Hur påverkas olika demografiska parametrar hos kantljungen av experimentell simulering av de klimatförhållanden som väntas råda inom ca 50 år? Hur överensstämmer dessa resultat med de skillnader som finns idag mellan områden med olika klimatutveckling de senaste decennierna? Hur väl synkroniserad är massblomning inom och mellan populationer och delar av utbredningsområdet? Under vilka förhållanden sker etablering av groddplanter hos kantljung och hur påverkar detta artens levnadsmöjligheter vid en snabb klimatförändring?
 5. Retrospektiv demografisk analys av individernas tidigare livshistoria. Kantjungens morfologi tillåter "bakdateringar" flera tiotals år. Detta medger att lagrade meteorologiska registreringar kan utnyttjas för korrelativa studier av kantjungens livshistoria. På detta sätt kan detaljerad information om långa tidsperioder insamlas på relativt kort tid och sedan användas för att konstruera en modell av kantjungens tillväxt- och reproduktionsmönster i relation till omvärldsfaktorer. Material till studien kommer från egna och kollegors systematiska insamlingar i hela utbredningsområdet. För att ge en mer detaljerad bild av kantjungens reaktion på variationer i den fysiska miljön har manipuleringar av växtens klimatiska och edafiska miljö företagits genom höjning av omgivande temperatur, skuggning, gödsling samt kombinationer av dessa.
 6. Abiskofjällen, Norrbotten: Pajep Paddustievva (N68°19', E18°51'), Slättatjåkka (N68°20', E18°41'), Latnjavagge (N68°, E18°30')
 7. Försöken har pågått sedan 1989 och beräknas fortsätta ett par år till.
 8. Havström, M., Callaghan, T. V. & Jonasson, S. 1993. *Oikos* 66:389-402.
- Jonasson, S., Havström, M., Jensen, M. & Callaghan, T. V. *Oecologia* 95:179-186.

Ihse, Margareta

Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet, 106 91 Stockholm.

ihse@natgeo.su.se

2. Vegetationsförändringar i renbetesfjäll.
3. Anna Allard, Maj-Liz Nordberg, Olle Eriksson.
4. Att dokumentera vegetationsförändringar. Ta fram metoder för att upptäcka dem och att visa vilka de är. Beräkna carrying capacity med hjälp av biomassemätningar. Ta reda på vad och hur mycket man kan se med satellitbildstekniken.

5. Förändringsanalysen sker med hjälp av IR-färgbilder, dels tagna kring början av 80-talet och dels sommaren 1994. Dessa tolkas och jämförelser sker med spektrometri. Metodstudie för att jämföra information erhållen från satellitbilder och från flygbilder. Studieytor 1.8 x 1.8 km.
6. Fulufjället, Långfjället: Dalarna; Sånfjället: Härjedalen; Ritsem-Teusajaure, Tavvavuoma: Norrbotten.
7. Fjärranalysens första steg färdig 1996, projektet kommer dock att fortgå längre.

Johansson, Ulf

Inst. för fysiologisk botanik, Lunds univ., Box 117, 221 00 Lund

Ulf.Johansson@fysbot.lu.se

2. The effects of enhanced ultraviolet-B radiation on a subarctic heath ecosystem.
3. Carola Gehrke, Lars Olof Björn, Mats Sonesson, Dylan Jones, Terry Callaghan
4. Att undersöka hur förhöjd UV-B strålning, motsvarande 15 respektive 25 % ozonförtunning, påverkar två subarktiska ekosystem. Att undersöka både fysiologiska, morfologiska och ekologiska responser av förhöjd UV-B strålning.
5. UV-B instrålningen höjs genom uppmontering av UV-B lysrör på ställningar i fält. Detta görs över 12 fasta provytor som varit etablerade sedan våren 1991, fyra som fungerar som kontrolltytor, fyra som får extra UV-B motsvarande 15 % ozonförtunning och fyra som får extra UV-B motsvarande 25 % ozonförtunning (etablerade sommaren 1993). Dessa 12 provytor är belägna på en dvärgbushed med framförallt *Vaccinium*-arter och *Empetrum hermaphroditum*. Under 1994 startades också ett försök med tio permanenta provytor på en *Sphagnum*-myr. Fem av dessa tytor är kontroller och övriga fem bestrålas med extra UV-B motsvarande 15 % ozonförtunning. Responserna som undersöks i de olika behandlingarna är bl a: artsammansättning med hjälp av punktfrekvensanalys, nedbrytning av förna mha "littercups" i fält och laboratorieförsök i "microcosms", pigmentsammansättning av både fotosyntetiskt aktiva och UV-B absorberande pigment, fotosyntes mha klorofyll-flouescens mätningar, fenologisk utveckling under säsongen, samt tillväxt av årssegment.
6. Abisko Naturvetenskapliga Station, Norrbotten.
7. Projektet startades 1991 resp 1993. Beräknas avslutas 1995 (ev förlängning).

Jonasson, Sven

Dept. of Plant Ecology, Univ. of Copenhagen, Copenhagen, Danmark

2. The acquisition and allocation of resources by plants in stressed environments.
3. Terry Callaghan, A. Michelsen, Mats Havström
4. The capture of resources by arctic plants has been suggested to be a constraint to growth of greater significance than direct climate impacts, mainly because the availability of plant nutrients in arctic soils is limited by microbial decomposer activity and, possibly, also by microbial immobilisation of nutrients. Consequently, nutrient mineralisation, allocation between ecosystem pools and uptake by microbes and plants, and biomass production are being measured at contrasting sub-arctic soils at Abisko, Swedish Lapland in environmentally manipulated soils.
5. The environmental manipulations include air and soil temperature perturbations, and changes in soil nutrient and carbon availability. Further field manipulations include addition of fungicide to the soil, in order to reveal the relative importance of bacteria and fungal decomposition processes as well as the role of mycorrhizal fungi in plant nutrient acquisition.

6. Abisko, Norrbotten.
7. Projektet beräknas avslutas 1996.
8. Jonasson, S., Havström, M., Jensen, M. & Callaghan, T. V. 1993. In situ mineralisation of nitrogen and phosphorus of arctic soils after perturbations simulating climate change. *Oecologia* 95:179-186.

Karlsson, Staffan

Växtbiologiska institutionen, Uppsala universitet, Box 559, 751 22 Uppsala

Staffan.Karlsson@vaxtbio.uu.se

2. Samband mellan växters resursekonomi, tillväxt och reproduktion mm i en subarktisk miljö.
3. Lutz Eckstein, Åsa Hemborg, Olle Nordell, Bjartmar Sveinbjörnsson, Magnus Thorén, Martin Weih
4. Syfte: Att studera sambanden mellan olika arters och livsformers resursekonomi (fr a kol, kväve, fosfor) och deras "performance", dvs tillväxt, reproduktion och konkurrensförmåga. Frågeställningar: Medför en resursinvestering i reproduktion en kostnad för moderindividen? Har växter kompensationsmekanismer som minskar resurskostnaderna för reproduktionen? Hur varierar växters effektivitet i interncirkulering av resurser mellan olika arter, livsformer och miljöer? Är en hög näringsanvändningseffektivitet kopplad till en låg tillväxthastighet? Finns det samband mellan resursekonomi (anskaffning och interncirkulering) och växters konkurrensförmåga (relativ dominans i vegetationen)?
5. Främst ekofysiologiska standardmetoder: fotosyntesmätningar med IRGA metodik, tillväxtstudier i fält och av odlat material, kemiska analyser av kolhydrater, total-kväve och total-fosfor. Vegetationsanalyser av permanenta provytor.
6. Abisko Naturvetenskapliga Station och dess omgivning, Norrbotten (N68°21', E18°49').
7. Rullande, delprojekt avslutas och startas mer eller mindre kontinuerligt (se nedan).

Karlsson, Staffan

Växtbiologiska institutionen, Uppsala universitet, Box 559, 751 22 Uppsala

Staffan.Karlsson@vaxtbio.uu.se

2. Ecology of the tree-line ecotone in the Torneträsk area.
3. Martin Weih, Bjartmar Sveinbjörnsson, O. Skre
4. To relate the ecological performance of the mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* to various environmental factors such as nutrient availability, microclimate and herbivores. Special attention is paid to populations at their elevational distribution limit.
5. Collected material is grown in laboratory at the Abisko Research Station.
6. Torneträsk-området, Norrbotten. Nordkalotten.

Karlsson, Staffan

Växtbiologiska institutionen, Uppsala universitet, Box 559, 751 22 Uppsala

Staffan.Karlsson@vaxtbio.uu.se

2. The autecology of European Pinguicula species with particular reference to their carnivorous habit.
3. Magnus Thorén, Bengt Carlsson, Brita Svensson.
4. To analyse their demographic characteristics (reproduction and population dynamics) in relation to habitat and resource economy (C, N and P). The significance

of prey capture is related to their N and P economy and their growth and reproduction.

6. Abisko nationalpark.

7. Karlsson, P. S., Svensson, B. M., Carlsson, B. Å. & Nordell, K. O. 1990. Resource investment in reproduction and its consequences in three *Pinguicula* species. *Oikos* 59:393-398.

Svensson, B. M., Carlsson, B. Å., Karlsson, P. S. & Nordell, K. O. 1993. Comparative long-term demography of three species of *Pinguicula*. *Journal of Ecology* 81:635-645.

Karlsson, Staffan

Växtbiologiska institutionen, Uppsala universitet, Box 559, 751 22 Uppsala

Staffan.Karlsson@vaxtbi.uu.se

2. Cost of reproduction in plants - a resource-based perspective.

3. Åsa Hemborg, Magnus Thorén

4. To evaluate consequences of resource investments (mainly N, P and C) in reproduction in terms of somatic costs and demographic characteristics.

5. Species: *Trollius*, *Ranunculus*

6. Abisko nationalpark.

Lee, John A.

Dept of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Sheffield S10 2 TN, UK.

J.A.Lee@Sheffield.ac.uk

2. Effects of enhanced UV-B radiation on European heathlands.

3. L. O. Björn, T. V. Callaghan, M. Sonesson.

4. To assess the effects of interactions between enhanced UV-B, CO₂ and water status on plants through a series of integrated field and laboratory experiments. The experiments are designed to understand: a. the susceptibility of heathland plants to increases in UV-B radiation, b. the effects of increases in CO₂ on species sensitivity to UV-B radiation, c. the effects of water status and season on responses to UV-B radiation, d. the effects of enhanced UV-B radiation and CO₂ on vegetation dynamics, community structure and mineral cycling (decomposition), and e. the physiological and biochemical mechanisms driving any vegetation responses to increased UV-B and interacting climatic variables.

5. Use of fluorescent tubes and open top chambers to enhance UV-B and CO₂ on vegetation in situ.

6. Abisko, Norrbotten.

7. 1992-95 med planerad fortsättning ytterligare tre år.

8. Zepp, R., Callaghan, T. V. & Erikson, D. (in press). Effects of ozone depletion on biogeochemical cycles. In: UNEP report on ozone depletion. United Nations Environment Publication.

Lundberg, Peter

Ekologisk Botanik, Umeå universitet, 901 87 Umeå

peterl@ekbot.umu.se

2. Responser hos blåbär på simulerat sorkbete.

3. Per Ekerholm, Lauri Oksanen

4. Att undersöka kvantitativa och kvalitativa effekter av habitatsheterogenitet inom ett herbivor-växt system, samt att studera generella indirekta effekter av hur ett ekosystem påverkas av en ökning i primärproduktionen.
5. Extra sorkföda i form av havre sätts ut på öar i sjön Jesijaure. De olika öarna saknar naturliga växtarpopulationer och är antingen av låg- eller intermediär produktivitet. Havrebehållarna placeras ut med 20 m avstånd på fyra öarna, och fyra öar fungerar som kontroller. Gråsidig sork introduceras på öarna enligt en fast djur per m² kvot. Avläsning av påverkan på växter och levandefångst av sork sker höst och vår.
6. Jesijaure, Finnmarksvidda, Finnmarks Fylke, Norge
7. Försöket startades 1991 och kommer att delvis avslutas 1995.

Lundberg, Peter

Ekologisk Botanik, Umeå universitet, 901 87 Umeå

peterl@ekbot.umu.se

2. Betydelsen av heterogenitet i primärproduktionen för reglering av växt- resp herbivorsamhällen.
3. Lauri Oksanen
4. Syftet med studien är att genom simulerat sorkbete studera huruvida sorkbete enbart påverkar biomassan hos växterna och inte deras tillväxt. Dessutom kommer återväxtkapaciteten hos blåbär att studeras i förhållande till näringsförhållandena.
5. Bete simuleras i naturlig miljö och responsen hos blåbär studeras 1 resp 2 år senare. Detta kommer att göras dels i obehandlade rutor och dels i kväve och fosforgödslade rutor.
6. Finnmarksvidda, Finnmarks Fylke, Norge
7. Försöket startades 1992 och beräknas avslutas 1995.

Malmer, Nils

Ekologiska institutionen, Växtekologi, Lunds universitet, Ekologihuset, 223 62 Lund.

Nils.Malmer@planteco.lu.se

2. Processer i samband med kolackumulering och mineralämnesomsättning i torvmarker.
3. Bo Wallén
4. Genom att mäta primärproduktion och förluster i samband med nedbrytningen av det organiska materialet dels beräkna massbalansen för de studerade systemen, dels också se vilka processer i vegetationen och vid nedbrytningen som bestämmer massbalansen vid torvbildningen. Vidare, hur påverkar variationen i massbalansen flödena av mineralämnena i och genom systemet? Slutligen, är primärproduktionen bestämd av mineralnäringsutbudet och i så fall av vilket näringsämne?
5. Diverse kemiska analyser.
6. Abisko, Norrbotten.
7. Projektet är i avslutningsfasen.

Moen, Jon

Institutionen för ekologisk botanik, Umeå universitet, 901 87 Umeå.

jonm@ekbot.umu.se

2. Positive versus negative plant interactions in a high alpine block field.
4. To test whether positive or negative plant-plant interactions occur in a high alpine *Ranunculus glacialis* community.

5. Seeds of *Oxyria digyna* were sown in close proximity to resident *R. glacialis* individuals and in microsites where the resident individual were removed. Germination, survival and reproduction are being followed.
6. Haldi, Finnmark, Norway. Altitude: c. 850 m a.s.l.
7. The project was started in 1988.
8. Moen, J. 1993. Positive versus negative interactions in a high alpine block field: germination of *Oxyria digyna* seeds in a *Ranunculus glacialis* community. *Arctic and Alpine Research* 25:201-206.

Moen, Jon

Institutionen för ekologisk botanik, Umeå universitet, 901 87 Umeå.

jonm@ekbot.umu.se

2. The importance of grazing for plant community structure in two subarctic plant communities.
3. Lauri Oksanen.
4. To test the importance of microtine rodent grazing for community structure in two contrasting plant communities: a tall herb meadow and a snow-bed. Predictions from a predator-prey model states that grazing should have a stronger impact on the less productive snow-bed than on the meadow.
5. Rodent-proof exclosures were erected, together with control plots, in the two plant communities in 1987. Species compositions and relative abundances are measured once a year.
6. Ceavdni, Finnmark, Norway (69°46'N, 23°58'E).
7. The project was started in 1987.

Molau, Ulf

Botaniska inst., Carl Skottsbergs Gata 22, 413 19 Göteborg.

Ulf.Molau@systbot.gu.se

2. Micrometeorological variation, bumble bee activity, and plant reproductive success.
3. P. Bergman, Björn Holmgren.
4. To study the impact of micrometeorological variations (temperature, wind velocity, sun hours etc.) on the foraging activities of high alpine bumble bees and its bearings on within-season variation in plant reproductive success.
6. Abisko, Norrbotten: Latnjavagge (N68°22', E18°13'), altitud 980 m.ö.h.

Molau, Ulf

Botaniska inst., Carl Skottsbergs Gata 22, 413 19 Göteborg.

Ulf.Molau@systbot.gu.se

2. ITEX - International Tundra Experiment.
3. Ett flertal medarbetare.
4. To understand the response of tundra plant species through simple manipulation and transplant experiments to be conducted at multiple arctic and alpine sites. Objectives are: 1) to quantify the change in environment (i.e. temperature, moisture, and nutrient availability) brought about by experimental warming, 2) to quantify the change in environment from the point of view of the plant by quantifying the shift in phenotypic selection, 3) to understand the potential of tundra plant populations to adjust to climatic warming, either through acclimation or adaptation, and 4) to partition the effect of global warming on key phenological, morphological, and physiological traits into environmental and genetic components.

5. Manipulationen sker genom att höja temperaturen motsvarande den förväntade höjningen vid en fördubblad koldioxidkoncentration med hjälp av öppna miniväxthus (open-Top chambers, OTC). Dessutom markeras permanenta kontrolllytor. Följande växtarter övervakas: *Cassiope tetragona*, *Dryas octopetala*, *Eriophorum vaginatum*, *Ranunculus nivalis*, *Salix herbacea* och *Saxifraga oppositifolia*.
6. Latnjajaure, Norrbotten.
7. Verksamheten påbörjades 1990.
8. Alatalo, J. M. & Molau, U. 1995. Female frequencies and sex-associated morphological differences in gynodioecous *Silene acaulis* (Caryophyllaceae). *Nordic Journal of Botany* (in press).
- Eriksen, B., Molau, U. & Svensson, M. 1993. Reproductive strategies in two arctic *Pedicularis* species (Scrophulariaceae). *Ecography* 16:154-166.
- Molau, U. 1993. Relationships between flowering phenology and life history strategies in tundra plants. *Arctic and Alpine Research* 25:391-402.
- Molau, U. & Prentice, H. C. 1992. Reproductive system and population structure in three arctic *Saxifraga* species. *Journal of Ecology* 80:149-161.
- Stenström, M. & Molau, U. 1992. Reproductive biology in *Saxifraga oppositifolia*: phenology, mating system, and reproductive success. *Arctic and Alpine Research* 24:337-343.

Nordenhall, Urban

Botaniska inst., Carl Skottsbergs Gata 22, 413 19 Göteborg.

urban.nordenhall@systbot.gu.se

2. Reproduktionsekologi och genetisk populationsstruktur hos arktiska växter med tonvikt på *Salix herbacea*.
4. Hur kommer *Salix herbacea* att påverkas av växthuseffekten?
5. Försöken går ut på att höja temperaturen med 1.5° (ITEX-corners) eller 3° (Open Top Chambers, OTC). OTC:er fungerar som vindskydd och solfälla medan hörnen nästan enbart ger vindskydd. Vegetationsanalyser har gjorts i provytorna och dessa kommer att följas upp när försöken avslutas. De variabler som mäts är fenologi och reproduktionsframgång.
6. Abisko, Norrbotten: Latnjavagge (N68°22', E18°13'), altitud 980 m.ö.h.
7. Försöken initierades 1992-93.

Potter, Jacqueline A.

Dept. of Animal and Plant Sciences, Univ. of Sheffield, Sheffield S10 5 Br, UK

J.Potter@sheffield.ac.uk

2. Arctic ecosystems and environmental change.
3. C. H. Robinson, M. C. Press, Terry Callaghan.
4. During the initial phase of the programme (1991-1994), an environmental manipulation field study was established at two sites: a polar semi-desert dominated by *Dryas octopetala* at Ny Ålesund, Svalbard and a sub-arctic dwarf shrub heath at Abisko, Sweden. A fully factorial randomized plot experiment was established at each site in which temperature was increased by the use of open-topped polythene tents (mean air temperature rise of 3-4°C), soil nutrients were increased by 5 to 10 gm⁻²yr⁻¹ for the high arctic and sub-arctic site respectively and water added to simulated precipitation increases of 50% of summer rainfall at the two sites. These treatments are maintained during the extension project period. The initial 3 years characterised the responses of the dominant vegetation and soil processes to the perturbations at the

two sites. The continuation grant aims to continue monitoring the plant growth responses to determine if they are maintained in the medium term, to develop areas of previous research and aims to synthesise and model the information collected over the entire five year period.

6. Abisko, Norrbotten och Ny Ålesund, Svalbard.

7. Anslag till 1996.

8. Wookey, P. A., Parsons, A. N., Welker, J. M., Potter, J. A., Callaghan, T. V., Lee, J. A. & Press, M. C. 1993. Comparative responses of phenology and reproductive development to simulated climate change in sub-arctic and high arctic plants. *Oikos* 67:490-502.

Welker, J. M., Wookey, P. A., Parsons, A. N., Press, M. C., Callaghan, T. V. & Lee, J. A. 1993. Leaf carbon-isotope discrimination and vegetative responses of *Dryas octopetala* to temperature and water manipulations in a high arctic polar semi-desert, Svalbard. *Oecologia* 95:463-469.

Wookey, P. A., Welker, J. M., Parsons, A. N., Press, M. C., Callaghan, T. V. & Lee, J. A. 1994. Differential growth, allocation and photosynthetic responses of *Polygonum viviparum* to simulated environmental change at a high arctic polar semi-desert. *Oikos* 70:131-139.

Parsons, A. N., Welker, J. M., Wookey, P. A., Press, M. C., Callaghan, T. V. & Lee, J. A. 1994. Growth responses of four sub-arctic dwarf shrubs to simulated climate change. *Journal of Ecology* 82:307-318.

Parsons, A. N., Press, M. C., Wookey, P. A., Welker, J. M., Robinson, C. H., Callaghan, T. V. & Lee, J. A. 1995. Growth responses of *Calamagrostis lapponica* to simulated environmental change. *Oikos* 72:61-66.

Prock, S.

Dept. of Botany, Innsbruck, Austria.

2. Comparative studies of carbon and nutrient relations in arctic and alpine plants.

3. Christian Körner, Mats Sonesson, Staffan Karlsson

4. To test the following hypotheses: a. Comparable plants from arctic and subarctic environments have longer life spans than plants from alpine environments. b. Comparable plants from arctic and subarctic environments produce "cheaper" leaves in terms of nitrogen per unit leaf area and show structural features related to lower photosynthetic capacity.

6. Slättatjåkka, Abisko, Norrbotten.

Reinhammar, Lars-Gunnar

Systematisk botanik, Uppsala universitet, Villavägen 6, 752 36 Uppsala

Lars-Gunnar.Reinhammar@systbot.uu.se

2. Vityxne - hedarnas och gräsmarkernas hotade orkidé.

3. Gunilla Almered Olsson, Elisabeth Sörmeland

4. Arbetet syftar till att studera vityxnes biologi och habitatkrav, både i södra Sverige och på fjäll-lokaler. Målet är att utarbeta en skötselplan för hur vityxnes nuvarande lokaler ska kunna bevaras.

5. Vegetationsanalyser, markprovtagning, experiment med olika skötselmetoder, ordinationer.

6. (Halland, Västergötland, Sör-Tröndelag,) Härjedalen, Jämtland.

7. Projektet pågår åtminstone t.o.m. 1996.

Reinhammar, Lars-Gunnar

Systematisk botanik, Uppsala universitet, Villavägen 6, 752 36 Uppsala

Lars-Gunnar.Reinhammar@systbot.uu.se

2. (a) Morfologisk och genetisk variation hos vit- och fjällyxne (*Pseudorchis albida/straminea*)
- (b) Morfologisk och genetisk variation hos huvudstarr och renstarr (*Carex capitata/arctogena*)
- (c) Morfologisk och genetisk variation hos fjällstarr och taigastarr (*Carex norvegica/media* (=infralpina))
- (d) Morfologisk och genetisk variation hos klubbstarr, fjällklubbstarr och hartmanstarr (*Carex buxbaumii/adelostoma/hartmanii*)
4. Syftet är att klarlägga systematiken inom artpar där den ena arten förekommer i låglandet upp till subalpin nivå, och den andra är mer eller mindre alpin. *Carex*-projekten kommer dessutom att beskriva habitaterna för arterna.
5. Morfometrisk mätningar, gelelektrofores, rutanalyser, markprovtagningar.
6. (Halland, Ångermanland, Nordnorge, Myvatn, Island,) Hamrafjället, Härjedalen, Storlien-Storulvån, Jämtland, Artfjället, Västerbotten.
7. (a) avslutas under 1995, (b-d) under 1996.

Schipperges, Barbara

Inst of Botany, Univ. of Kiel, Germany

2. Intraspecific variation in the ecophysiology of arctic-temperate populations of the lichen *Cetraria nivalis*.
3. Mats Sonesson, L. Kappen.
4. To compare the ecophysiology of different populations of *Cetraria nivalis* along a latitudinal gradient to test the hypotheses that an ecotypic differentiation in *C. nivalis* exists and that each population is adapted to a specific environment and habitat.
6. Plants from Svalbard, Öland, Innsbruck och Abisko are studied.

Sonesson, Mats

Abisko Naturvetenskapliga Station

mats.sonesson@planteco.lu.se

2. Ecology of *Parmelia olivacea* ("snow surface indicator").
 4. To study the ecology of *Parmelia olivacea* growing on the mountain birch in various climatic regions in northern Fennoscandia.
 6. A west-east gradient: Katterjåkk - Stordalen, Norrbotten.
 8. Sonesson, M. 1989. Water, light and temperature relations of the epiphytic lichens *Parmelia olivacea* and *Parmeliopsis ambigua* in northern Swedish Lapland. *Oikos* 56:402-415.
- Sonesson, M., Osborne, C. & Sandberg, G. 1994. Epiphytic lichens as indicators of snow depth. *Arctic and Alpine Research* 26:159-165.

Sonesson, Mats

Abisko Naturvetenskapliga Station

mats.sonesson@planteco.lu.se

2. CO₂ environment and ecophysiology of cryptogams in subarctic habitats.
3. Carola Gehrke
4. To study the effects of CO₂ on cryptogams that are normally exposed to high CO₂ levels, e.g. mosses and lichens.

5. Studied species: *Hylocomium splendens*, *Peltigera aptosa*, *Nephroma arcticum*.
6. Abisko Naturvetenskapliga Station.
8. Sonesson, M., Gehrke, C. & Tjus, M. 1992. CO₂ environment, microclimate and photosynthetic characteristics of the moss *Hylocomium splendens* in a subarctic habitat. *Oecologia* 92:23-29.

Sonesson, Mats

Abisko Naturvetenskapliga Station
mats.sonesson@planteco.lu.se

2. Niche differentiation in some cryptogams at the tree-line in the Torneträsk area.
4. To elucidate the difference in the ecology of some arctic-alpine and boreal cryptogams above and below the tree-line.
5. Mainly ecophysiological measurements.
6. Slåttatjåkka, Katterjåkk, Torne hamn, Stordalen, Torneträsk, Rensjön, Norrbotten.
8. Sonesson, M., Schipperges, B. & Carlsson, B. Å. 1992. Seasonal patterns of photosynthesis in alpine and subalpine populations of the lichen *Nephroma arcticum*. *Oikos* 65:3-12.

Svensson, Brita

Växtekologen, Lund

2. External and internal controls on growth of plants with contrasting clonal architecture.
4. To explain differences and similarities in the branching architecture, and to qualify and quantify the controls of architecture on the horizontally spreading clonal plants *Vaccinium microcarpum*, *Vaccinium oxycoccus* and *Lycopodium annotinum*.
6. Slåttatjåkka, Abisko, Norrbotten.

Svensson, Brita

Växtekologen, Lund

2. Competition and co-existence in plant communities.
4. To investigate the ecological significance of some plant species' competitive abilities and resource requirements by experimental manipulations of the relationships between nutrient and light.
5. Species: *Lycopodium annotinum* and ericaceous dwarf shrubs.
6. Abisko nationalpark.

Svensson, Brita

Växtekologen, Lund

2. Resource aquisition, growth and population dynamics of subarctic hemiparasitic angiosperms.
3. Carin Nilsson, Wendy E. Seel.
4. To analyse the costs and benefits of plant parasitism, and to explain the relatively high abundance of this life-form in the subarctic using a comparative approach: a. examine host-specificity in annual and perennial hemiparasites, b. determine the effect of the host growth form on the population dynamics of annual and perennial hemiparasites, c. determine the importance of the host compared with intra-clonal translocation as sources of carbon and mineral solutes for perennial hemiparasites.
5. Studied species: *Bartsia*, *Euphrasia*.
6. Abisko, Norrbotten.

6. FÖRFATTARREGISTER

Aarhus, A.	13
Abbott, R. J.	35
Adams, M. S.	26
Ahlner, S.	18
Alatalo, J. M.	53
Alexander, I. J.	21
Ammann, B.	18
Ammann, K.	18
Andersen, K. J.	21
Antonovics, J.	22
Arwidsson, T.	8, 12, 13, 15
Aspi, J.	26
Atkin, O. K.	23
Atlegrim, O.	24
Ayres, M. P.	18, 20
Baddeley, J. A.	21
Bale, J. S.	22, 35
Balfour, J.	35
Bazzaz, F. A.	35
Bendiksen, E.	9
Bennington, C. C.	21
Billings, W. D.	23, 35, 37
Björkbäck, F.	14
Björn, L. O.	44
Block, W. C.	22, 35
Borque, D. P.	23
Bowman, W. D.	24
Bringer, K.-G.	6
Brochmann, C.	12, 13
Bråkenhielm, S.	3, 4
Bylund, H.	20
Callaghan, T. V.	20-26, 35, 36, 38-42, 44, 45, 47, 49, 50, 54
Carey, P. D.	36
Carlsson, B. Å.	20, 21, 29, 38, 45, 50, 56
Chabot, B. F.	23
Chadwick, D.	24, 39, 44
Chapin, F. S.	21, 35-37
Chapman, H. M.	35
Chretek, J.	23
Chu, E. W.	35-37
Coker, P. D.	17
Conant, R. T.	24
Coulson, S. J.	22, 35
Cowles, S.	36

Crawford, R. M. M.	35
Cummins, W. R.	23
Czapik, R.	21
Dahl, E.	8
Dalby, D. H.	12
Danell, K. D.	22, 24, 26
de Kroon, H.	21
Dhillion, S. S.	24
Diemer, M.	24
Ekner, B.	4
Elkington, T. T.	21
Ellis, B. A.	21
Elven, R.	12, 13, 14
Engelmark, T. B.	17, 18
Engelskjøn, T.	11, 14, 15
Ephraums, J. J.	36
Eriksen, B.	53
Erikson, D.	50
Eriksson, O.	22, 24, 26
Field, C. B.	36
Fletcher, N.	36
Floderus, B.	26
Folkard, N. F. G.	24
Gaare, E.	26
Gartner, B. L.	21
Gehrke, C.	24, 39, 44, 56
Giblin, A. E.	36, 37
Gjærevoll, O.	6, 7, 12, 13
Godfrey, P. J.	23
Graham, R. W.	36
Grelsson, G.	16
Grimm, E. C.	36
Grulke, N. E.	36
Gustafsson, L. A.	12-16
Haapasaari, M.	9
Hadac, E.	10
Hanhimäki, S.	18, 20
Hari, P.	25
Hastings, S. J.	21, 36
Haukioja, E.	18-20
Havas, P.	24-26
Havström, M.	39, 40, 47, 49
Hedberg, O.	7
Hedenäs, L.	17

Heide, O. M.	21
Hein, B.	17
Heiskari, U.	27
Helle, T.	20, 26, 37
Henttonen, H.	25
Herbert, T. J.	22
Hjelm, U.	36
Hodkinson, I. D.	22, 35
Holm, S. O.	19
Holten, J. I.	35, 36
Hoogesteger, J.	19
Hoogesteger, M.	22, 25
Houghton, J. T.	36
Hultgård, U. M.	15
Humlum, C.	23
Høiland, K.	14
Högstedt, G.	21
Imby, L.	14
Iso-Iivari, L.	19, 20
Jaeger, C.	36
Jefferies, R. L.	35-37
Jenkins, G. J.	36
Jenkins, M.	36
Jensen, M.	40, 47, 49
Johansson, U.	24, 39, 44
Jonasson, S.	8, 22, 25, 39, 40, 47, 49
Jones, B. M. G.	24
Jonsdottir, I. S.	21
Järvinen, A.	24
Kanninen, M.	25
Karlsson, L.	15
Karlsson, P. S.	19, 20, 23, 25, 50
Karlsson, S.	22
Kellomäki, S.	25
Keranen, T.	25
Kerstensson, I.	22
Kielland, K.	36
Kiilunen, S.	19
Kjellberg, B.	22
Kjelvik, S.	23
Knaben, G.	14
Kontunen-Soppela, S.	25
Koponen, S.	19
Koponen, T.	17
Kubikova, J.	22
Kullman, L.	5, 19, 40

Kummerow, J.	21
Kyhko, J.	26
Kärenlampi, L.	26
Lahdesmäki, P.	25
Laine, K.	19, 25, 26
Lawrence, B.	36
Leadley, P. W.	36
Lechowicz, M. J.	26
Lee, J. A.	21-23, 26, 41, 42, 54
Lehtilä, K.	19
Lemby, K.	4
Lid, J.	12
Lidberg, R.	14
Lindström, H.	13
Link, S. O.	27
Linkins, A. E.	36
Lovejoy, T. E.	35
Luken, J. O.	35
Lukkari, A.	25
Lundberg, B.	8
Lundqvist, J.	7, 14
Løkken, S.	12
Lönnell, N.	14
MacLean, S. F. Jr.	18
Maenpää, E.	25
Malmer, N.	23
Malmgren, S.	14
Martinussen, I.	24
Matson, P. A.	36
Mazer, S. J.	15
McGraw, J. B.	21, 22, 36
Melillo, J. M.	36
Milberg, P.	13
Modensen, G. S.	16
Moen, A.	11, 14
Moen, J.	20, 24, 37, 52
Molau, U.	53
Mooney, H. A.	36
Moorhead, D.	45
Mortensen, D. A.	35
Mortensen, L. M.	25
Moser, T. J.	27
Mueller, E.	17
Mårtensson, O.	7
Mäkinen, A.	27
Nadelhoffer, K. J.	36, 37

Nams, V. O.	24
Nash, T. H. III	27
Neilson, R. P.	36
Neuvonen, S.	19, 20
Niemelä, P.	18-20
Nieminen, M.	27
Nilson, A.	20
Nilsson, C.	16
Nilsson, M. C.	23
Nilsson, Ö.	12-16
Njastad, O.	27
Noble, I. R.	36
Nordell, K. O.	19, 20, 50
Nordhagen, R.	8-11, 15
Nygren, A.	12, 15
Nyyssonen, T.	19
Näsman, E.	5
Oberbauer, S. F.	21, 36
Odasz, A. M.	24
Odland, A.	9
Odum, E. P.	36
Oechel, W. C.	21, 35-37
Ojala, A.	23
Oksanen, L.	20, 25, 27, 37
Oksanen, T.	25
Ollgard, B.	11
Osborne, C.	55
Ouren, T.	13
Pakarién, P.	27
Pakonen, T.	25, 26
Palo, R. T.	22, 24, 26, 27
Parsons, A. N.	22, 23, 26, 41, 42, 54
Paulsen, G.	35
Pellikka, P.	26
Persson, Å.	6
Peters, R. L.	35
Peterson, K. M.	35
Philipp, M.	15
Poelt, J.	17
Potter, J. A.	22, 23, 54
Prentice, H. C.	14, 53
Press, M. C.	22, 23, 26, 41, 42, 54
Prudhomme, T. I.	20, 36
Pulliainen, E.	20, 27
Qinghong, L.	4

Ranta, H.	19
Rastetter, E. B.	37
Raunistola, T.	26
Resvoll-Holmsen, H.	9, 10
Reynolds, J. F.	35-37
Riechers, G. H.	36
Rinne, R. J. K.	27
Robinson, C. H.	24, 39, 41, 44, 54
Roots, E. F.	37
Rudberg, S.	7
Rune, O.	7, 11, 13
Ruohimäki, D.	20
Ruohomäki, K.	19
Rusek, J.	37
Rønning, O. I.	13
Saari, E.	25, 26
Saetra, H.	14
Salati, E.	36
Salonen, E.	25
Sampson, E. J.	24
Samuelsson, G., 7	10
Sandberg, G.	55
Schipperges, B.	56
Schumacher, T.	11
Scotter, G. W.	27
Selander, S.	15
Seldal, T.	21
Selin, E.	14
Senn, J.	18-20
Shaver, G. R.	21, 35-37
Sinha, S. K.	36
Sionit, N.	21, 36
Siren, S.	19
Sirén, S.	25
Sivertsen, S.	15
Sjörs, H.	26
Sjöström, I.	14
Skifte, O.	12, 14, 15
Skogen, A.	9
Smith, J. N. M.	24
Sonesson, M.	5, 8, 44, 55, 56
Soumelä, J.	19, 20
Sourkova, M.	23
Steere, W. C.	16
Steinnes, E.	27
Stenar, H.	14
Stenström, M.	53
Strain, B.	36

Strathdee, A. T.	22, 35
Sulkinoja, M.	19
Sveinbjörnsson, B.	20, 27, 37
Svensson, B. M.	21, 26, 50
SSvensson, M.	5
Svoboda, J.	35-37
Tasanen, L.	25
Tengwall, T. Å.	27
Tenow, O.	20
Tibell, L.	18
Tissue, D. T.	36, 37
Tjus, M.	56
Tolvanen, A.	25, 26
Tumori, J.	19
Tuomi, J.	20
Tyler, N. J. C.	45
Utsi, P. M.	22, 24, 26
Vaisanen, E.	25
van Groenendal, J.	21
Vasander, H.	27
Vavrek, M. C.	21
Verwijst, T.	20
Villar, R.	23
Virtanen, R.	25
Vourlitis, G. L.	36
Vuokko, R.	25
Vuorisalo, T.	20
Waldermarson Jensén, E.	5
Wallén, B.	23
Walls, M.	19
Webb, N. R.	22, 35
Welker, J. M.	22, 23, 26, 41, 42, 54
Wetterhall, C. O.	14
Whittaker, R. J.	23
Wielgolaski, F. E.	23
Wikberg, S.	21
Wold, O.	12
Woodin, S. J.	21
Woodward, F. I.	36, 37
Wookey, P. A.	22, 23, 26, 41, 42, 54
Worland, M. R.	35
Yarranton, G. A.	27
Zepp, R.	50

Åhman, B.	27
Åhman, G.	27
Økland, R. H.	9
Österdahl, L.	14
Østmoe, K.	11

LÄNSSTYRELSENS RAPPORTSERIE

Förteckning över utkomna rapporter 1995

Nummer	Namn	Referent
1	Flodpärlmusslan i Norrbotten	Lisa Lundstedt, miljöenheten
2	Arbetsmarknad i Norrbotten - Ungdomars framtidsbilder	Gunnar Sjöberg, Britt-Marie Häggberg, näringslivsenheten
3	Bladfotingar som försumningsindikatorer i fjällen	Dan Blomqvist, miljöenheten
4	Yraftdeltat-inventeringen	Anna von Sydow, miljöenheten
5	Ett lyft för flyget? Avregleringens effekter för flygtrafiken i Norrbotten	Thomas Gustavsson, kommunikationsenheten
6	Norrbottens transporter 1993	Bo-Erik Ekblom, kommunikationsenh
7	Nederbörds kemi och våtdeposition i Norrbottens län 1987 - 1992	Lars Lindqvist, miljöenheten
8	Kommunala referenssjöar i Norrbottens län 1986 - 1993 - en rapport över en försöksverksamhet	Lars Lindqvist, miljöenheten
9	Miljö 2000 - för ett långsiktigt och bärkraftigt Norrbotten	Gunnar Nilsson, miljöenheten
10	Tillväxt - en fråga om kompetens! Några inlägg för debatt	Märtha Puranen, näringslivsenheten
11	Utbildning i Norrbotten - Ungdomars framtidsbilder	Britt-Marie Häggberg, näringslivsenheten
12	VITTRANDE GRUVAVFALL Den geokemiska dynamiken och spridningen av tungmetaller från sandmagasinet vid Lavergruvan i södra Norrbotten.	Richard Holmgren, miljöenheten
13	Vegetationsförändringar på Raningsmarker i Tornedalen	Anna von Sydow, miljöenheten

