



Metodutveckling för vegetationsövervakning i fjällen

**Mats Walheim
Per Löfgren**

Arbetsrapport 70 2000

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för skoglig resurshushållning
och geomatik
S-901 83 UMEÅ
Tfn: 090-786 58 25 Fax: 090-14 19 15, 77 81 16

ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG-AR--70 --SE

Bakgrund	3
Metodstudier	3
Vegetation.....	3
Allmänt	3
Material.....	5
Metodbeskrivning	6
Statistisk analys	7
Resultat	8
Punktfrekvens	8
Täckningsbedömning.....	11
Förekomst på provytor.....	14
Diskussion	17
Betestryck.....	19
Allmänt	19
Generellt utvecklingsarbete	20
Innehåll i en fjällinventering.....	20
Gränsdragning fjäll – skog.....	21
Teknik vid uppdelning i polygoner.....	23
Pilotstudie	25
Syfte.....	25
Polygonuppdelning samt val av försöksområde och objekt för fältinventering.....	26
Planering av inventeringsmoment och design	26
Utförda inventeringsmoment och design	27
Markslitage	28
Markbeskrivning.....	30
Orientering till provpunkten	30
Precisionen i orienteringen med hjälp av GPS-mottagare	31
Tidsåtgång	32
Samlade erfarenheter från 1999.....	33
Referenser	36
Bilaga 1. Artlista.....	38

Bakgrund

Under flera år har ett arbete pågått för att ta fram ett design- och innehållsförslag för en fjällinventering. Denna skall ingå i ett nytt program för miljöövervakningen av fjällområdet och ambitionen från Naturvårdsverkets sida är att programmet skall sätts under början av 2000-talet. Institutionen för Skoglig Resurshushållning och Geomatik vid SLU i Umeå avrapporterade, som ett led i detta arbete, vintern 1999 en utredning om innehåll och design i en framtida fjällinventering (Ståhl. m.fl., 1999). Där diskuterar författarna vikten av att använda objektiva metoder för mätbara variabler på platser som väljs ut med slumpförfaranden.

Ståhl. m.fl.(1999), ansåg att en av övervakningens viktigaste uppgifter blir att upptäcka och följa vegetationsförändringar, naturliga eller som en följd av olika slags påverkan. Inventeringen måste då vara utformad så man kan uttala sig om förändringar i både tid och rum. Det betyder att övervakningen måste grunda sig på ett objektiva stickprov och bör bestå av permanenta provtyper, eftersom sådana ökar möjligheten att upptäcka förändringar. Dessutom måste den metod som används vid inventeringen av vegetation ge konsistenta skattningar med god precision.

I rapporten pekar författarna ut en del områden som bör utredas ytterligare. Naturvårdsverket gav 1999 institutionen ett nytt uppdrag och denna gång behandlar uppdraget metodutveckling inför övervakningen av fjällen. I uppdraget ingick följande delar:

- Vidareutveckling och studier av olika fältmetoder som skall användas vid inventering av vegetation, betetryck och mark.
- Utvecklingsarbete av generell karaktär och som ej kräver fältarbete. Detta moment består av tre delar; en fortsatt diskussion om relevant innehåll i en fjällinventering, vidareutveckling av föreslagna metodik att utnyttja befintlig förhandsinformation, samt utredning av möjligheten att upprätta en fix gräns mellan fjäll och skog. Ett förslag på en sådan fix gräns är skogsvårdsorganisationens gräns för föryngringsavverkning, vars lämplighet utvärderas med hjälp av data från Riksskogstaxeringen.
- En mindre pilotstudie av den metodik som föreslås av Ståhl. m.fl. (1999), i vilken skall ingå tidsstudier, utvärdering av metodernas fältmässighet, samt insamling av den information som krävs i de efterföljande beräkningarna av kostnader och dimensionering.

Föreliggande rapport är uppdelad i de tre ovan beskrivna delarna: metodstudier, generell utveckling och pilotstudie.

Metodstudier

Vegetation

Allmänt

En del av miljöövervakningen består av vegetationsövervakning och ett av dess huvudsyften är att upptäcka förändringar i vegetationens sammansättning. Inventering/övervakning av vegetation bygger på att de förrättningsmän som utför fältarbetet både har stor förmåga att se detaljer och har en god botanisk kunskap. Inventering av vegetation är dock ofta uppdrag av tillfällig karaktär och personalen som skall utföra arbetet anställs under en kort tid. Det betyder att personalomsättningen kan vara stor och nyutbildning återkommande. Dessa förhållanden gör att metoderna som används bör vara så okänsliga som möjligt för både stor personalomsättning och varierande kunskapsnivå. Nedan ges en kort beskrivning av tre metoder för inventering av vegetation;

- punktfrekvensmetod
- täckningsbedömning
- registrering av förekomst

Metoderna används ofta idag i samband med inventering av vegetation och deras för- och nackdelar diskuteras. Inom det aktuella projektet utvärderades de beskrivna metoderna med avseende på förrättningsmannaberoende och precision i en metodstudie.

Med punktfrekvensmetoden (nålstick) noteras förekomst av arter i ett antal punkter utefter en linje eller i en inventeringsram och man erhåller ett mått på artens täckning. Dessutom kan arternas frekvens i varje nålstick registreras och därmed erhålls även ett tredimensionellt mått för artens täckning (Goodall, 1952). Metoden kräver, utöver artbestämning, enbart en registrering av om arten förekommer eller ej, vilket bör innebära att det föreligger liten risk för glidningar i betraktningssätt mellan personer och inventeringstillfällen, bl.a. Bråkenhielm & Quinghong (1995). Metoden bör alltså ge skattningar som är fria från ej kontrollerbar bias och förrättningsmannaberoendet kan kontrolleras (Goodall, 1952). Detta har gjort att metoden används mycket inom forskningen. Metodens namn antyder hur man ursprungligen praktiskt gick till väga. En ram placeras över provytan och i ramen finns ett rutnät. I rutnätets skärningspunkter förs en nål ned i vegetationen och de arter som berör nålen antecknas. Sedan beräknas den täckning varje påträffad växt har. Alternativt används en ram där man i två parallella plan spänt upp trådar i ett rutnät. Genom att titta rakt genom en skärningspunkt i det övre rutnätet och dess motsvarighet i det undre rutnätet erhålls ett "riktmedel" för varje skärningspunkt. Båda dessa hjälpmedel är dock praktiskt svåra att använda, då de är anpassade för låg vegetation på plan mark. Strikt objektiv inventering innebär att provytor hamnar i lutande terräng, i vegetation med varierande höjd och i tät och hög vegetation. Detta kan leda till ett visst mått av subjektivitet, eftersom observatören har ganska stor möjlighet att "styra riktmedlet" då provpunkten läggs ut i vegetationen.

Det som talar för metoden är dess okänslighet för glidning mellan inventeringstillfällen och personer.

Bedömning av en arts eller artgrupps täckning på en provyta är en ofta använd metod då det gäller inventering av vegetation (Økland, 1990). Bedömningen kan göras på provytor av varierande storlek, alltifrån delar av en kvadratmeter upptill flera hundra kvadratmeter. Provytans storlek beror till stor del på artlistans utseende; i inventeringar där man alltid bestämmer ned till artnivå måste provytan vara relativt liten.

I metoden bedömer förrättningsmannen hur stor andel av provytans areal som täcks av en växt, vars delar projiceras ned på marken. I svenska storskaliga sammanhang används denna metod av Ståndortskarteringen (SK), (Anon. 1999b). Vid bedömningen av en provyta kan den betraktade arealen behandlas på olika sätt. I SK beräknas täckningen för de delar av provytan som anses ostörda, man bortser alltså från de delar av provytan som är avvikande eller som kan anses störda.

Metoden har vissa svagheter. Synen på vad som är en representativ del av provytan kan skifta mellan olika inventeringar, förrättningsmän och från en tid till en annan. Det finns heller ingen möjlighet att kalibrera bedömningsnivån mot ett sant värde, istället används en eller flera personers bedömningar som referensvärde. Detta referensvärde kan ha systematisk avvikelse mot det sanna värdet och dessutom variera mellan olika år. Utöver detta kan bedömningarna från enskilda förrättningsmän givetvis vara behäftade med systematiska avvikelser från referensvärdet, (Tonteri, 1990) och (Kennedy & Addison, 1987). Sammantaget betyder det att då metoden används för att studera vegetationsförändringar kan resultaten vara behäftade med okontrollerbar bias, vilket gör resultaten svårtolkade (Odell & Ståhl 1998).

Fenologiska skillnader mellan växter orsakar också problem, framförallt då en inventering löper över hela vegetationsperioden. Den största svårigheten är kopplad till arter som vissnar tidigt, men även andra arter förändrar sin täckning under en säsong. Vid en inventering kan de fenologiska skillnaderna mellan växter lösas på lite olika sätt. I SK avser täckningsbedömningen växterna i sin fulla utveckling. Det betyder att förrättningsmannen måste göra två bedömningar, först en bedömning av växtens utseende vid full utveckling och sedan en bedömning av hur stor dess täckning då är. Ett alternativt förfarande kan vara att bedöma växtens aktuella täckning, men det innebär att vissa växter, framförallt vårbloppande, ges en missvisande låg täckning under senare delen av inventeringsperioden.

En tredje möjlig inventeringsmetod är att enbart notera förekomst av arter eller artgrupper på en provyta av en viss storlek. Ofta används ett antal små delytor per provyta, vilket gör det möjligt att få ett mått på arternas frekvens inom provytan. Delytorna kan arrangeras på lite olika sätt.

Det är vanligt att använda en fast kvadratisk ram med markerade delytor, vilka inventeras separat med avseende på förekomst (t.ex. Økland, 1990). En fast ram är dock praktiskt svår att använda, framförallt vid inventering i busk- och trädbevuxen mark, bland högväxta örter eller i terräng med mycket stenar och gropar. Effektiviteten i inventeringen blir dessutom ganska låg, eftersom delytor som ligger kant i kant är starkt korrelerade.

Ett alternativt förfarande är då man sprider ut ett antal lika stora delytor på en provyta och på dessa noterar förekomst av arter, s.k. Raunkiær circles, (Raunkiær, 1913). Metodiken är mycket använd i bl.a. Danmark och i det ursprungliga utförandet inventerades 10 - 25 delytor, var och en med en areal på 0.1 m². Metoden har senare utvecklats så att istället för en fix storlek på delytan används en grupp av flera provytestorlekar (Aaby, 1990). Med Raunkiær's metod markeras centrum på provytan med en centrumsticka och cirkelns periferi återfinns med ett snöre, vilket gör det lätt att markera och inventera provytan oberoende av vegetations- och markförhållanden. Dessutom sprids delytorna ut så att beroendet mellan delytorna minskar. Nackdelen är att det tar längre tid med markeringen av delytor.

Det som talar för att använda en metod som bygger på notering av förekomst/icke förekomst är dess objektivitet, inga bedömningar av något slag behöver göras utöver artbestämning och bestämning av om växten finns inom ytans gränser. Trots detta kan glidningar över tiden av bl.a. observatörernas skicklighet, ge svårförklarliga resultat av förändringar (Odell & Ståhl, 1998). Fördelen gentemot den snarlika punktfrekvensmetoden är att en större provyteareal inventeras och därmed täcks ett större antal arter in. Det finns goda argument att använda flera storlekar på delytorna;

- Stora delytor betyder att man kan fånga in ovanligare arter.
- Små delytor gör det lättare att upptäcka förändringar av vanliga arter.
- Flera storlekar på delytorna ger också flera olika frekvensmått för arterna, vilka kan användas i studier av förändringar.

Noteringar av förekomst på delytor av olika storlek kan användas för att upprätta kurvor som visar sambandet mellan antalet funna arter och den inventerade provytearealen, i detta fall kallad art/area-metoden. Metoden användes bl.a. till viss del i ängs- och hagmarksinventeringen (Anon., 1987) och (Isendahl, m.fl. 1995). Kurvornas utseende användes för att studera effekter av olika starkt bete.

Ett av miljöövervakningens syften är att följa förändringar i vegetationens artsammansättning och frekvens eller täckning. Skall detta lyckas måste övervakningen ske med metoder som har god precision och som antingen;

- I. Har liten bias.
- II. Eller har bias, vilken är känd och mer eller mindre konstant över tiden.

Personberoendet för en metod måste vara litet om vi ska få skattningar med litet bias.

I syfte att studera de tre metodernas förrättningsmannaberoende utfördes en metodstudie. Det primära syftet var att se på förrättningsmannaberoendet under förhållanden som liknar en praktisk inventering. Material och metoder ges av nedanstående beskrivningar.

Material

Materialet för metodstudierna består huvudsakligen av data från fem olika vegetationstyper i Vilhelminafjällen. De tre metoderna utvärderades oberoende av varandra. De deltagande förrättningsmännen hade en god och likartad artkännedom och hade inventerat två veckor i området innan metodstudien utfördes.

I blockförsök inventerade de 4 personerna 5 provytor per vegetationstyp. Registreringarna gjordes så oberoende av varandra det praktiskt var möjligt. De olika försöksområdena valdes så att en stor variation i vegetationssammansättning och täthet representerades. Typer med stor andel gräs och halvgräs uteslöts medvetet då dessa påverkas starkt av vind och tramp runt ytan. Dessa faktorer kan bättre studeras separat, till vilket resurser inte fanns tillgängliga. De arter som fanns registrerade för respektive metod och vegetationstyp visas i bilaga 1.

De fem vegetationstyperna beskrivs nedan, samt ges beteckning enligt "Vegetationstyper i Norden", (Anon, 1984);

- i. Trädlös hed, 900 m över havet. "Snöfri vindhed av kråkbärs-typ".
- ii. Trädlös hed, 900 m över havet. "Snöskyddad hedvegetation på fattigt underlag, styvstarr-ripstarr-typ".
- iii. Trädlös myr på torvmark, belägen i bältet av fjällbjörksskog, 700 m över havet. "Videkärr av ris-Sphagnum fuscum-typ".
- iv. Fjällbjörksskog, 700 m över havet. "Fjällbjörksskog av ris-gräs-typ".
- v. Fjällbjörksskog, 700 m över havet. "Fjällbjörksskog av lågört-typ".

Punktfrekvensmetoden studerades även i en sjätte och artificiell "vegetationstyp", vilken bestod av en frigolitskiva med fastsatta kvistar, blad och växtdelar av 8 olika växter. De fastsatta växterna var "läderblad" (en örnbräkenliknande interfloraväxt), limonium (interflora), korn, en, lingon, kruståtel, linnea och renlav, alla de utplacerade växterna betecknades som "levande" oavsett status.

Punktfrekvensmetoden studerades också till viss del i skogslandet. I två näraliggande bestånd av "tallskog av ljung-kråkbärsris-typ" lades två separata blockförsök ut. I ena försöket påträffades ljung, blåbär, lingon och kruståtel, i det andra registrerades utöver dessa 4, även vårfryle, kråkbär, linnea och skogsstjärna.

Inventering av vegetation kräver, oavsett vilken metod som används, en artlista och denna måste vara anpassad till förämningsmännens artkännedom. I detta arbete användes artlistan i bilaga 1. Vid de efterföljande analyserna slogs vissa arter samman till artgrupper. Alla bredbladiga gräs slogs samman till en gemensam grupp, liksom de smalbladiga gräsen. Alla starrarter utom styvstarr slogs även de samman till en grupp.

Metodbeskrivning

I punktfrekvensmetoden användes varken mekanisk nål eller okulärt riktmedel. Vi använde istället ett laserriktmedel. En ram tillverkades av två tunna aluminiumplåtar, med en yta om 50x70 cm. Plåtarna fixerades i två parallella plan med ca 4 centimeters mellanrum. I den yttre delen av plåtarna (50x50 cm) borrades hål i ett 5x5 centimeters rutnät; hålen anpassades till riktmedlets diameter, totalt 81 hål. I den inre delen av ramen monterades en fästordning samt ett vattenpass. Hela konstruktionen kunde sedan sättas på ett vanligt kamerastativ av stabil konstruktion. Med hjälp av stativben och vattenpass kunde sedan ramen horisonteras. "Nålen" som fördes ned i vegetationen bestod av en laserljusstråle från ett riktmedel i form av en kraftig precisions-laser, vilken ursprungligen är avpassad till gevär och ger en distinkt röd punkt. Punktens storlek har en diameter på 2 - 2,5 mm och är fix för de olika avstånd mellan riktmedel och träffpunkt som stativet möjliggör (0,5 - 1,3 m). Runt den distinkta punkten fanns ett svagare rödfärgat och diffust område, som var något störande. Det diffusa området kunde upplevas olika vid direkt solsken, väta och dålig strömförsörjning. Bedömningen var dock att problemet var marginellt. Riktmedlet utnyttjar våglängdsområdet 630 nM och har en effekt på 5 mW.

Andelen av laserskotten som träffar en viss art kan ses som ett värde för artens "täckningsgrad" av den inventerade provytan. Kriteriet för att ett laserskott skulle noteras som träff, var att den träffade växt delen var levande, eller hade varit levande under innevarande vegetationssäsong och fortfarande satt fast i en levande växt. Lösa lavfragment bedömdes som levande om de inte var alltför små.

De fem vegetationstyperna i Vilhelminafjällen, samt den artificiella vegetationstypen, studerades genom att de fyra förättningsmännen gjorde oberoende registreringar av 25 nålstick per ram och fem ramar per vegetationstyp. I denna del hade förättningsmannen inte tillåtelse att röra i vegetationen och i varje nålstick noterades endast den första växten som laserstrålen träffade.

Dessutom studerades 2 försök i skogslandet. Där inventerades, oberoende av varandra, två ytor av 11 förättningsmän, respektive tre ytor av 8 förättningsmän. Dessa personer saknade praktiskt taget helt erfarenhet av utrustningen. Värdet på varje arts täckning erhöles genom att inventera 80 nålstick per ram. I dessa två blockförsök fick förättningsmannen försiktigt vika åt sidan den först träffade växten för att även kunna registrera det som växte därunder. Definitionen av vad som räknades som en levande växt var densamma som i Vilhelminafjällen.

I Vilhelminafjällen gjordes täckningsbedömningen av de förekommande arterna/artgrupperna på ytan med storleken 25 dm². Bedömningen gjordes alltid utan att räkna bort mark som på något sätt var avvikande. Täckningen avsåg strikt horisontalprojektion och varje arts täckning bedömdes i klasser om 1 %, där siffran anger klasstopp.

Registreringen av förekomst av arter utfördes på cirkulära provytor med storlekarna 1, 10, 25, 100, 1000 och 10 000 dm². De olika provytorna hade gemensamt centrum och genom att söka arter inifrån och ut inventerades provpunkten. En art noterades i den delyta där den första gången hittades, vilket betyder att för varje successivt större delyta noterades enbart "nya arter". En arts förekomst noterades om någon ovanjordisk levande del inneslöts av en delytas yttre begränsningslinje. Delytornas yttre begränsningslinje bestämdes med hjälp av en metallsticka med ett fastsatt tunt snöre. Stickans yttre änd i marken och snöret, vilket försetts med knutar på de avstånd som markerade yttre begränsningslinjen för respektive provyta, fördes runt centrumstickan. (I vegetationstypen "snöfri vindhed" inventerades inte delytan med ytstorlek 1000 dm² och i typen fjällbjörkskog ris-gräs inventerades 6 provpunkter.)

Statistisk analys

Punktfrekvens och täckningsbedömning

Det sanna värdet för arternas täckningsgrad på en provyta har inte fastställts, varför vi i detta försök inte kan se om metoden ger skattningar med generell bias. Förättningsmannaberoendet för punktfrekvensmetoden och täckningsbedömningen är utvärderad i en variansanalys med täckning som responsvariabel och förättningsman och yta som behandlingseffekt. Flera modeller testades, men med likartade resultat. Det gör att vi använde samma modell oavsett inventeringsmetod, vegetationstyp och art. Modellen som användes för att analysera täckningsgraden, T_{ij} , var:

$$T_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \text{där}$$

μ är observationernas medelvärde, α_i är effekten av observatör i , β_j är effekten av yta j och ε_{ij} är slumpfelet för observatör i på yta j .

Förekomst

Vid utvärderingen av arterns förekomst på de olika delytorna saknas kännedom om vilka arter som faktiskt fanns inom respektive delyta. I utvärderingen har vi som referens använt de arter som noterats av någon förättningsman inom en delyta. Arters förekomst på en provyta har utvärderats genom att förättningsmännens samstämmighet i artbestämningen har studerats. I en del av redovisningen visas hur ofta förättningsmännen varit eniga, här liktydigt med att 3 av 4 förättningsmän var samstämmiga.

Några egentliga statistiska tester har inte utförts.

Resultat

Punktfrekvens

Skattningen av täckning för arterna ljunng och kruståtel i vegetationstypen tallskog av ljunng-kråkbärsris-typ (lokal I) uppvisar ett visst personberoende (Tabell 1), liksom ljunng på lokal II i samma vegetationstyp (Tabell 2). De observatörer som medverkade i studien i skogslandet skattade generellt täckningen med liten differens mot μ . De enskilda observatörerna var också konsekventa, avvikelserna var likartade för en person oavsett art och lokal, Tabell 1 och Tabell 2.

Tabell 1. Punktfrekvensmetoden. Observationernas medelvärde (μ), varje förrättningsmans avvikelse från μ (α), samt p-värdet för att förrättningsmäns α -värden är lika. "Tallskog av ljunng-kråkbärsris-typ (I)", arter och artgrupper med en täckning > 2 %. P-värde med fet stil indikerar att olika observatörer har olika stora systematiska fel ($p < 0.05$).

	Täckning	Förrättningsmäns avvikelse från μ (%)									Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	α_7	α_8	α_9	α_{10}	P	
Ljunng	38,9	3,2	1,6	2,0	0,3	-2,2	2,0	-4,3	-2,6	0,013	
Lingon	15,8	2,1	1,3	1,7	-0,8	-3,3	0,0	-0,8	0,0	0,23	
Kråkbär	15,6	0,3	1,1	1,1	1,1	-1,4	0,3	-2,2	-0,2	0,39	
Kruståtel	14,9	2,6	0,1	2,2	0,5	-3,2	2,6	-2,0	-2,8	0,034	
Blåbär	11,4	1,1	-1,4	0,3	-1,0	-1,4	1,1	0,7	0,7	0,10	

Tabell 2. Punktfrekvensmetoden. Observationernas medelvärde (μ), varje förrättningsmans avvikelse från μ (α), samt p-värdet för att förrättningsmäns α -värden är lika. "Tallskog av ljunng-kråkbärsris-typ (II)", arter och artgrupper med en täckning > 2 %. P-värde med fet stil indikerar att olika observatörer har olika stora systematiska fel ($p < 0.05$).

	Täckning	Förrättningsmäns avvikelse från μ (%)											Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7	α_8	α_9	α_{10}	α_{11}	P
Ljunng	49,7	7,2	3,5	-2,2	4,7	-3,4	-0,9	-1,5	-4,0	-0,3	-1,5	-1,5	0,047
Lingon	37,2	2,2	3,5	1,6	1,0	-5,9	-0,3	-2,8	4,7	-0,3	-2,2	-1,5	0,06
Blåbär	5,4	0,2	3,4	-1,0	0,2	-1,6	-0,4	-0,4	0,9	-1,0	-0,4	0,2	0,53

I Vihelminafjällens 6 olika vegetationstyper var förrättningsmannaberoendet litet och oavsett art/artgrupp kan de observerade skillnaderna mellan observatörer hänföras till slumpen. Enda undantaget var "smala gräs" i vegetationstypen "snöskyddad hedvegetation", där systematiska avvikelser mellan observatörerna påvisades.

De fyra observatörernas differens mot μ var liten och liksom i skogslandet var observatörerna påfallande konsekventa. Särskilt små avvikelser syns i den artificiella vegetationstypen (Tabell 3).

Tabell 3. Punktfrekvensmetoden. Observationernas medelvärde (μ), varje förrättningsmans avvikelse från μ (α), samt p-värdet för att förrättningsmännens α -värden är lika. Arter och artgrupper med en täckning > 2 %. P-värde med fet stil indikerar att olika observatörer har olika stora systematiska fel ($p < 0.05$).

Artificiell vegetationstyp

	Täckning	Förrättningsmännens avvikelse från μ (%)				Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	p
Läderblad	21,4	0,2	0,2	-0,6	0,2	0,43
Smala gräs	12,6	1,0	-0,6	-0,6	0,2	0,86
Lingon	9,6	0	0	0,8	-0,8	0,43
En	9,0	-0,2	-0,2	0,6	-0,2	0,87
Limonium	8,2	-0,2	-1,0	-0,2	1,4	0,08
Korn	8,2	-1,8	0,6	0,6	0,6	0,43
Linnea	4,0	-0,8	0	0	0,8	0,67

Snöskyddad hedvegetation på fattigt underlag, styvstarr-ripstarr-typ

	Täckning	Förrättningsmännens avvikelse från μ (%)				Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	p
Dvärgvide	27,8	-2,2	-0,6	1,0	1,8	0,46
Styvstarr	13,6	-0,8	0,8	4,0	-4,0	0,07
Breda gräs	13,6	-0,8	-2,4	-1,6	4,8	0,10
Smala gräs	5,6	1,6	-0,8	1,6	-2,4	0,010
Tuvtätel	2,2	0,2	0,2	1,0	-1,4	0,30

Videkär av ris-Sphagnum fuscum-typ

	Täckning	Förrättningsmännens avvikelse från μ (%)				Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	p
Kråkbär	26,2	-0,6	-0,6	1,0	0,2	0,87
Vitmossa coll	13,4	0,2	1,0	-0,6	-0,6	0,95
Dvärgbjörk	9	0,6	-1,8	0,6	0,6	0,46
Odon	7	0,2	-0,6	1,0	-0,6	0,20
Blåbär	6,8	-1,2	0,4	0,4	0,4	0,33
Hjortron	6,2	-0,6	-0,6	-0,6	1,8	0,39
Kvastmossa	4,2	-0,2	0,6	-1,0	0,6	0,88

Fjällbjörkskog av lågört-typ

	Täckning	Förrättningsmännens avvikelse från μ (%)				Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	p
Kruståtel	17,4	1,8	0,2	-3,0	1,0	0,23
Blåbär	12,8	0	0,8	-0,8	0	0,88
Kovall coll	9,6	-0,8	0	0	0,8	0,85
Gullris	8,4	2,0	0,4	0,4	-2,8	0,10
Breda gräs	6	-1,2	-0,4	1,2	0,4	0,80
Linnea	4,8	-0,8	0,8	0	0	0,68
Noppa coll	3,8	-0,6	2,0	-0,6	-0,6	0,24
Vårfryle	3,6	0,4	-1,2	0,4	0,4	0,10
Hönsbär	3,4	0,6	0,6	-0,2	-1,0	0,32
Fjällskära	3	-1,4	-0,6	0,2	1,8	0,29
Ekbräken	2,6	-0,2	-0,2	0,6	-0,2	0,43
Lingon	2,2	0,2	0,2	0,2	-0,6	0,43

Fjällbjörkskog av ris-gräs-typ

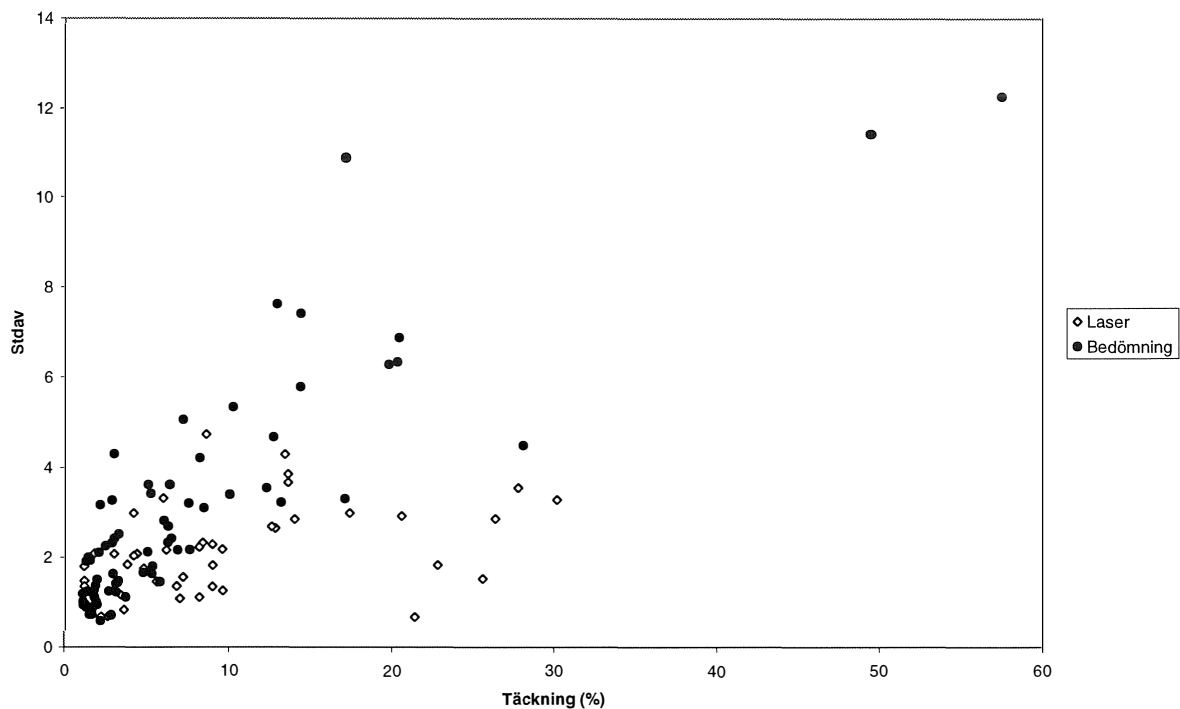
	Täckning	Förrättningsmännens avvikelse från μ (%)				Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	p
Kråkbär	25,4	-1,4	1,0	1,0	-0,6	0,06
Blåbär	20,6	-0,6	0,2	-3,0	3,4	0,08
Ripbär	9	-1,8	-0,2	1,4	0,6	0,17
Renlav	7,2	0,8	-0,8	0	0	0,62
Hönsbär	4,4	0,4	1,2	-2,0	0,4	0,26

Snöfri vindhed av kråkbärs-typ

	Täckning	Förrättningsmännens avvikelse från μ (%)				Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	p
Kråkbär	30,2	2,6	-1,4	-0,6	-0,6	0,46
Odon	22,8	-1,2	-0,4	-1,2	2,8	0,11
Renlav	14	-0,4	2,0	0,4	-2,0	0,36
Styvstarr	8,4	0,4	-2,0	0,4	1,2	0,82

Enligt föreliggande studie ger alltså denna metod skattningar som i mycket liten utsträckning påverkas av olika observatörer. Utöver att en metod bör vara observatörsoberoende är det också önskvärt att metoden ger skattningar med god noggrannhet och precision. Då ett sant värde för täckningen saknas kan dock metodens noggrannhet inte utvärderas. För att kunna studera precisionen har vi låtit medelvärden för de fyra observatörernas observationer tjäna som referensvärde. De enskilda arternas

täckning (μ) i varje vegetationstyp och standardavvikelsen på förrättningsmännens avvikelse från referensen framgår av Figur 1. Oavsett täckningsgrad, vegetationstyp och art uppvisar standardavvikelsen stabila värden och överstiger aldrig 5. Få arter uppvisar en standardavvikelse över 4. Standardavvikelsen synes oberoende av art och täckningsgrad.



Figur 1. Sambandet mellan täckningsgrad(μ) och standardavvikelsen för observatörernas avvikelse från ett referensvärde. Alla arter/artgrupper med en täckning över 1%. Två metoder studerade i 6 vegetationstyper (punktfrekvens), respektive 5 vegetationstyper (täckningsbedömning).

Täckningsbedömning

I de fem vegetationstyperna uppskattades täckningen till över 2 % för 50 arter och hos 13 av dessa påvisades signifikant observatörseffekt ($p < 0.05$) (

Tabell 4) Systematiska avvikelser mellan observatörer påvisades för någon art i alla vegetationstyper utom på den ”snöfria vindheden”. De enskilda observatörernas differens mot μ är i dessa fall ganska stor. Observatörernas bedömning av täckning är dock inte helt konsekvent, en person kan för en art i en vegetationstyp överskatta täckningen gentemot μ och i en annan vegetationstyp underskatta skattningen för en liknande art.

Enligt denna studie ger alltså metoden skattningar som i ganska stor utsträckning påverkas av olika observatörer. Liksom i studien av punktfrekvensmetoden saknas ett sant värde för täckningen, vilket gör det omöjligt att studera noggrannheten, men för att kunna studera precisionen har vi låtit medelvärdet för de fyra observatörernas observationer tjäna som referensvärde. De enskilda arternas täckning (μ) i varje vegetationstyp och standardavvikelsen på förrättningsmännens avvikelse från referensen framgår av Figur 1. Standardavvikelsen varierar, men ökar generellt med täckningsgraden.

Tabell 4. Täckningsbedömning. Observationernas medelvärde (μ), varje förrättningsmans avvikelse från μ (α), samt p-värdet för att förrättningsmäns α -värden är lika. Arter och artgrupper med en täckning > 2 %. P-värde med fet stil indikerar att olika observatörer har olika stora systematiska fel ($p < 0.05$).

Fjällbjörskog av lågört-typ

	Täckning	Förrättningsmäns avvikelse från μ (%)				Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	P
Blåbär	20,3	-5,5	5,2	-0,3	0,7	0,15
Bladlevermossa	14,4	-3,9	-7,2	-3,7	14,8	0,002
Ekbräken	12,7	-0,7	-3,7	1,5	3,0	0,21
Husmossa	8,2	1,8	-2,7	-3,0	3,9	0,09
Hönsbär	6,5	1,2	-1,0	-3,2	3,0	0,013
Lingon	5,1	-1,4	-0,3	-0,1	1,7	0,24
Björnmossa	4,8	0,4	-1,1	-0,6	1,4	0,17
Kruståtel	3,7	0,6	-2,4	-0,2	2,0	0,000
Kråkbär	3,2	-0,2	-0,7	0,5	0,5	0,55
Gullris	3,0	-0,5	-0,5	-0,2	1,3	0,67
Väggmossa	2,9	-1,1	-2,2	-0,9	4,3	0,06
Rosmossa	2,9	0,9	-1,2	-0,1	0,3	0,61
Vårfryle	2,8	-0,3	-1,1	1,0	0,5	0,003
Torta	2,3	1,1	-1,2	1,0	-0,8	0,24
Kovall coll	2,2	0,3	-0,2	-0,9	0,7	0,009

Fjällbjörskog av ris-gräs-typ

	Täckning	Förrättningsmäns avvikelse från μ (%)				Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	P
Husmossa	49,5	2,9	-0,1	-4,5	1,7	0,87
Blåbär	17,1	-5,9	4,9	3,7	-2,7	0,002
Bladlevermossa	14,4	1,6	-3,8	-7,4	9,4	0,013
Kråkbär	13,2	-3,8	-2,8	2,0	4,6	0,012
Odon	10,0	-1,8	0	0,6	1,4	0,65
Kvastmossa	7,2	-3,2	-1,8	-3,2	8,2	0,046
En	6,4	-0,6	2,4	-3,6	1,8	0,18
Lingon	6,3	-1,9	0,7	-3,3	4,5	0,004
Kovall coll	3,0	1,0	-1,2	-1,2	1,2	0,12
Väggmossa	2,2	2,6	-1,4	1,0	-2,2	0,27

Snöskyddad hedvegetation på fattigt underlag, styvstarr-ripstarr-typ

	Täckning	Förrättningsmännens avvikelser från μ (%)				Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	P
Dvärgvide	28,1	4,9	-6,9	0,7	1,4	0,06
Fjällglim	12,9	2,6	-8,9	4,6	1,8	0,24
Styvstarr	7,6	-2,1	-2,4	2,1	2,4	0,047
Smalbladiga gräs	6,1	-0,1	-2,1	2,4	0,3	0,44
Bredbladiga gräs	5,3	1,2	-0,8	-1,0	0,7	0,37
Ormrot	5,2	-1,2	-2,2	-2,2	5,8	0,09
Tuvtåtel	3,1	0,6	-0,4	-0,9	0,6	0,38
Fjällruta	2,7	1,0	-1,0	-0,5	0,3	0,34
Stagg	2,5	-0,5	-1,8	1,8	0,5	0,44

Snöfri vindhed av kråkbärs-typ

	Täckning	Förrättningsmännens avvikelser från μ (%)				Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	P
Kråkbär	19,8	-4,6	-1,2	5,0	0,8	0,35
Bägarlavar	17,1	-1,3	3,3	-3,5	1,5	0,84
Renlav	6,9	-2,5	0,5	1,1	0,9	0,15
Styvstarr	6,3	-1,1	-1,7	0,7	2,1	0,32
Bladlevermossa	5,1	2,5	-1,9	-1,9	1,3	0,28
Klynnetåg	3,1	0,5	-1,1	-1,1	1,7	0,06

Videkarr av ris-Sphagnum fuscum-typ

	Täckning	Förrättningsmännens avvikelser från μ (%)				Alla α lika
	μ (%)	α_1	α_2	α_3	α_4	P
Vitmossa	57,6	3,8	2,8	-1,2	-5,6	0,73
Kråkbär	20,4	-3,4	-5,2	9,4	-0,6	0,08
Hjortron	12,3	2,9	-2,3	-3,5	2,9	0,08
Kvastmossa	10,2	0,2	-3,0	-4,4	7,4	0,049
Tuvull	7,6	1,8	1,6	-2,8	-0,8	0,22
Odon	5,8	-1,6	0,2	1,2	0,2	0,18
Dvärgbjörk	5,4	-0,6	0,4	-1,4	1,4	0,25
Väggmossa	3,3	1,3	-3,3	-0,3	2,3	0,06
Blåbär	3,2	-0,2	0,2	-0,6	0,8	0,65
Bladlevermossa	3,0	-2,8	-3,0	3,8	2,0	0,18

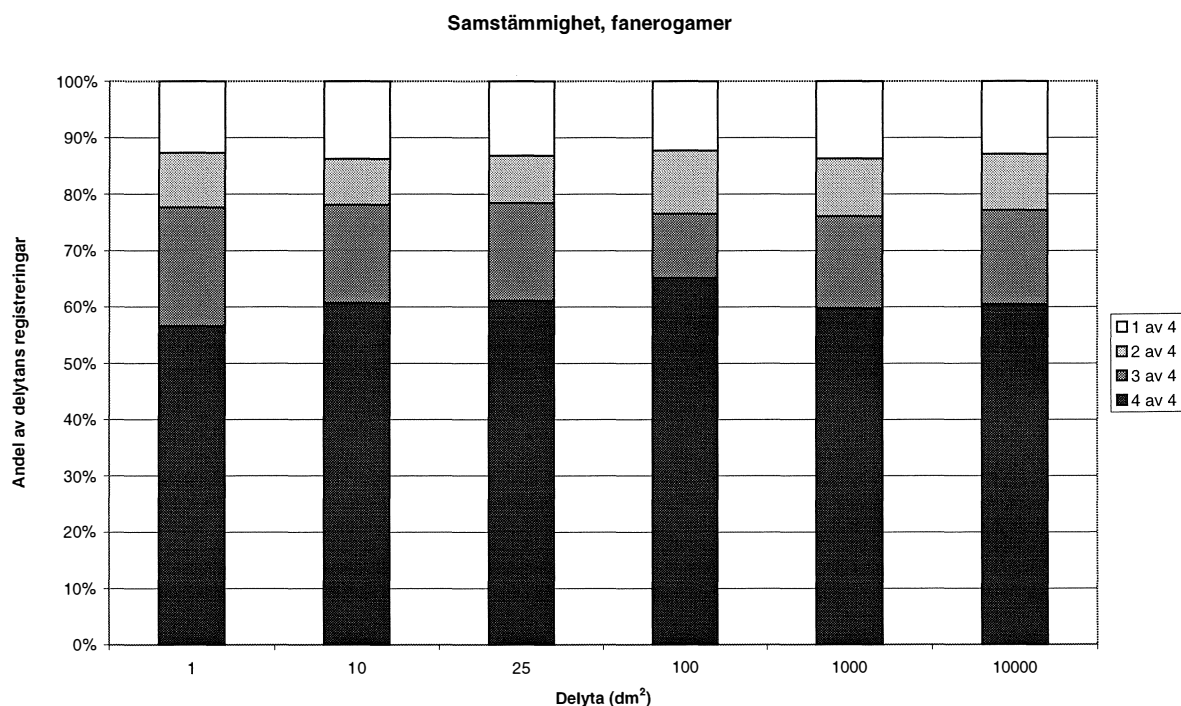
Förekomst på provytor

Artdiversiteten på försökslokalerna var låg i två vegetationstyper och hög i de tre övriga (Tabell 6). Två vegetationstyper var belägna på kalfjället, där växterna både var betade och hade ett förkrympt växtsätt.

Tabell 6. Totalt antal fanerogamer och kryptogamer som registrerats i respektive vegetationstyp.

	Fanerogamer	Kryptogamer
Kalfjäll, ristyp	25	6
Kalfjäll, gräs/örtäng	55	7
Kal myr i fjällbjörskogen	32	9
Fjällbjörskog, ört utan ris	56	12
Fjällbjörskog, ört med ris	39	12
Totalt	86	14

Studeras enbart fanerogamerna, oberoende av vegetationstyp, var samstämmigheten bland de 4 förrättningsmännen likartad för de 6 ingående storlekarna på delytorna (Figur 2). Ungefär 20 % av registreringarna avser fall där endast en eller två personer noterat arten/artgruppen. Helt eniga förrättningsmän, d.v.s. att alla 4 registrerat arten, förelåg i ca 60 % av fallen. Absolut enighet är ett oralistiskt och alltför stort krav på en inventerarkår, varför vi i resterande redovisning med enighet avser att 3 av 4 förrättningsmän varit samstämmiga. I figuren ser vi att med denna definition på enighet uppnås enighet i ca 80 % av fallen, oavsett delytestorlek.



Figur 2. Samstämmighet i registreringarna mellan förrättningsmän, alla vegetationstyper fördelat över delytor.

Enigheten i de olika vegetationstyperna visas i Tabell 7 och Tabell 8. Resultaten har här delats upp i fanerogamer, respektive kryptogamer. Mönstret för fanerogamerna är likartat i de olika vegetationstyperna, men enigheten är bäst i den triviala ristypen på kalfjället och sämst i den mycket heterogena snöskyddade heden på kalfjället.

Tabell 7. Andelen (%) av fanerogamernas art/artgrupper där minst 3 av de 4 förrättningsmännen varit eniga om registreringen, fördelat på delyta och vegetationstyp. Inom parentes anges antalet påträffade arter i respektive delyta.

	Delyta (dm ²)					
	1	10	25	100	1 000	10 000
Kalfjäll, ristyp	100 (2.8)	90 (4.2)	86 (5.6)	88 (6.8)	-	89 (15)
Kalfjäll, gräs/örtäng	62 (10)	67 (13.8)	75 (15.4)	73 (18.4)	68 (26)	70 (34.6)
Kal myr i fjällbjörkskogen	74 (6.2)	80 (9)	80 (9.8)	75 (11)	84 (13.4)	83 (17.8)
Fjällbjörkskog, ört utan ris	86 (7.4)	79 (11.4)	76 (13.2)	72 (17.2)	74 (24.4)	74 (42.4)
Fjällbjörkskog, ört med ris	85 (5.7)	85 (9.2)	81 (11.3)	82 (13.8)	79 (17.8)	81 (24.7)

Enigheten i registreringen av kryptogamer är sämre än bland fanerogamerna. Framförallt den snöskyddade fjällheden uppvisar dålig samstämmighet, för de olika delytorna låg enigheten på 13-39 %. I övriga vegetationstyper var enigheten bättre, ingen av dessa vegetationstypers delytor uppvisade sämre enighet än 55 %.

Tabell 8. Andelen (%) av kryptogamernas art/artgrupper där minst 3 av de 4 förrättningsmännen varit eniga om registreringen, fördelat på delyta och vegetationstyp. Inom parentes anges antalet påträffade arter i respektive delyta.

	Delyta (dm ²)					
	1	10	25	100	1 000	10 000
Kalfjäll, ristyp	57 (4.4)	73 (5.8)	83 (5.8)	93 (5.8)	-	90 (6)
Kalfjäll, gräs/örtäng	17 (2)	13 (2.2)	38 (3)	28 (4)	27 (5)	39 (5.8)
Kal myr i fjällbjörkskogen	55 (3.2)	64 (5.4)	63 (6)	74 (6.8)	77 (7)	76 (7.4)
Fjällbjörkskog, ört utan ris	76 (3.6)	48 (5.6)	65 (6.8)	73 (8.6)	77 (10.2)	83 (11.2)
Fjällbjörkskog, ört med ris	81 (3)	75 (4.5)	75 (5.3)	75 (6.5)	92 (7)	92 (8.5)

Totalt har 86 art/artgrupper noterats i de 5 vegetationstyperna, många av dessa utgörs av enstaka noteringar i någon delyta. Enigheten för de i studien vanligaste arterna redovisas i Tabell 9. I tabellen

ingår enbart arter som registrerats mer än 5 gånger i den största delytan. För ingen av dessa arter har inventerarna varit eniga i alla storlekar på delytorna. Något tydligt mönster är svårt att se, men bäst enighet tycks ha uppnåtts för risen och sämst för små lätt förbisedda örter såsom skogsstjärna, spindelblomster och viol.

Tabell 9. Andel (%) av de delytor där en art registrerats, där minst 3 av 4 observatörer registrerat arten. Fördelat på art och delytestorlek. Samtliga vegetationstyper och alla art/artgrupper med mer än 5 registreringar i den största delytan. Siffran inom parentes anger antalet delytor där en art registrerats.

	Delyta (dm ²)					
	1	10	25	100	1000	10000
Smalbladiga gräs	87 (15)	94 (17)	89 (19)	81 (21)	83 (23)	92 (26)
Blåbär	100 (11)	93 (15)	94 (17)	100 (18)	100 (19)	100 (24)
Lingon	100 (6)	92 (12)	80 (15)	84 (19)	95 (22)	100 (23)
Kräkbär	100 (13)	93 (15)	89 (18)	100 (19)	100 (19)	91 (22)
Fibblor coll	0 (1)	67 (3)	67 (3)	40 (10)	46 (13)	95 (22)
Gullris	67 (3)	63 (8)	70 (10)	75 (12)	80 (15)	81 (21)
Odon	100 (6)	92 (12)	100 (12)	100 (12)	100 (13)	89 (19)
Starr coll (exkl. styvstarr)	60 (5)	63 (8)	67 (9)	78 (9)	87 (15)	78 (18)
Bredbladiga gräs	60 (5)	50 (10)	45 (11)	67 (12)	85 (13)	94 (16)
Björk (glas- och vårt)			0 (2)	29 (7)	62 (13)	100 (16)
Noppa coll	33 (3)	60 (5)	57 (7)	63 (8)	58 (12)	93 (14)
Smörblomma coll	100 (1)	100 (2)	100 (2)	60 (5)	63 (8)	57 (14)
Ormrot	100 (4)	100 (5)	100 (5)	100 (6)	75 (8)	85 (13)
Viol coll	0 (1)	50 (2)	40 (5)	33 (6)	50 (6)	46 (13)
Skogsstjärna		13 (8)	18 (11)	36 (11)	50 (12)	92 (12)
Midsommarblomster		100 (1)	33 (3)	50 (4)	86 (7)	75 (12)
Vide coll		0 (1)	0 (1)	67 (3)	83 (6)	75 (12)
Fräken coll	0 (1)	100 (3)	100 (4)	83 (6)	86 (7)	83 (12)
Kovall coll	71 (7)	89 (9)	90 (10)	82 (11)	100 (11)	92 (12)
Styvstarr	80 (10)	90 (10)	91 (11)	91 (11)	91 (11)	83 (12)
Daggkåpa coll	100 (2)	100 (3)	100 (3)	100 (3)	67 (6)	83 (12)
Hönsbär	100 (6)	100 (10)	91 (11)	100 (11)	100 (11)	100 (11)
Syra coll	33 (3)	50 (4)	75 (4)	83 (6)	71 (7)	55 (11)
Ekbräken	100 (5)	100 (5)	100 (5)	100 (5)	83 (6)	91 (11)
En	100 (2)	100 (2)	100 (2)	100 (3)	100 (5)	82 (11)
Dvärg-, polarvide	75 (4)	80 (5)	100 (6)	100 (7)	100 (7)	100 (10)
Maskros coll		0 (1)	0 (1)	0 (1)	33 (3)	30 (10)
Rönn				0 (1)	40 (5)	90 (10)
Dvärglummer	33 (3)	100 (3)	100 (3)	75 (4)	71 (7)	89 (9)
Fjällruta	50 (2)	100 (2)	100 (2)	50 (4)	80 (5)	89 (9)
Fjällskära	0 (2)	0 (3)	33 (3)	17 (6)	22 (9)	56 (9)
Linnea	100 (2)	67 (3)	67 (3)	50 (6)	88 (8)	100 (9)
Slätterblomma		50 (2)	100 (2)	67 (3)	50 (4)	67 (9)
Ögontröst coll		0 (1)	0 (1)	33 (3)	67 (3)	33 (9)
Spindelblomster		0 (1)	0 (1)	100 (1)	25 (4)	33 (9)
Fryle coll (exkl. vårfryle)	0 (1)	0 (1)	100 (2)	100 (2)	50 (4)	44 (9)
Klynnetåg	100 (3)	100 (4)	100 (4)	100 (4)	83 (6)	100 (8)
Fjälllummer		100 (1)	100 (1)	50 (2)	67 (3)	88 (8)
Vårfryle	75 (4)	100 (4)	100 (4)	100 (4)	67 (6)	57 (7)
Lappljung		100 (1)	100 (3)	100 (3)	75 (4)	86 (7)
Torta		100 (1)	100 (3)	100 (3)	100 (4)	71 (7)
Mossljung		0 (1)	0 (2)	50 (2)	67 (3)	57 (7)
Smörboll					0 (1)	43 (7)

	Delyta (dm ²)					
	1	10	25	100	1000	10000
Lopplummer				100 (1)	50 (2)	43 (7)
Dvärgbjörk	50 (2)	83 (6)	83 (6)	83 (6)	83 (6)	83 (6)
Pyrola coll	100 (1)	100 (1)	100 (1)	50 (2)	50 (4)	83 (6)
Nejlikväxter coll	0 (1)	100 (1)	100 (1)	50 (2)	33 (3)	33 (6)
Stenbär				0 (1)	75 (4)	100 (6)

Diskussion

Punktfrekvensmetoden ger ett värde på växternas täckning, men detta värde är inte direkt jämförbart med värdet för en strikt vertikalprojektion. Metoden ger för alla växter en överskattning jämfört med den sanna täckningen. Det beror på att även de ”laserskott” som bara delvis träffar växten räknas såsom en träff (jämför med delning av provytor, vilket görs för att få en riktig arealskattning). Störst avvikelse från den sanna projicerade täckningen får man för arter med små smala blad, ju större och mindre flikiga bladen är desto bättre överensstämmer vår täckningsgrad med den sanna täckningen. Det finns dock studier som visar att punktfrekvensmetoden kan användas för att skatta t.ex. biomassa (Jonasson, 1988).

En skattning av växtens vertikalt projicerade yta är dock inte nödvändig så länge arternas form och storlek inte förändras med tiden och samma metodik används för inventeringen. Vi är intresserade av studera förändringar av växternas utbredning över tiden och så länge laserstrålens storlek är densamma vid alla mättillfällen kan detta mått på täckningen nyttjas. Dock finns en del svårigheter då laserskottet skall avläsas, vilka kan leda till systematiska avvikelser från det sanna värdet.

För det första gäller det fall då laserstrålen kommer i närheten av växtens yttre begränsningslinje. I vissa fall är det svårt att avgöra om en laserstråle träffar växten eller inte. Detta skulle kunna innebära att förrättningsmannens personlighet påverkar avläsningen.

Det andra problemet är då laserljuset träffar en växtedel och denna inte uppenbart är levande. För att minska inverkan av detta problem måste man ha en strikt definition av vad som skall inventeras. I denna studie definierades en växt såsom växtdelar som under innevarande vegetationssäsong bedömdes ha varit eller är levande och fortfarande är förankrade i marken, sitter fast på en levande växtedel eller på annat sätt kan anses levande (lavfragment). Detta problem orsakar antagligen störst avvikelser mellan olika personer och effekten blir mest allvarlig för växter med fleråriga växtdelar.

Studien visar att förrättningsmannaberoendet för punktfrekvensmetoden är ringa. Metoden gav för ett fåtal arter skillnader mellan förrättningsmän. I skogslandet användes 8 respektive 11 observatörer, vilka aldrig tidigare arbetat med metoden. Trots att erfarenhet av utrustningen saknades och med tanke på att dessa observatörer varken var botanister eller väl motiverade växtinventerare påvisades endast ett litet observatörsberoende hos några arter. I fjällen studerades fyra förrättningsmän, vilka hade en botanisk kunskap i nivå med den som kan förväntas i en skarp inventeringssituation. De hade dessutom ett par veckors erfarenhet av utrustningen. Resultaten visar då mycket små systematiska avvikelser mellan observatörer.

I den artificiella vegetationstypen hade vi eliminerat två osäkerhetsfaktorer (vind och vad som är levande) och förrättningsmannens differens mot ett referensvärde var då mycket litet. Det tyder på att tolkningen av dessa två faktorer möjligen skulle kunna ge ett visst bias.

Sammanfattningsvis kan konstateras att metoden har ett mycket litet förrättningsmannaberoende, en del av detta kan dessutom säkert elimineras med en tydligare definition av vad som är en ”levande växtedel”. Metoden ger också skattningar med god och stabil precision där man kan förmoda att biasen är begränsad. Metoden är dock tidskrävande, vilket innebär att den är kostsam och dessutom blir den inventerade arealen liten, vilket betyder att endast de allra vanligaste arterna kan övervakas effektivt.

Täckningsbedömning som metod uppvisar däremot ett förrättningsmannaberoende. Resultaten skall dock tolkas med viss försiktighet då vi vid bedömningen drabbades av ett tankefel, vilket gör att arter

med låg täckningsgrad (< 10 %) tilldelats alltför stor täckningsgrad. Alla inventerare gjorde dock på samma sätt, varför skillnader mellan observatörer bör kunna studeras utan att felet får för stor inverkan på resultatet.

Trots att små och lätt överskådliga provytor användes så var variationen mellan förrättningsmän ganska stor. I de fall ett observatörsberoende påvisades uppvisar observatörerna stora skillnader i bedömd täckning och observatörerna uppträdde inte helt konsekvent. Det betyder att variationen i bedömningarna till stor del utgörs av slumpfel. Den allvarligaste invändningen mot täckningsbedömning rör dock risken för glidningar i bedömningen över tiden. Risken är uppenbar så länge man inte kan kalibrera bedömningarna mot ett referensvärde. Skall bedömning av täckning användas som metod skulle man kunna kalibrera observatörerna med hjälp av ytor där täckningen fastställts med punktfrekvensmetoden. I inventeringen kan sedan ett tvåfasförfarande användas, täckningsbedömning utförs alltid och punktfrekvensmetoden på ett urval ytor. Man har då möjlighet att upptäcka glidningar mellan år och dessutom kan funktioner tas fram för att justera bedömarnas värden. Vår bedömning är dock att täckningsbedömning är en alltför trubbig metod då vegetationsförändringar skall studeras.

I metodstudien noterades också förekomst på provytor av olika storlek. Designen medger dock inte att enigheten på olika provytestorlekar jämförs, eftersom designen var nestad. Resultaten från studien, att ca 60 % av de registrerade arterna återfanns av alla fyra observatörer, var förvånande svagt. Total enighet är nu inte realistiskt varför vi valde att studera utfallet då tre observatörer noterat arten. Då förbättrades enigheten till ca 80 %. Vad kan förklara att man inte oftare är samstämmig i registreringarna? Första tanken är att förrättningsmännen trots allt har olika nivå på artkunskapen, men studerar man de ytor där en art noterats kan man sluta sig till att felbestämning bara kan vara en delförklaring (Tabell 9). Detta betyder att med stor sannolikhet är det förmågan att se och urskilja detaljer som är avgörande för resultaten. Personer med lika stor artkunskap kan ha olika förmåga att upptäcka detaljer. I vissa av de fall då endast en person noterat arten kan man dock misstänka att en ren felbestämning orsakat registreringen, t.ex. gullris, fjällskära och syror. En annan felkälla kan vara de fall då arten finns i ytans periferi, vissa bedömer arten som innanför gränsen medan andra bedömer den som utanför. Avgörande för om den noteras eller ej, kan då vara den personliga läggningen, vilket kan leda till ett visst personbias.

Uppenbart är att för notering av förekomst föreligger en risk för observatörsberoende. För att komma till rätta med problemet måste man ha välutbildad och kunnig personal, där artlistans svårighetsgrad inte får överstiga den svagaste länken. För att ha kontroll på förändringar i observatörernas skicklighet bör standardiserade prov utföras årligen. En studie för att se på ytstorlekens beroende för samstämmigheten bör dessutom utföras, då man kan misstänka att samstämmigheten minskar med ytstorleken.

Notering av förekomst på nestade cirkelprovytor är en tilltalande metod ur praktisk fältmässig synvinkel, inget i utrustningen kan i princip gå sönder och den är både lätt och billig. Dessutom inträffar aldrig problem med stammar av träd och buskar, vilka innesluts i provytan. Metoden fungerar också tillfredsställande i sluttningar och hög vegetation. För permanenta provytor är markeringen lättare att utföra, det behövs enbart en markering för hela paketet av provytor. Tyvärr tillåter inte designen på försöket direkta jämförelser mellan provytestorlekar, varför vi inte kan uttala oss om enigheten förändras med provytans storlek. Alla vegetationstyper uppvisar ett mönster, där observatörerna är allt enigare ju större provyta som studeras.

Man bör ha i minne att artbestämningsproblematiken inte är unikt för metoder där man enbart noterar förekomst. Det är istället så att detta problem skall adderas till den bias och de svårigheter som andra metoder, som t.ex. punktfrekvens och täckningsbedömning, är behäftade med.

Betetryck

Allmänt

Renens bete och tramp är sannolikt de faktorer som har störst påverkan på vegetationen i fjällområdet. Under sommaren betar renarna framförallt örter, gräs, ris och buskarnas blad, medan de under vinter och vår utnyttjar marklavar, hänglavar och ris. Störst betetryck, uttryckt som ren per hektar, har man i det fjällnära området under vår, sommar och höst. Vintertid betar de flesta renarna i skogslandet.

Betet kan medföra förändrad artsammansättning och/eller förändrad frekvens eller täckning hos vissa arter. Mest omtalad är renens påverkan på lavfloran, men även sammansättningen av den övriga floran kan påverkas påtagligt.

Under våren är renen hänvisad till de områden som först tinar fram. Dit hör markerade kullar och krön där vinden blåst undan snön, samt storblockig terräng där renen kan finna föda bland de tidigt framträdande blocken. Markerade kullar och krön är torra och vindutsatta, varför floran på sådana platser ofta består av ris och lav.

Att objektivt mäta betetrycket direkt på olika vegetationsformer är förenat med vissa svårigheter. Nedan listas en del av dessa;

- Betad renlav fragmenteras, vilket gör att man måste skilja mellan föna och levande lav.
- Ris och buskvegetation kan få betesskador under upprepade säsonger, vilket gör att inventeringen av betetryck på dessa växter bör delas upp i färsk och gamla skador.
- Det är ofta svårt att överhuvudtaget upptäcka om ris och örter betats och klimat- och betesskador kan ha ett likartat utseende.
- För att få säkra skattningar bör man utföra mätningar i någon form och då blir man hänvisad till mätningar på enskilda skott. Hur skall dessa samplas på ett bra sätt?

Bete får till följd att vegetationens höjd blir lägre, varför mätning av vissa arters höjd skulle kunna vara ett sätt att indirekt mäta betetrycket.

Material och metoder

I metodstudien av punktfrekvensmetoden bedömdes höjden på renlaven i de nålstick där renlav påträffades. Höjden angavs i mm. Då endast några få nålstick per vegetationstyp påträffades slogs materialet samman och behandlades som ett försök med 4 behandlingar (observatörer).

Skillnader mellan observatörer utvärderades i en envägs variansanalys.

Resultat

Förekomst av renlav noterades i totalt 74 av nålsticken, men i endast 32 (43 %) av dessa hade alla 4 observatörer noterat förekomst.

Av de 32 bedömda nålsticken framgår att det finns signifikanta avvikelser mellan observatörerna (Tabell 10).

Tabell 10. De fyra observatörernas olika skattning av renlavens medelhöjd och standardavvikelse i 32 nålstick. Olika bokstav visar signifikanta skillnader mellan observatörer.

Observatör	Medel	Stdav
1	6,0 ^a	3,4
2	7,7 ^a	3,5
3	12,0 ^b	5,4
4	7,6 ^a	4,9

Diskussion

Renlaven i fjällområdet är ofta hårt fragmenterad, därför måste en definition av vad som skall inventeras utformas. En viktig fråga är då minimimåttet för fragmentet. Detta hade inte definierats i förväg, vilket ställde till problem vid inventeringen av renlav med punktfrekvensmetoden. Följden blev att i endast 43 % av fallen var alla fyra observatörerna eniga om att renlav fanns i nålsticket. Samstämmigheten hade säkert varit bättre om en minsta storlek på laven hade definierats, t.ex. en minsta utsträckning av 1 cm på fragmentet. Med en definition kommer säkert en hel del tveksamma fall att finnas kvar, men bättre överensstämmelse kan förväntas.

Skall en höjd på laven mätas, så skall man naturligtvis ha en tumstock att mäta med. I vår studie uppskattades istället höjden, eftersom försöket inte tillät att man rörde i vegetationen.

Även om man fått mäta höjden kvarstår dock vissa problem. På lösa fragment som ligger i och under vegetation är det inte helt självklart vad som är höjden. I de fall laven finns inbäddad i annan vegetation, kan den i många fall sakna markkontakt. Den kan t.ex. vara ”upphängd” i blåbärsriset, är det då lav eller förna och vad är höjden och hur mäter man den?

De skillnader mellan förätningsmän som påvisades har dock mest troligt sin förklaring i att vi inte strikt mätte höjden, utan uppskattade den. Man skall dock ha i minne att denna metodstudie är liten (32 nålstick) och samtliga nålstick bestod av ganska hårt fragmenterad lav, där ingen lav var högre än 17 mm. Det är antagligen lättare att mäta lav som är förankrad i marken och inte är lika hårt betad.

Används måttstock och en väl genomtänkt och strikt definition av minsta mätbara lavfragment, bör metoden kunna användas för att följa förändringar av såväl renlavens höjd som täckning.

Generellt utvecklingsarbete

Innehåll i en fjällinventering

Innehåll i en fjällinventering är idag någorlunda väl utrett och studeras därför ej närmare i denna rapport. Flera av målen med fjällinventeringen handlar om hur man skall kunna följa förändringar i vegetationens artsammansättning och abundans. De påverkansfaktorer som identifierats är renens tramp och bete, människans olika nyttjandeformer (turism, renskötsel, transporter,) och befarade klimatförändringar (förändrat temperatur- och nederbörds klimat).

En artlista för pilotinventeringen togs fram, där olika aspekter vägdes in, såsom möjlighet till säker artbestämning, förväxlingsrisk, artens geografiska spridning, abundans, mm. Artlistan följer nomenklatur enligt Mossberg, m.fl. (1992), Hallingbäck & Holmåsén (1985) och Moberg & Holmåsén (1990), men är dock inte ordentligt genomarbetad. Listan bör också upprättas med utgångspunkt från den effekt de identifierade påverkansfaktorerna har på vegetationen. En viktig aspekt är relevansen av och möjligheterna till en säker artbestämning. Vissa arter/artgrupper kanske aldrig skall bestämmas närmare än till familj eller släkte.

Gränsdragning fjäll – skog

Under detta arbetes gång var det tänkt att fjällinventeringen skulle utformas som ett fristående program inom miljöövervakningen. Det förelåg då ett behov av att finna en geografisk avgränsning av fjällområdet för att kunna utnyttja de insatta resurserna optimalt. Nu har det allt tydligare framgått att det är lämpligt att integrera fjällinventeringen med programmet för stickprovsviss landskapsövervakning. Detta omfattar samtliga terrestra naturtyper och behovet av en geografisk avgränsning av fjällen har därmed minskat. Vi har dock valt att här helt kort redovisa det arbete som utförts.

Det finns flera typer av avgränsningar som skulle kunna användas.

Ett par alternativ ges av fjällkartan, där skulle det som är avgränsat som "skogsmark" eller "skog av fjälltyp" kunna utgöra gräns. Då trädgränsen är central i miljöövervakningen borde även ingå en zon nedanför denna. Dessutom kommer det som inte är klassat som skogsmark i någon form (t.ex. myr) och som är belägen i gränzonen att helt hamna inom fjäll alternativt skog, vilket skulle avspegla sig i dessa områdens ägoslagsfördelning.

Ett annat alternativ vore att använda den digitala höjddatabasen och upprätta gränsen utifrån altitud och latitud. Denna metod skulle kunna utvecklas genom att beräkna temperatursummor för varje punkt i höjddatabasen och sedan kan denna styra var gränsen dras, Odin m.fl. (1983).

Det finns flera administrativa gränser som skulle kunna nyttjas som gräns mellan fjäll och skog. *Gränsen för svårföryngrad skog* upprättades av SVO under 1990-talet och var då i mångt och mycket en gräns för subventionerade skogsvårdsåtgärder. Till gränsen finns en del lagföreskrifter kopplade. I Västerbotten följer gränsen ungefär inlandsbanan. Denna gräns ligger kanske lite väl långt ned i skogslandet och med denna gräns skulle mycket skogsmark hamna inom fjäll. *Odlingsgränsen* upprättades på 1800-talet, med syfte att förhindra vidare nyodling västerut. Denna gräns ligger väster om gränsen för svårföryngrad skog och avgränsar fjällområdet på ett sådant sätt att en del kala fjäll finns nedanför gränsen. Detta faktum gör även denna gräns mindre lämpad. *Gränsen för fjällnära skog* upprättades av SVO under 1990-talet och är kopplad till vissa skogliga lagföreskrifter. Gränsen har upprättats genom att vidga Domänverkets s.k. skogsodlingsgräns, så att alla markägarkategorier omfattas. Denna gräns följer höjdkurvorna i större utsträckning än odlingsgränsen och ligger några 10-100-tal meter nedanför trädgränsen. Nedanför denna gräns finns inget som karaktäriseras som fjäll. *Naturvårdsgränsen* upprättades 1988 av SNF och har i dagsläget en funktion i samband med certifieringen av skogsbruket. Denna gräns drogs upp genom att studera satellitbilder, gränsen drogs i princip vid övre delen av de storskaliga skogliga ingrepp som dittills skett. Denna gräns följer i mångt och mycket gränsen för fjällnära skog. *Gränsen för föryngringsavverkning* är den gräns som ligger närmast fjället. Den upprättades också under 1990-talet och ovanför denna gräns tillåts ingen föryngringsavverkning. Gränsen ligger något/några 10-tal meter nedanför trädgränsen och tanken då den upprättades var att nedanför denna gräns skall inte fjäll finnas. Denna gräns ligger ofta något lägre i jämförelse med fjällkartans skogsmarksgräns. Utav de beskrivna administrativa gränserna är de tre sist beskrivna mest tilltalande, eftersom de ligger i nära anslutning till trädgränsen. Genom att använda "gränsen för föryngringsavverkning" skulle en lämpligt liten zon runt trädgränsen ingå i fjällövervakningen.

I vårt arbete valde vi att utvärdera gränsen för föryngringsavverkning som avgränsning för fjällinventeringen. I syfte att studera gränsens lämplighet som gräns mellan skog och fjäll användes Riksskogstaxeringens tillfälliga provytor från åren 1988 – 1997. Provytorerna har kända koordinater och är bestämda till ägoslag, antingen vid ett fältbesök eller med hjälp av kartor och flygbilder på rummet. Föryngringsgränsen finns tillgänglig i digital form, vilket gjorde det möjligt att med GIS särskilja de provytor som finns ovanför gränsen och upprätta ägoslagsfördelningar både ovan- och nedanför denna gräns. Definitionen av ägoslagen följer de av Riksskogstaxeringen använda (Anon, 1999a). Ett ägoslag kan sägas vara synonymt med markslag eller aktuell markanvändning. Förutom de definitioner av

ägoslaget som ges nedan, finns också ett minsta arealkrav för att ett ägoslag skall särskiljas. Den minsta areal som ett ägoslag skall uppta uppgår till 0.02 ha eller 0.25 ha, beroende på ägoslag.

- Skogsmark; mark som är lämplig för virkesproduktion och som inte i väsentlig utsträckning används för annat ändamål. Marken anses som lämplig om den kan producera minst 1 m³sk/ha under 100 års växttid.
- Fjällbarrskog; övergångszon mellan fjäll och skogsmark. Produktionen understiger 1 m³sk/ha under 100 års växttid. Barrträden förmår inte bilda bestånd, men kan stå i grupper. Fjällbarrskogen skall innehålla barrträd eller stubbar efter sådana. Marken klassas som fjäll om den fjällnära skogen är ren björkskog utan nämnvärt inslag av barrträd eller stubbar av sådana och dess produktion understiger 1 m³sk/ha under 100 års växttid.
- Fjäll; kala eller glest trädbevuxna områden ovan barrträdsgränsen. Inom detta ägoslag särskiljs endast sötvatten och fridlyst område. Då endast björk finns ovanför skogsmarksgränsen ligger gränsen mellan skogsmark och fjäll lägre, än i de fall när fjällbarrskog förekommer. På ägoslaget fjäll får endast enstaka, halvt krypande, busklikade individer av tall och gran förekomma. Stubbar som indikerar tidigare förekomst av barrträd får ej förekomma.
- Annat klimatimpediment; mark belägen i Norrland och i första hand på plana, fuktiga marker. Marken ligger inte i sådan terräng att den kan klassas som fjäll eller fjällbarrskog. Vattenöverskottet är ej så uttalat att marken kan klassas som myr. På grund av kärvt klimat kan inte marken producera 1 m³sk per hektar och år.
- Sötvatten; sjöar och vattendrag med en bredd överstigande 2 meter.
- Övrig mark; hit räknas all annan mark. I skogslandet består övrig mark av åkermark, naturbetesmark, myr, berg, väg och järnväg, kraftledning i skogsmark, fridlyst område, militärt impediment, bebyggd mark och annan mark. I fjällbarrskogen består övrig mark av åkermark, naturbetesmark, myr, berg, väg och järnväg, fridlyst område, militärt impediment, bebyggd mark och annan mark. På fjället består övrig mark av fridlyst område.

Ovanför SVO´s förnygringsgräns finns 7,6 milj hektar sjö och land och av detta är 3,4 milj hektar skyddad mark. Den skyddade arealen ingår inte i Riksskogstaxeringens ordinarie inventering, varför redovisningen enbart gäller den oskyddade arealen. Ägoslagsfördelningen ovanför förnygringsgränsen redovisas i Tabell 12.

Tabell 12. Areal fördelad på ägoslag. Området ovanför SVO´s gräns för förnygringsavverkning och utanför reservat.

Ägoslag	Antal provytor	Areal (1 000 ha)	Andel (%)
Fjäll	4045	3 050	72,8
Fjällbarrskog	429	271	6,5
Skogsmark	340	230	5,5
Annat klimatimpediment	23	17	0,4
Sötvatten	426	314	7,5
Övrig mark	503	306	7,3
Totalt	5766	4 188	100

Den oskyddade arealen, 4,2 milj ha, består till 5,5 % av skogsmark. Dessutom klassas 7,3 % som övrig mark, vilken till största del består av berg och myr. Definitionen av ägoslagen möjliggör inte att

särredovisa den areal av "sötvatten" och "övrig mark" som är belägen i skogslandet, respektive fjällbarrskogen. Med tanke på att arealen skog och fjällbarrskog är ungefär lika stor, bör dock "sötvatten" och "övrig mark" inom skogslandet vara några procent. Det gör att ovanför gränsen för föryngringshuggning utgör skog och övriga ägoslag inom skogslandet drygt 10 % av arealen.

Då man betraktar ägoslagsfördelningen ovanför föryngringsgränsen skall man dock ha i åtanke att ägoslag är en bedömd variabel, med all den osäkerhet det innebär. Övergångszonen mellan skogsmark och icke skogsmark (myr, berg, fjällbarrskog eller fjäll) är alltid diffus och därför behäftad med större eller mindre osäkerhet.

Nedanför SVO's gräns och utanför reservaten uppskattades arealen av fjällbarrskog, fjäll och övrigt klimatimpediment till ca 150 000 hektar.

Tabell 13. Areal fördelad på ägoslag med fjällanknytning. Området nedanför SVO's gräns för föryngringsavverkning och utanför reservat.

Ägoslag	Antal provytor	Areal (1 000 ha)
Fjäll	7	4
Fjällbarrskog	161	101
Annat klimatimpediment	76	49
Totalt	5766	153

Gränsen mellan skogsland och fjäll är som tidigare nämnts inte på något sätt distinkt. Områden med skogsmark kan ligga högt upp på sluttningarna, medan flacka lägre belägna områden mera kan ha karaktär av fjäll. Det betyder att gränsen mellan skog och fjäll är otydlig och man kommer aldrig att kunna upprätta en absolut gräns mellan de två områdena. Klimatförändringarnas påverkan på denna gränsszon är av intresse i miljöövervakningen och för att möjliggöra studier av denna bör en del av skogslandet ingå i övervakningen av fjällen. Med detta i åtanke visar denna studie att SVO's gräns för föryngringshuggning kan vara en lämplig nedre gräns för övervakningen av fjällen.

Teknik vid uppdelning i polygoner

I det förslag till inventeringsdesign som framläggs av Ståhl m.fl. (1999), har man tagit fasta på att stora effektivitetsvinster finns att hämta om man utnyttjar förhandsinformation om fjällområdet. Tanken är att kunna styra stickprovet på ett sätt som innebär hög effektivitet i skattningarna, samt att man kan tillförsäkra sig en godtagbar precision för särskilt intressanta områden. Men för att kunna styra stickprovet behöver man heltäckande information från området. Heltäckande information över fjällen finns i form av t.ex. allmän kartinformation, vegetationskartor och satellitinformation.

Vegetationskartans indelning i vegetationstyper kan användas som grund för en stratifiering av stickprovet. Ett rent praktiskt skäl gör det dock svårt i dagsläget, kartan finns inte tillgänglig i digital form över hela fjällkedjan. Dessutom är täckningen inte fullständig, vissa områden utanför det egentliga fjällområdet saknar vegetationskartor. I vegetationskartan är indelningen i vegetationstyper baserad på den vegetation som växer där idag. Då det är förändringar av vegetationen vi är intresserade av borde områdena istället vara homogena med avseende på en förväntad förändring i vegetationen. Ett tredje problem som gör vegetationskartan svår att använda är att den är uppbyggd på bedömningar, både i flygbildstolkningen och i fältarbetet. Därav följer att det finns glidningar i tolkningen av definitionen och användningen av de olika vegetationstyperna då den producerats. Om renen identifieras som den viktigaste faktorn till vegetationsförändringar är trots allt kanske vegetationskartan den bästa grunden för stratifiering. Renens val av betesplats styrs bl.a. av vegetationens täthet och sammansättning, vilket ger ett stort betestryck i vissa vegetationstyper. Där

skulle betestrycket kunna leda till förändringar, vilka effektivt skulle kunna följas genom att rikta stickprovet med hjälp av vegetationskartan.

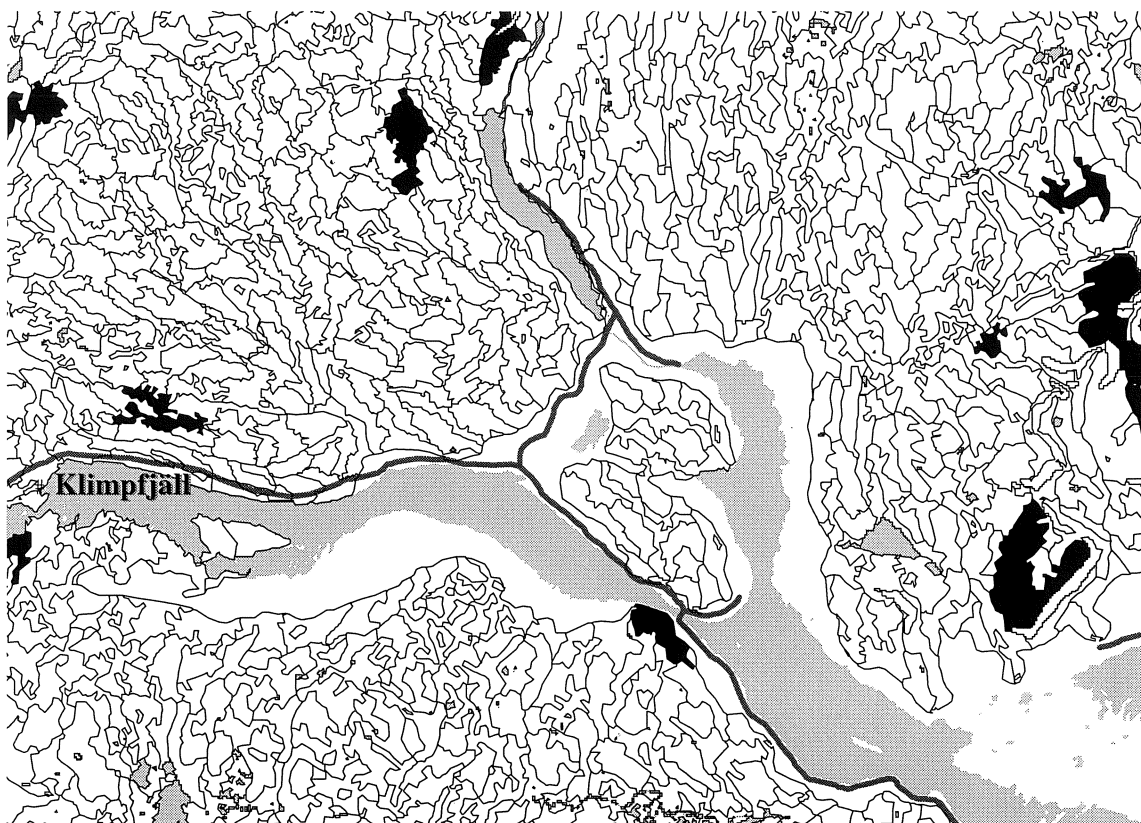
Spektral information från satelliter är en annan möjlig informationskälla, men liksom vegetationskartan är denna information homogen med avseende på något annat än en förväntad förändring av vegetationens täthet och sammansättning. För att effektivt kunna rikta stickprovet med hjälp av spektral information, måste också den spektrala signaturen förses med känd information om vegetationens sammansättning. För detta krävs information om vegetationen från fältobservationer. Den stora fördelen med satellitinformation är att den inte är förenad med någon bedömning.

Digital kartinformation kan också ligga till grund för stratifieringen av stickprovet. Det finns två stora fördelar med att använda denna information som grund. Informationen är inte baserad på någon form av bedömning, dessutom är informationen "neutral" i förhållande till vegetationens sammansättning. Utöver renens påverkan på vegetationen nämns klimatförändringar och deposition av luftföroreningar. Med tanke på dessa två påverkansfaktorer bör grunden för indelning i homogena områden utgöras av höjddata, eftersom man kan förvänta sig likartade förändringar inom områden med samma expositionsriktning, lutningsgrad och höjdläge. En nackdel med informationen från höjddatabasen är den är uppbyggd på ett höjmedelvärde per 50 x 50 m. Det gör att de småskaliga topografiska skillnaderna inte fångas in.

Tidigare erfarenheter av Löfgren (1999) gjorde att vi i vår pilotstudie användes digitala höjddata som grund för indelningen i polygoner. Till försöksområde valdes Vilhelmina kommun och den del av kommunen som ligger ovanför skogsvårdsorganisationens gräns för föryngringsavverkning.

I ett första steg identifierades de områden, vilka inte skulle fältinventeras (brant terräng, sjöar och breda vattendrag). De områden som hade en lutningsgrad som översteg 40 % bedömdes som alltför branta och med hjälp av höjddata bildades polygoner runt dessa. Vattendrag med en bredd över 5 meter klassades som opasserbart vatten och lades också in som områden, vilka inte skulle fältbesökas. Sjöar, vattendrag och branta områden undantogs sedan från den areal som skulle indelas i polygoner.

I höjddatabasen är uppgifter om lutningsgrad och lutningsriktning knutna till punkter, vilka finns i ett systematiskt nät om 50 x 50 meter. Indelningen i polygoner följer en teknik av Hagner (1999). Metoden bygger på att uppgifterna, i detta fall från höjddatabasen, jämförs från punkt till punkt och polygonerna bildas av området runt de punkter som sinsemellan är lika. Det efterkommande fältarbetet blir ineffektivt om polygonerna tillåts vara alltför "oformliga", stora eller små, därför infördes vissa begränsningar vid klassningen. Bl.a. bestämdes en "idealareal" på polygonernas storlek. Polygonerna bildades sedan automatiserat genom att sammanföra områden vilka inom sig är homogena med avseende på lutningsriktning och lutningsgrad (Figur 3). Den önskade arealen bestämdes till 30 - 100 ha, men om höjddata är väldigt heterogent eller homogent över ett stort område, bildas polygoner av "fel" storlek. I ett manuellt efterarbete lades alltför små polygoner samman med intilliggande, medan stora och oformliga lämnades oförändrade.



Figur 3. Utsnitt av en del av det område som omfattades av den automatiserade indelningen i homogena polygoner. De mörka områdena avser polygoner, vilka subjektivt valts ut för fältinventering i pilotstudien.

Den automatiserade indelningen har idag vissa brister. Det rör bl.a. hur man skall tvinga in alla polygoner i ett visst storleksintervall, men även problemet med "besvärligt" formade polygoner är olöst. I detta projekt hanterades dessa problem i ett manuellt efterarbete, men skall förfarandet användas i en framtid måste det utvecklas algoritmer för att slippa detta. Ett sätt att t.ex. begränsa polygonernas utsträckning vore att endast acceptera vissa värden för polygonernas perimeter/areal.

Pilotstudie

Syfte

I rapporten av Ståhl, G., m.fl. (1999) läggs ett förslag på inventeringsdesign för fjällinventeringen fram. De centrala delarna av detta testades i en pilotstudie.

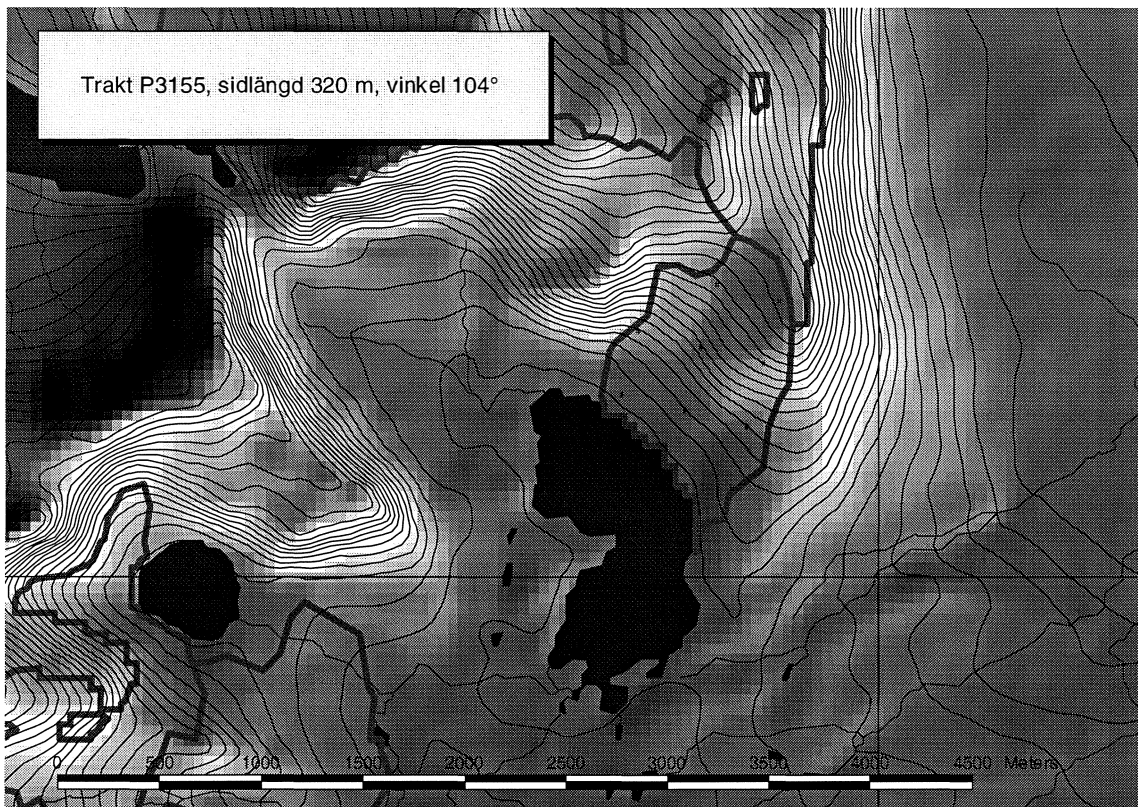
Syftet med pilotstudien var att;

- Skaffa erfarenhet av inventering i fjällen.
- Testa fältmässigheten av den föreslagna designen i inventeringen.
- Testa fältmässigheten av de ingående momenten i den föreslagna metodiken.

- Utföra tidsstudier av alla ingående moment i den föreslagna metodiken.
- Samla in data för att i ett senare skede kunna räkna på vilken dimensionering som krävs för att uppnå en viss säkerhet i skattningen av de förändringar som kan förväntas.

Polygonuppdelning samt val av försöksområde och objekt för fältinventering

Pilotstudiens försöksområde valdes helt subjektivt och utgjordes av Vilhelmina kommuns fjällområde. Tillvägagångssättet vid indelningen i polygoner beskrivs under kapitlet generell utvecklingsarbete. Eftersom pilotstudien var begränsad, valdes de polygoner som skulle besökas i fält subjektivt. Avstånd till väg var det viktigaste urvalskriteriet, tillsammans med höjd över havet och geografisk belägenhet. Några objekt som låg högt och avsides valdes för att testa flygtransport och övernattning. En arbetskarta för varje utvald polygon togs fram. Utöver polygonens tänkta provpunkter innehöll kartan information från blå kartan och i botten låg en satellitbild, på arbetskartan fanns bl.a. uppgift om rutnätets orientering (Figur 4).



Figur 4. Exempel på arbetskarta, polygonen norr om sjön innehåller 9 provpunkter, vilka markerats med svarta prickar.

Planering av inventeringsmoment och design

I Riksskogstaxeringen utgörs en arbetsdag av en trakt bestående av 8 provtytor, med ett avstånd mellan provtytorna på ca 500 meter. Med detta i åtanke var bedömningen att 8 provpunkter med tillhörande linjer kunde inventeras varje dag. I syfte att få ca 8 provpunkter per polygon beräknades med hjälp av polygonens areal ett teoretiskt avstånd mellan provtytorna. En startpunkt slumpades ut och ett rutnät

med det teoretiska avståndet mellan linjerna lades, i slumpvis vald riktning, ut över polygonen. Provpunkterna som skulle besökas återfanns i linjernas skärningspunkter.

Avsikten var att samtliga av Ståhl, m.fl., (1999) beskrivna moment skulle ingå, d.v.s., markbeskrivning, linje-, ståndorts-, areal-, vegetationsinventering och klavning av träd. Linjeinventeringen skulle utföras utefter alla de linjer, vars riktning låg mellan 0 och 90° och som inneslöts av polygonens yttre begränsningslinje. Utefter linjen skulle linjeformade objekt, samt jordblottor inventeras. Vegetationsinventeringen skulle utföras med de tre metoderna punktfrekvens, täckningsbedömning och förekomst.

Tanken var att två man skulle inventera linjer och provytor i en polygon per dag. Följande moment tog dock mer tid i anspråk än vad som beräknats;

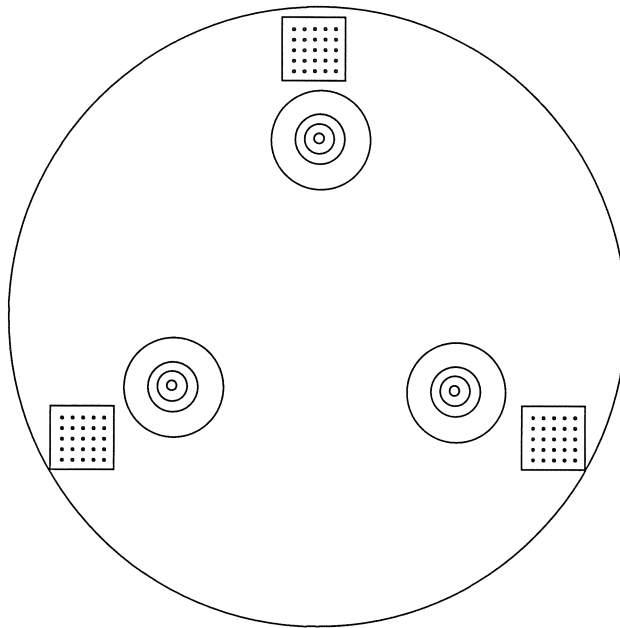
- Transporten till polygonen.
- Momentet med linjeinventering.
- Vegetationsinventeringen.

Utförda inventeringsmoment och design

Klavning av träd, samt ståndorts- och arealinventering är väl utrett av Riksskogstaxeringen och Ståndortskarteringen och därför ströks dessa moment helt från pilotstudien. Hur markbeskrivningen skulle utföras var osäkert, varför detta moment utfördes extensivt.

Tyngdpunkten förlades nu istället på linjeinventeringen och vegetationsinventeringen. Tiden var ändock otillräcklig, varför ytterligare ändringar krävdes. Den design på linjeinventeringen som var planerad medförde betydande mertid för ren gångtid, därför beslöts att istället inventera 100 meter av linjerna i direkt anslutning till provpunkten. Detta förfarande innebär att polygonens yttre delar får för liten urvalssannolikhet, men det ansågs spela liten roll i detta pilotprojekt. Dessutom ströks varannan provpunkt i polygonen, vilket resulterade i att 3 - 5 provpunkter per polygon slutligen inventerades.

I varje provpunkt utfördes vegetationsinventeringen i tre moment, punktfrekvens, täckningsbedömning och förekomst. Utöver vegetationsbeskrivningen bestämdes endast ägoslag för provpunkten.



Figur 5. Schematisk skiss över en av pilotstudiens provpunkter. Den stora provytan hade en storlek av 100 m² och användes för att notera förekomst av arter. De tre seten av mindre provytor för notering av förekomst placerades 3 m från provpunktens centrum och i riktningarna 0, 120 och 240°. I samma riktning, men 5 m från ytcentrum inventerades 3 ramar punktfrekvens.

Punktfrekvensmetoden inventerades i tre ramar om 25 nålstick, för närmare beskrivning hänvisas till kapitlet med metodstudier av vegetation. Ramarnas lägen var förbestämda, men i vissa fall kunde inte det läget användas. Då kompletterades detta läge med ytterligare två näraliggande punkter. På dessa tre punkter uppställdes istället ett enbent stativ, med en mindre ram med måtten 5 x 25 cm. I ena änden av ramen placerades en fästordning där stativet skruvades fast. I ramen var två hål borrade, 10 respektive 20 cm från stativets centrum. Ramen riktades i de fyra vädersträcken. Varje uppställning gav 8 mätvärden och med tre uppställningar erhöles 24 nålstick.

Förekomst på provytor utfördes för provytor med storlekarna, 1, 10, 25, 100 dm², samt 100 m², för närmare beskrivning hänvisas till kapitlet om metodstudier av vegetation. Förekomst på den stora provytan bestämdes på en cirkulär provyta med provpunktens centrum som provytecentrum. De andra provytorernas centrum placerades i tre förbestämda punkter.

Täckningsbedömningen utfördes i tre provytor om 25 dm², (samma läge som ytan för notering av förekomst). Täckningen bedömdes i klasser om 1 %, där siffran utgör klasstopp.

Markslitage

Platser som nyttjas hårt av renen kan få markskador i form av vegetationsfri mark. Därför skulle man kunna använda mängden/arealen av bara mineraljordsfläckar, som ett mått på markslitage.

Renarna rör sig mycket och under sommaren är det förflyttningar mellan betesområden som ger upphov till renstigar. Dessa förekommer oftast i sluttningar, eftersom renarna gärna förflyttar sig utefter "höjdkurvorna". Djuren går företrädesvis klöv i klöv, varför stigarna aldrig blir breda, men å andra sidan kan de ligga tätt. Antal meter renstig per arealenhet skulle därför kunna vara ett annat mått på området markslitage.

På samma sätt skulle andra former av markslitage kunna mätas, t.ex. stigar efter människor eller hjulspår av terrängfordon per arealenhet.

Stigar, hjulspår och bara mineraljordsfläckar inventerades med linjekorsningsmetoden under pilotstudien. Renstig definierades som stig som nyttjats av framförallt ren och som har en viss utsträckning. Vid linjekorsningen betraktades en meter åt vardera hållet och där skulle åtminstone 5 dm² av stigen vara helt fri från vegetation. På ett 20-tal platser i olika delar av Vilhelminafjällen inventerades linjer. Totalt inventerades ett 80-tal olika linjer, var och en av 100 meters längd. Dessutom fanns mycket tid till reflektion under all annan tid som gick åt till gångtransporter.

Renstigar finns framförallt i sluttningar på kalfjället och kan då många gånger vara tydliga, men med vår definition hade vi svårigheter att uppnå enighet i synen på vad som var en renstig. Personer uppfattar och bedömer saker väldigt olika. Företeelser av denna typ kräver att förrättningsmannen gör en bedömning och för att denna skall bli bra måste man ha kalibrerat sig mot varandra innan inventeringen startar (jämför kronutglesning). Någon kalibrering hann vi inte med i förväg, varför det inte är meningsfullt att redovisa resultat. Detsamma gäller för mineraljordsfläckar, människostigar och hjulspår.

Erfarenheterna visar dock att förekomsten av renstigar kan vara ganska stor i vissa sluttningar, företrädesvis på kalfjället. Däremot tycks kal mineraljord vara ovanligt oavsett definition, liksom antalet meter/ha av hjulspår, respektive stigar efter människor.

Studien hjälper oss också att spalta upp svårigheterna i olika delar, så att orsakerna till problemen kan identifieras och förhoppningsvis lösas. Nedan följer ett antal nyckelbegrepp vilka är centrala i samband med denna inventering och som tas upp senare och diskuteras ytterligare.

- Vegetationfri mark
- Stig
- Spår
- Minsta omfattning
- Orsak
- Nyttjandegrad

Vegetationsfri mark är ett uttryck som bör ingå i definitionen av de olika företeelserna. Vad som räknas till vegetationsfri mark beror på hur man bedömer den glidande skalan ifrån vegetationstäckt mark till helt vegetationsfri mark. På mark som har liten täckning av vegetation, tenderar den vegetation som trots allt finns, att växa mer eller mindre klustrat. Det innebär att där är övergången från vegetationstäckt till vegetationsfri mark väldigt smygande och otydlig. Det gör att problemet blir större i högt belägna partier, eftersom vegetationens täckning minskar med höjden över havet.

Spår av motorfordon och en stig skulle kunna ha samma definition, men fyrhjulingar och motorcyklar ger dock oftast bara spår i form av avtryck i vegetationen eller i mineral- eller torvjorden. I regel uppkommer dessa spår av en enstaka händelse, vilket gör att det inte bildas vegetationsfri mark. En stig har däremot alltid delar där vegetationen är bortnött av trampet.

Med minsta omfattning menar vi minsta längd, bredd eller areal av en företeelse, vilken måste uppnås för att företeelsen skall inventeras.

Orsaken till att en kal mineraljordsfläck har bildats är ofta en kombination av orsaker, varför man kanske inte ska bedöma orsaken till att företeelsen uppträder. Detta måste dock göras om slitage av ren skall inventeras.

Nyttjandegraden måste på något sätt bestämmas eftersom stigar, spår och fläckar bildas, upprätthålls och försvinner. Då t.ex. inte renstigen används längre återkoloniserar den av lavar och mossor och då måste man avgöra när den vegetationsfria marken inte längre är fri från vegetation.

Vårt förslag då markslitage skall inventeras bygger på att använda välformulerade definitioner, god utbildning av fältpersonalen och framförallt en ordentlig fotografisk dokumentation av de olika företeelserna. Det senare skulle möjliggöra att en strikt definition efterlevs, utan att glidningar förekommer över tiden.

Markbeskrivning

Jordmånsbildningen i fjällen är dåligt känd (Svarén 1996), men då produktionen i fjällen är låg och de normala jordmånsbildande processerna kompletteras med tjälfenomen kan man förvänta sig att jordmånerna är andra än i skogslandet. Skall fjällinventeringen innehålla markundersökningar måste därför en specifik förstudie av markfrågorna genomföras. I denna studie fokuserades på att undersöka vilken möjlighet till djupgrävning som finns och om markbeskrivningen kan utföras med hjälp av den manual ståndortskarтерingen följer, (Anon, 1999b).

En av Ståndortskarтерingen utbildad kartör djupgrävde och upprättade en markbeskrivning för 23 ytor i Vilhelminafjällen. Ytorna var belägna alltifrån fjällbarrskogen upp till kalvfjället, 1150 m.ö.h. Markhorisonten beskrevs med hjälp av den manual ståndortskarтерingen följer, med den skillnaden att vi tilläts välja en "representativ" plats för grävningen.

De beskrivna jordmånerna fördelade sig på järnpodsol (12), sumpjordmån (3), störd jordmån (3), humuspodsol (2), brunjord (1), tät jordart (1) och järnhumuspodsol (1). Profilerna ovanför trädgränsen var otydliga, med ofta omblandad mineraljord och humus, nedsmutsad rost- och blekjord, samt tunna skikt. Humusformen varierade och alla former utom mull var representerad, dessutom saknade ett par ytor humuslager. I vissa fall var även humusformen svår att bestämma. I en profil fanns kol. Podsolerna hade ett blekjordslager som varierade mellan 1 och 13 cm.

Djupgrävning var i regel möjlig att utföra, men vissa ytor kunde vara besvärliga, då stora mängder sten och block lyfts upp av tjälen. Många av jordmånerna var störda av uppfrysning, flytjord och periodvis översilande vatten. På kalvfjället blev i flera fall beskrivningen knapphändig, särskilt då humus och jordmån knappt var urskiljbara. Manualen från ståndortskarтерingen passade inte så bra ovanför trädgränsen, varför ett ganska omfattande utvecklingsarbete skulle behövas om en jordmånsbeskrivning skall upprättas för ytor uppe på kalvfjället. Största frågetecknen bedömdes röra uppfrysnings- och flytjordar, samt överhuvudtaget störda jordmåner.

Arbetet med grävning skulle försvåras en del om grävplatsen inte får väljas subjektivt och i vissa fall är det inte möjligt att gräva överhuvudtaget, men problemen med grävning är sannolikt överkomliga i flertalet fall.

Orientering till provpunkten

Fältinventeringen bör utföras på förutbestämda provpunkter. För att enkelt och med stor säkerhet komma dit behövs hjälpmedel.

Vid utläggningen av provytor skulle man kunna mäta med kompass och måttband från detaljer, vilka kan urskiljas i fjällkartan. Dock har fjällkartan en begränsad mängd detaljer och relativt lite av säkra orienteringspunkter. Stora nivåskillnader på korta sträckor försvårar också detta tillvägagångssätt.

En annan möjlighet vore att navigera fram till provpunkten med hjälp av en GPS-mottagare. Denna tar emot signaler från satelliter, vilka sedan används för att beräkna en position. Tyvärr är signalerna påförda en störning, som försämrar precisionen i positioneringen (ändrat idag). Störningen sändes ut av den amerikanska militären för att omöjliggöra noggrann positionsbestämning. I de områden som har FM-mottagning kunde dock en korrigering för störningen erhållas direkt, men i fjällområdet saknades den möjligheten. Man hade dock möjlighet att i efterhand korrigera koordinaterna och därmed få en bättre precision. Ett annat problem med att använda GPS-mottagare är att det krävs

kontakt med åtminstone 4 satelliter vid varje bestämning, vilket kan vara svårt då man befinner sig i tät skog eller i djupa dalgångar.

Tekniken med GPS-mottagning förenklar utläggningen av provytor väsentligt, varför vi valde att använda en GPS-mottagare då provytorna lades ut. I den gångna sommarens pilotstudie användes två fabrikat av mottagare, Garmin och Trimble. Trimble har stor minneskapacitet och användes för att samla okorrigerade positionsbestämningar, vilka i efterhand korrigerades. Dessa koordinater kan i realiteten betraktas som "sanna" koordinater för provytan. Garmin ger enbart okorrigerade koordinater, vilka användes för att orientera sig fram till den tänkta positionen. Koordinater för den punkt man vill till knappas in i mottagaren och varefter man förflyttar sig erhålls ett avstånd och en riktning till den punkt som skall besökas. I de flesta fall fungerade mottagningen bra, i endast enstaka fall fanns inte 4 satelliter tillgängliga (brant terräng, tät skog).

Provytorna lades ut då man nått den tänkta positionen, kriteriet för att man var på "rätt plats" utgjordes av att mottagaren angav att 0 meter var kvar till punkten. I vissa fall var det svårt att få mottagaren att ange att 0 meter var kvar till punkten. Problemet var störst i de fall man inte kunde gå riktigt rakt eller gick sakta, t.ex. brant, stenigt eller hindrande vegetation.

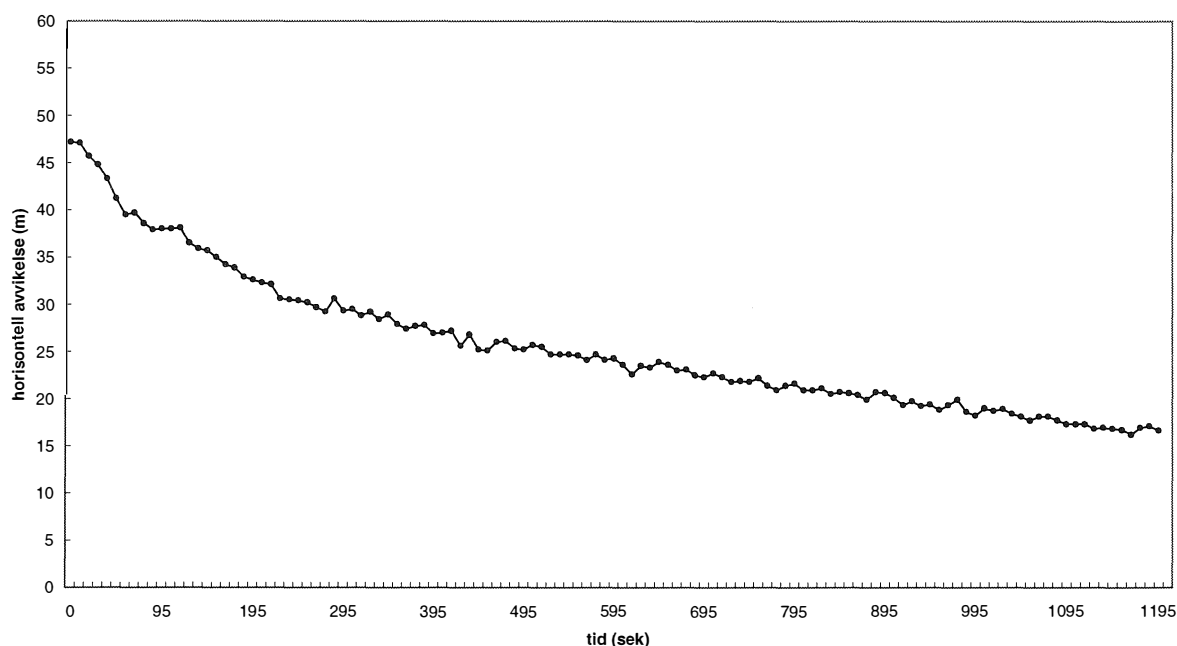
Precisionen i orienteringen med hjälp av GPS-mottagare

Sedan fältarbetet gjordes har störningssignalen helt oväntat tagits bort. Det betyder att idag är därför precisionen i bestämningen avsevärt förbättrad. Problemet med alltför dålig precision finns sannolikt inte idag, däremot måste man fortfarande ha kontakt med minst 4 satelliter för att få god precision.

Så länge störningssignalen sändes ut och ingen korrigerande kunde göras, var precisionen ganska dålig. Då många positioneringar får ligga till grund för lägesbestämningen förbättras dock koordinaterna. Innan störningen togs bort undersöktes om detta faktum kunde utnyttjas för att förbättra noggrannheten vid provyteutläggningen. Syftet med undersökningen var att se hur snabbt precisionen i bestämningen förbättrades. Om precisionen i bestämningen förbättrades snabbt, skulle detta kunna utnyttjas vid provyteutläggningen.

För ändamålet användes data från Riksskogstaxeringen. Positionsbestämningar från ett 100-tal provytor utan trädskikt utnyttjades. Den genomsnittliga avvikelser från den sanna positionen var nästan 50 meter vid en första positionsbestämning. Efter 10 minuter (60 positionsbestämningar) hade felet halverats. Idag då störningssignalen tagits bort bedöms att 1/5 av felet finns kvar, d.v.s. ca 5 meter.

Trädskikt saknas



Figur 6. Positionsbestämning med hjälp av GPS, koordinater vilka inte korrigerats för påfört fel. Det horisontella felets beroende av antalet positionsbestämningar (6 sekunder per positionsbestämning). Ett hundratal provytor utan trädskikt, spridda över hela landet.

Om provytor i framtiden skall läggas ut med hjälp av GPS bör ett slumpförfarande nyttjas för den sista biten fram till provytan. Utnyttjas GPS ända fram till ytcentrum finns annars risk för bias, eftersom man eventuellt undviker ris och andra besvärligheter. De sista metrarna fram till ytcentrum bör därför läggas ut med kompass och måttband. Ett sådant förfarande skulle bli mera objektivt, med mindre risk för subjektivitet då centrumstickan skall utplaceras.

Tidsåtgång

Tidsstudier har utförts för de olika delmomenten i samband med att polygonerna inventerades i pilotstudien (Tabell 14). Till grund för tiderna ligger uppgifter från ca hälften av de besökta polygonerna. Man bör beakta att tidsuppgifterna kommer från ett pilotprojekt. Skall inventeringen utföras i framtiden bör mera strikta tidsstudier göras.

Transport ut till polygonens närhet kan ske med bil eller flyg. Skall flygtransport användas får man, utöver flygtiden, räkna med en del ställtid. Denna del av arbetstiden beror naturligtvis till stor del på hur stor möjlighet man har att bo i närheten av arbetsområdet. En viss vägledning kan nog erhållas ur Riksskogstaxeringens uppgifter.

Gånghastigheten ut till polygonen varierade kraftigt, med ett snitt på ca 2,5 km/timme. Eftersom vägnätet är beläget i dalgångarna kommer man nästan alltid att få börja med en klättring, vilket är tidsödande. Vår bedömning är att man normalt inte kan räkna med större gångavstånd än 4-5 km. Detta moment kräver bra kondition, vilket bör väga tungt då man rekryterar folk.

Transporttiden mellan provytorna får inte heller glömmas bort, även här är 2,5 km/timme ett bra medelvärde att kalkylera med.

Med den prototyp på laserram som användes under 1999 får man räkna med en tidsåtgång på ca 18 minuter per 25 nålstick. Tider under 12 minuter registrerades enbart då vissa nålstick hamnade i sten. I tiden ingår upp- och nedpackning i ryggsäck, upp- och nedmontering av stativ och ram, samt registrering av varje nålstick.

En effektivare utformning av ramen och bättre registreringsutrustning kan i bästa fall minska tiden med 5 minuter. Effektivare än så kan man nog inte räkna med, eftersom själva inventeringen av nålsticken tar mycket tid i anspråk.

Tabell 14. Tider för olika moment vilka ingick i pilotstudien.

	min	max	medel
Gångtransport (minuter/km)	12	60	24
Punktfrekvens 25 nålstick/ram	6	25	18
Förekomst på ytor (1, 10, 25 och 100 dm ²)	4	15	12
Förekomst på yta (100 m ²)	5	30	20
Täckningsbedömning (25 dm ²)	3	10	7
Linjeinventering (minuter/100 m)	2	10	6

Med de provytstorlekar som användes i inventeringen av förekomst under 1999, d.v.s. 1, 10, 25, 100 dm², var tidsåtgången ca 12 minuter. Dessutom tillkom tiden för ytan med arean 100 m², vilken kunde variera mellan 5 och 30 minuter. Den stora ytan krävde att gränfall kontrollerades med måttband, vilket var tidsödande. I ett skarpt läge måste man vid detta moment ha tillgång till annan utrustning än måttband. Täckningsbedömningen tog 3 - 10 minuter i anspråk.

Momentet med linjeinventering tog lite tid i anspråk i de fall linjeriktningen överensstämde med riktningen mellan provytorna, ca 2 minuter/100 m inventerad linje. Betyder momentet att man inte kan runda besvärande vegetation eller andra hinder, eller då linjeriktningen avviker från riktningen mellan provytor, kan momentet ta stor mertid i anspråk. I de fallen kanske uppemot 5 - 10 minuter per inventerad 100 meters linje.

Övriga moment, vilka kan tänkas ingå i en framtida fjällinventering, bör kunna tidsberäknas utifrån de erfarenheter som finns inom RT och SK.

Samlade erfarenheter från 1999

Den automatiserade indelningen i polygoner gav ibland objekt, vilka sträckte sig över stora nivåskillnader eller hade en långsmal eller mångarmad utformning. Ett sådant läge eller form medför stora transportsträckor eller tidskrävande höjdskillnader. Därför förordar vi i framtiden en polygon med "kompakt" form och med en stolek som inte överstiger 100 ha. Dessutom måste objekten få en begränsad inre nivåskillnad.

I förarbetet bedömdes sluttningar med en lutning överstigande 40 % som alltför branta för en fältinventering. Den bedömningen verkar även efter sommarens pilotstudie rimlig.

Planeringen av vad som skulle hinnas med i pilotstudiens fältarbete visade sig fullständigt orealistisk. Dels berodde det på att transporterna till och i polygonen tog längre tid än beräknat, men framförallt

tog inventeringen av vegetation betydligt mera tid. Då vi inventerade förekomst på provytor gjordes detta utan tidspress, så i en skarp inventering kommer man till viss del att kunna skynda på detta moment. Däremot tar ramarna med punktfrekvensmätning ungefär den tid vi använde. Inventeringen av varje nålstick tar den tid det tar och det är svårt att skynda på det hela. I framtida planeringar bör det också beaktas är att när vegetation inventeras, så bör det utföras lika intensivt på alla provpunkter, till skillnad mot i Riksskogstaxeringen där vissa ägoslag inventeras väldigt summariskt. Det innebär att det bör utvecklas subsamplingprocedurer så att tiden på provytorna inte blir alltför lång.

Ståhl m.fl. (1999), föreslog en design med basläger och en veckas arbete inom gångavstånd från detta. I pilotstudien provade vi en övernattnig i tält, med allt vad det innebär av nödvändig utrustning. Efter att ha flugit till baslägret, slogs tälten upp och en del nödvändiga praktiska ting ordnades, t.ex. matens placering. Därefter gjorde de två lagen varsin polygon. Trots ett centralt läge på baslägret tog promenaden till polygonerna 1, respektive 1,5 timme. Dag två inventerade lagen en polygon tillsammans. Denna gång låg polygonen i direkt anslutning till lägret, men med en form som gjorde att provytorna längst bort krävde 45 minuters promenad. GPS var denna dag ett bra hjälpmedel, eftersom dimman stundtals begränsade sikten till 50 m. Duggregnet gjorde alla prylar genomblöta och hemresan med flyg fick ställas in p.g.a. dimman. Dagen avslutades med 18 km fotvandring. Återigen kom vår GPS väl till pass.

Denna enda övernattnig gjorde oss tveksamma till en baslägerdesign med fyra dagars arbete. Det innebär ganska mycket extra utrustning bara för att äta och övernatta på fjället. Matlagning och torkning av blöta prylar låter sig inte göras så lätt. Om det tas beslut om att jobba ifrån basläger måste utrustningen vara sådan att lägerlivet blir så lätt som möjligt. Efter varje arbetsperiod måste det finnas möjlighet att torka all utrustning. Oavsett vad man tycker om en baslägerdesign, bör man nog fundera över konsekvenserna av en kall och regnig sommar i fjällen. Risken är stor att man får personal som inte återkommer, vilket innebär att nya medarbetare måste utbildas. Utöver dyr utbildning, blir risken större att personalen inte når upp till de krav som ställs på t.ex. artkunskap. Basläger innebär att mycket arbetstid kommer att gå till annat än inventering, bl.a. de rent praktiska göromålen. Sammantaget kommer basläger att innebära ganska mycket extra jobb och man kommer nog att behöva reda ut vad som är arbete och vad som är fritid. Arbete från basläger innebär att avståndet till de fyra dagarnas arbete aldrig blir stort, men gångtiden till och från polygonen kommer trots det att vara betydande. Ett alternativ kanske kan vara att jobba med parvis utlagda polygoner. Det skulle innebära en del förenklingar vad gäller utrustning och lägerliv. En övernattnig på fjället och en i civilisationen skulle möjliggöra torkning av material och tillgång till el och telefon.

De flesta helikoptrar i fjällområdet tar endast två passagerare med måttligt stor utrustning. Det gör att man bör kontraktera en firma med större helikoptrar, om man skall flygas ut till ett basläger. Används flygplan är det inget problem, men man är ju då istället hänvisad till att landa på sjöar.

I de fall man använder helikoptertransport ut till en dags arbete, används tiden effektivt eftersom man landar vid startpunkten för dagens arbete. Om man flygs ut till arbetet på morgonen kan man räkna med att det finns mera tillgänglig tid för transport hem. Det innebär att man även vid lite större avstånd kan gå hem från polygonen, men någon analys av hur ofta detta skulle vara möjligt har inte gjorts.

Oavsett om man använder flyg dagligen eller en gång per vecka kommer man inte att kunna flyga vissa dagar. Det innebär att arbetet i fjällen kan ge en del extrakostnader i form av koj dagar eller ofrivilliga extra arbetsdagar på fjället.

Linjeinventering mellan provytor föreslogs inför pilotstudien som ett moment för att bättre fånga in relativt sällsynta linjeelement i inventeringen. I det område vi inventerade var renstigar, jordblottor och i någon mån spår av terrängfordon de företeelser som förekom. Ingen av dessa företeelser är lätt

att definiera och vilka spår, stigar eller blottor som uppfyllde definitionskraven blev hela tiden en fråga om bedömning. Det gjorde att momentet upplevdes som slumpbetonat. Jordblottorna är i de fall de uppträder små och därför knappast lämpade för metoden. Renstigar och spår av fordon bör dock kunna inventeras med linjekorsning, men för att få skattningar fria från observatörsbias måste en stor insats sättas in för att kalibrera bedömare mot varandra och en kontrollinventeringen bör finnas under arbetets gång. Dessutom borde man titta på observatörsberoendet i ett försök. En annan möjlighet som bör utredas är om företeelserna kan mätas i de flygbilder som skall tolkas i landskapsövervakningen. Kanske kan man satsa på en fältkontroll av en flygbildstolkning av dessa företeelser. Här krävs ytterligare tester, diskussioner och funderingar.

Navigationen fram till provytan med GPS fungerade i de flesta fall bra ur praktisk synvinkel och nu då störningen har tagits bort kommer man dessutom att hamna där det var tänkt.

Floran i fjällområdet avviker på flera sätt från den i skogslandet. Arter som endast förekommer i fjällområdet är många och de flesta arterna har i utsatta lägen ett förkrympt växtsätt. På sina håll är betet av hjortdjur så starkt att det också påverkar utseendet. Dessutom innebär väderleken att växternas utveckling och blomning har stor variation mellan olika år. Behovet av en blomställning för en säker artbestämning är för många arter stort. Därför kommer artlistan att bestå av både rena arter och artgrupper. Fårsvingel kan med blomställning ganska lätt bestämmas till art, men är utan blomma svårare att upptäcka, varför det i många fall bara kan bestämmas som smalt gräs. Tillsammans gör detta att utbildningen av inventerarna måste vara omfattande och återkommande.

Det finns ett stort behov av att veta hur inventerarnas kunskaper varierar mellan olika inventeringsår. Därför bör särskilda och standardiserade artbestämningsprov utföras varje år. Provresultaten kan dessutom vara till hjälp om man vill förändra artlistans utseende, då resultaten visar vad som är praktiskt möjligt att bestämma.

Artlistan i sig kräver också en hel del tankemöda och tester. Fjällinventeringen kommer att utgöras av ett mycket glest stickprov. Det gör att övervakningen endast kan komma att gälla de vanliga arterna. De arter som skall ingå bör ha identifierats utifrån vad som är intressant ur övervakningens synvinkel. Arter som man vet eller misstänker att de påverkas av renbete, klimatförändring eller luftföroreningar ges högsta prioritet. Innan en skarp fjällinventering startar bör sedan artlistans lämplighet utvärderas, det kan ske genom att testa samstämmigheten mellan bedömare. Samstämmigheten eller bristen på samstämmighet bör sedan utgöra grunden för vilka åtgärder som vidtas, intensifierade utbildningsinsatser och/eller förändrad artlista.

Utrustningen för nålsticksmetoden, d.v.s. ram, stativ och lasersikte kan vidareutvecklas. Istället för att flytta lasersiktet 25 gånger per uppställning som vi nu gjorde, bör man kunna utveckla en fast hållare för låt säga 5 lasersikten, vilken i sig flyttas. Hållaren skulle kunna fästas vid ett skaft, vilket skjuts ut ifrån stativet, då siktena skall förflyttas.

I inventeringen av arters förekomst användes en mycket enkel utrustning. En metallsticka och ett snöre med några knutar på olika ställen var det enda som behövdes. Utrustning och metod upplevdes av samtliga som mycket positivt att arbeta med. Det som kan diskuteras är hur många storlekar på provytorna man skall ha och hur många ytor per provpunkt som behövs.

Täckningsbedömning upplevde vi som svårt. Från början var tanken att man skulle bedöma hur stor yta var och en av alla de funna arterna täckte på provytan, för både provytan av storleken 0,25 m² och 100 m². Den stora ytan genomfördes dock aldrig p.g.a. tidsbrist och en känsla av hopplöshet. Vi var då på en ört/gräsäng på kalfjället i ett kalkpåverkat område med ett 40-tal olika arter. Ingen art bedömdes

ha en täckning överstigande 10 % och de flesta under 5 %. Därför kändes det rimligare att jobba med en liten provyta, momentet tog inte så lång tid i anspråk, men upplevdes svårt. Av de tre metoderna upplevdes denna som svårast och mest osäker.

Referenser

- Aaby, B. 1990. Övervakning af højmoser 1989. Naturovervågningsrapport. Miljøministeriet, Skov-, og Naturstyrelsen, Danmark.
- Anon. 1984. Nordiska ministerrådet. Vegetationstyper i Norden. Köpenhamn.
- Anon. 1987. Naturvårdsverket. Inventering av ängs- och hagmarker – Handbok. Naturvårdsverket informerar.
- Anon. 1999a. Instruktion för fältarbetet vid Riksskogstaxeringen. SLU, inst. f skogl. resurshushållning och geomatik.
- Anon. 1999b. Fältinstruktion för ståndortskartering. SLU, Inst. f skogl. marklära.
- Bråkenhielm, S. & Quinghong, L. 1995. Comparison of field methods in vegetation monitoring. *Water, Air and Soil Pollution* 79:75-87.
- Goodall, D.W. 1952. Some considerations in the use of point quadrats for the analysis of vegetation. *Australian Journal of Scientific Research/Ser B Biological Sciences* 1-41.
- Hagner, O. 1999. Computer Aided Forest Stand Delineation and Inventory Based On Satellit Remote Sensing. P. 94-105. In *The Usability of Remote Sensing For Forest Inventory And Planning. Proc. Fr. SNS/IUFRO workshop in Umeå 26-28 Feb 1990. SUAS, Remote Sensing Laboratory, report 4.*
- Hallingbäck, T. och Holmåsen, I. 1985. Mossor, en fälthandbok. Utgåva 2.
- Isendahl, P., Holmquist, B. & Gustafsson, P. 1995. Vegetationsmätningar i ängs- och hagmarker. – En statistisk utvärdering av nålsticksmetoden samt diskussion kring artarea – analysen. *Länsstyrelsen i Kalmar län, meddelande 1995:9.*
- Jonasson, S. 1988. Evaluation of the point intercept method for the estimation of plant biomass. *Oikos* 52: 101-106.
- Kennedy, K.A. & Addison, P.A. 1987. Some consideration for the use of visual estimates of plant cover in biomonitoring. *J. Ecol.* 75: 151-157.
- Löfgren, P. 1999. Polygoner för stratifierad sampling vid en eventuell fjälltaxering. SLU, inst. f skogl. resurshushållning och geomatik. PM.
- Moberg, M. och Holmåsen, I. 1990. Lavar, en fälthandbok. Utgåva 3.
- Mossberg, B., Stenberg, L. & Ericsson, S. 1992. Den nordiska floran. Utgåva 2.
- Odell, G. & Ståhl, G. 1998. Vegetationsförändringar i svensk skogsmark mellan 1980- och 90-talet. – En studie grundad på Ståndortskarteringen. SLU, inst. f skogl. resurshushållning och geomatik. Arbetsrapport 37.
- Odin, H., Eriksson, B. & Perttu, K. 1983. Temperaturkartor för svenskt skogsbruk. SLU, inst. f skogl. marklära. Rapport 45.
- Raunkiaer, C. 1912. Measuring-apparatus for statistical investigations of plant-formations. *Bot. Tidskrift.* 33:45-48.
- Ståhl, G., Walheim, M. och Löfgren, P. 1999. Fjällinventering. - En utredning av innehåll och design. SLU, inst. f skogl. resurshushållning och geomatik. Arbetsrapport 50.

Svåren, A. 1996. Jordmånsbildning och markkemisk övervakning i fjällområdet. – En pilotstudie. Länsstyrelsen i Norrbottens län. Rapport 14.

Tonteri, T. 1990. Inter-observer variation in forest vegetation cover assessments. *Silva Fennica* 24 (2):189-196.

Økland, R.H. 1990. Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia. *Sommerfeltia Suppl.* 1:1-233.

Bilaga 1. Artlista

Fanerogamer

Latinska artnamn

Huperzia selago
Lycopodium annotinum
Lycopodium clavatum
Diphasiastrum complanatum
Diphasiastrum alpinum
Selaginella selaginoides
Equisetaceae coll
Equisetum hyemale
Equisetum arvense
Equisetum pratense
Equisetum palustre
Equisetum fluviatile
Equisetum sylvaticum
Ophioglossaceae coll
Polypodiaceae coll
Pteridium aquilinum
Phegopteris connectilis
Athyrium filix-femina, distentifolium
Matteuccia struthiopteris
Polystichum lonchitis
Dryopteris filix-mas
Dryopteris carthusiana, expansa
Gymnocarpium dryopteris
Blechnum spicant
Polypodium vulgare
Picea abies
Pinus sylvestris
Pinus contorta
Juniperus communis
Salix coll

Salix herbacea, polaris
Salix reticulata
Salix caprea
Salix glauca
Salix lanata
Salix phylicifolia, myrsinifolia, borealis
Salix lapponum
Populus tremula
Betula pendula, pubescens
Betula nana
Alnus incana
Urtica coll
Urtica dioica
Urtica dioica ssp sondenii
Polygonaceae coll
Bistorta vivipara
Oxyria digyna
Rumex acetosa, acetosella
Rumex acetosa
Rumex acetosella
Montia fontana

Svenska artnamn

Lopplummer
Revlummer
Mattlummer
Plattlummer
Fjälllummer
Dvärglummer
Fräkenväxter coll
Skavfräken
Åkerfräken
Ängsfräken
Kärrfräken
Sjöfräken
Skogsfräken
Låsbräken coll
Bräkenväxter coll
Örnbräken
Hultbräken
Maj-, fjällbräken
Strutbräken
Taggbräken
Träjon
Skogs-, nordbräken
Ekbräken
Kambräken
Stensöta
Gran
Tall
Contortatall
En
Vide coll (exkl. dvärg, polar och nät)
Dvärg-, polarvide
Nätvide
Sälg
Ripvide
Ullvide
Grön-, svart-, sätervide
Lappvide
Asp
Vårt-, glasbjörk
Dvärgbjörk
Gråal
Nässelväxter Coll
Brännässla
Fjällnässla, glatt brännässla
Syror koll
Ormrot
Fjällsyra
Ängs-, bergssyra
Ängssyra
Bergsyra
Källört

Chenopodiaceae	Mållor koll.
Caryophyllaceae coll	Nejlkväxter coll
Stellaria coll	Arv coll
Stellaria nemorum	Lundarv
Stellaria media	Våtarv
Cerastium cerastoides	Lapparv
Cerastium alpinum	Fjällarv
Cerastium fontanum	Hönsarv
Lychnis alpina	Fjällnejlika
Silene wahlenbergella	Fjällblära
Silene acaulis	Fjällglim
Silene dioica	Rödblära
Aconitum lycoctonum	Nordisk stormhatt
Ranunculus coll	Smörblomma
Ranunculus pygmaea	Dvärggranunkel
Ranunculus glacialis	Isranunkel
Anemone nemorosa	Vitsippa
Actaea spicata	Trolldruva
Trollius europaeus	Smörbollar
Caltha palustris	Kabbleka
Thalictrum alpinum	Fjällruta
Papaveraceae coll	Vallmo coll
Brassicaceae coll	Korsblommiga coll
Cardamine bellidifolia	Fjällbräsma
Drosera coll	Silesår coll
Crassulaceae coll	Fetbladsväxter
Sedum coll	Fetknopp coll.
Rhodiola rosea	Rosenrot
Saxifragaceae coll	Bräckor coll.
Saxifraga oppositifolia	Purpurbräcka
Saxifraga stellaris	Stjärnbräcka
Saxifraga foliolosa	Groddbräcka
Saxifraga aizoides	Gullbräcka
Saxifraga nivalis	Fjällbräcka
Oxalis acetosella	Harsyra
Parnassia palustris	Slätterblomma
Rosaceae coll	Rosväxter
Filipendula ulmaria	Älgört
Rubus chamaemorus	Hjortron
Rubus arcticus	Åkerbär
Rubus saxatilis	Stenbär
Rubus idaeus	Hallon
Dryas octopetala	Fjällsippa
Geum rivale	Humleblomster
Potentilla palustris	Kråkklöver
Potentilla erecta	blodrot
Sibbaldia procumbens	Dvärgfingerört
Fragaria vesca	Smultron
Alchemilla alpina	Fjällkåpa
Alchemilla spp exkl A. alpina	Daggkåpa coll, exkl. fjällkåpa
Sorbus aucuparia	Rönn
Prunus padus	Hägg
Fabaceae coll	Ärtväxter coll.
Astragalus alpinus	Fjällvedel (Ljus+mörk)
Vicia cracca	Kråkvicker
Lathyrus pratensis	Gulvial
Trifolium repens	Vitklöver
Trifolium pratense	Rödklöver

Trifolium medium	Skogsklöver
Lotus corniculatus	Käringtand
Geranium sylvaticum	Skogsnäva
Daphne mezereum	Tibast
Violaceae coll	Violer coll
Epilobium coll exkl angustifolium	Dunört, exkl. rallarros
Epilobium angustifolium	Rallarros
Cornus suecica	Hönsbär
Apiaceae coll	Flockblomstriga coll
Anthriscus sylvestris	Hundkäx
Carum carvi	Kummin
Angelica sylvestris	Strätta
Angelica archangelica	Kvanne
Angelica coll	Kvanne, strätta coll
Diapensia lapponica	Fjällgröna
Pyrola coll	Pyrola coll
Moneses uniflora	Ögonpyrola
Orthilia secunda	Björkpyrola
Ericaceae coll	Ljungväxter coll
Loiseleuria procumbens	Krypljung
Phyllodoce caerulea	Lappljung
Cassiope tetragona	Kantl jung
Cassiope hypnoides	Mossl jung
Calluna vulgaris	Ljung
Ledum palustre	Skvattram
Andromeda polifolia	Rosling
Vaccinium oxycoccus, microcarpum	Tranbär, dvärgtranbär
Arctostaphylos alpinus	Ripbär
Arctostaphylos uva-ursi	Mjölon
Vaccinium vitis-idaea	Lingon
Vaccinium myrtillus	Blåbär
Vaccinium uliginosum	Odon
Empetrum nigrum	Kråkris coll
Primula coll	Vivor coll.
Trientalis europaea	Skogsstjärna
Gentianaceae coll	Gentiana coll
Menyanthes trifoliata	Vattenklöver
Galium coll	Måror coll
Myosotis coll	Förgätmigej coll
Lamiaceae coll	Kransblommiga coll
Scrophulariaceae coll	Lejongapsväxter coll
Veronica coll	Veronika coll
Melampyrum pratense, sylvaticum	Ängs-, skogskovall
Melampyrum pratense	Ängskovall
Melampyrum sylvaticum	Skogskovall
Euphrasia coll	Ögontröst coll
Bartsia alpina	Svarthö
Pedicularis coll	Spiror coll.
Pedicularis sceptrum-carolinum	Kung Karls spira
Pedicularis hirsuta	Fjällspira
Pedicularis palustris	Kärrspira
Pedicularis lapponica	Lappspira
Rhinanthus coll	Skallror coll
Pinguicula coll	Tätört coll.
Plantago coll	Grobladsväxter
Linnaea borealis	Linnea
Valeriana sambucifolia	Flädervänderot
Campanula coll	Klockväxter coll

Campanula rotundifolia	Blåklocka
Campanula uniflora	Fjällklocka
Asteraceae coll	Korgblommiga coll
Solidago virgaurea	Gullris
Erigeron coll	Binkor coll
Gnaphalium supinum	fjällnoppa
Gnaphalium coll	Noppor coll
Antennaria coll	Kattfot coll
Achillea ptarmica	Nysört
Achillea millefolium	Röllika
Chamomilla suaveolens	Gatkamomill
Leucanthemum vulgare	Prästkraige
Tussilago farfara	Hästhov
Petasites frigidus	Fjällskräp
Saussurea alpina	Fjällskära
Cirsium coll	Tistlar coll.
Cirsium helenioides	Borsttistel
Fibblor coll	Fibblor coll.
Hieracium alpina	Fjällfibblor coll
Cicerbita alpina	Torta
Taraxacum coll	Maskrosor coll
Crepis paludosa	Kärrfibbla
Liliaceae coll	Liljeväxter coll
Triglochin palustre	Kärrsälting
Tofieldia pusilla	Björnbrodd
Maianthemum bifolium	Ekorrhär
Paris quadrifolia	Ormbär
Convallaria majalis	Liljekonvalj
Polygonatum verticillatum	Kransrams
Juncus coll	Tåg ej spec
Juncus filiformis	Trådtåg
Juncus arcticus	Fjälltåg
Juncus trifidus	Klynnetåg
Juncus biglumis	Polartåg
Juncus triglumis	Lapptåg
Luzula coll, exkl. pilosa	Frylen exkl vårfryle
Luzula pilosa	Vårfryle
Bredbladiga gräs	Bredbladiga gräs
Smalbladiga gräs	Smalbladiga gräs (smalbl. Svingel och stagg och kruståtel)
	Fårsvingel
Festuca ovina	Groddsvingel
Festuca vivipara	Gröe coll
Poa coll	Vit-, trampgröe
Poa annua, supina	Ängsgröe
Poa pratensis	Blågröe
Poa glauca	Snögräs
Phippsia algida	Bergslok
Melica nutans	Elm coll.
Roegneria coll	Kvickrot
Elytrigia repens	Fjällhavre
Trisetum spicatum	Tuvtåtel
Deschampsia cespitosa	Kruståtel
Deschampsia flexuosa	Lapptåtel
Vahlodea atropurpurea	Myskgräs coll
Hierochloë coll	Vårbrodd
Anthoxanthum odoratum	Fjällven
Agrostis mertensii	Rödven
Agrostis capillaris	

Calamagrostis coll	Rör coll
Phleum alpinum	Fjälltimotej
Milium effusum	Hässlebrodd
Molinia caerulea	Blåtåtel
Nardus stricta	Stagg
Alopecurus coll	Kavle coll
Sparganiaceae coll	Igelknoppsväxter coll.
Cyperaceae coll	Halvgräs coll.
Trichophorum coll	Säv coll.
Trichophorum alpinum	Snip
Trichophorum cespitosum	Tuvsäv
Eriophorum coll	Ull coll
Eriophorum angustifolium	Ängsull
Eriophorum latifolium	Gräsull
Eriophorum vaginatum, scheuchzeri, russeolum	Tuv-, polar-, rostull
Carex coll	Starr coll
Carex chordorrhiza	Strängstarr
Carex dioica	Nålstarr
Carex canescens, brunnescens	Grå-, nickstarr
Carex rostrata	Flaskstarr
Carex capillaris	Hårstarr
Carex panicea, vaginata	Hirs-, slidstarr
Carex magellanica, limosa	Sump-, dystarr
Carex bicolor	Brokstarr
Carex atrata	Svartstarr
Carex aquatilis	Norrlandsstarr
Carex bigelowii	Styvstarr
Carex nigra	Hundstarr
Carex lachenalii	Ripstarr
Carex pauciflora	taggstarr
Orchidaceae	Orkideer
Gymnadenia conopsea	Brudsporre
Leucorchis albida ssp straminea	Fjällvityxne
Dactylorhiza spp	Nycklar coll
Corallorhiza trifida	Korallrot
Listera cordata	Spindelblomster
Listera ovata	Tvåblad
Nigritella nigra	Brunkulla
Gymnigritella runei	Brudkulla
Goodyera repens	Knärot
Hammarbya paludosa	Myggblomster
Coeloglossum viride	Grönyxne

Kryptogamer

Latinska artnamn

Metzgeriales + Marchantiales coll
 Jungermanniales coll
 Ptilidium ciliäre, pulcherrimum
 Sphágnum coll
 Sphágnum magellanicum
 Sphágnum palústre magellanicum coll
 Sphágnum squarrósum
 Polytrichum coll
 Dícranum coll
 Rhodóbryum róseum

Svenska artnamn

Bållevermossa ej spec
 bladlevermossa
 Frans-, tät franslevermossa
 Vitmossa ej spec
 Praktvitmossa
 Vitmossor palustriagruppen
 Spärrbladig vitmossa
 Björnmossor coll
 Kvastmossor coll.
 Rosmossa

Mnium coll
Pleurózium schréberi
Hylocómium spléndens
Cetraria islandica, erecta
Cladonia coll
Cladina coll
Stereocaulon coll
Nephroma arcticum
Peltigera apthosa

Stjärnmossor ej spec
Väggmossa
Husmossa
Islandslav coll
Bägarlavar coll
Renlavar coll
Påskislavar coll.
Norrlandslav
Torsklav

Serien Arbetsrapporter utges i första hand för institutionens eget behov av viss dokumentation. Rapporterna är indelade i följande grupper: Riksskogstaxeringen, Planering och inventering, Biometri, Fjärranalys, Kompendier och undervisningsmaterial, Examensarbeten samt internationellt. Författarna svarar själva för rapporternas vetenskapliga innehåll.

Riksskogstaxeringen:

- 1995 1 Kempe, G. Hjälpmedel för bestämning av slutenhet i plant- och ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--1--SE
- 2 Riksskogstaxeringen och Ståndortskarteringen vid regional miljöövervakning. - metoder för att förbättra upplösningen vid inventering i skogliga avrinningsområden. ISRN SLU-SRG-AR--2--SE.
- 1997 23 Lundström, A., Nilsson, P. & Ståhl, G. Certifieringens konsekvenser för möjliga uttag av industri- och energived. - En pilotstudie. ISRN SLU-SRG-AR--23--SE.
- 24 Fridman, J. & Walheim, M. Död ved i Sverige. - Statistik från Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--24--SE.
- 1998 30 Fridman, J. & Kihlblom, D. & Söderberg, U. Förslag till miljöindexsystem för naturtypen skog. ISRN SLU-SRG-AR--30--SE.
- 34 Löfgren, P. Skogsmark, samt träd- och buskmark inom fjällområdet. En skattning av arealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--34--SE.
- 37 Odell, G. & Ståhl, G. Vegetationsförändringar i svensk skogsmark mellan 1980- och 90-talet. -En studie grundad på Ståndortskarteringen. ISRN SLU-SRG-AR--37--SE.
- 38 Lind, T. Quantifying the area of edge zones in Swedish forest to assess the impact of nature conservation on timber yields. ISRN SLU-SRG-AR--38--SE.
- 1999 50 Ståhl, G., Walheim, M. & Löfgren, P. Fjällinventering. - En utredning av innehåll och design. ISRN SLU-SRG--AR--50--SE.
- 52 Riksskogstaxeringen inför 2000-talet. - Utredningar avseende innehåll och omfattning i en framtida Riksskogstaxering. Redaktörer: Jonas Fridman & Göran Ståhl. ISRN SLU-SRG-AR--52--SE.
- 54 Fridman, J. m.fl. Sveriges skogsmarksarealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--54--SE.
- 56 Nilsson, P. & Gustafsson, K. Skogsskötseln vid 90-talets mitt - läge och trender. ISRN SLU-SRG-AR--56--SE.
- 57 Nilsson, P. & Söderberg, U. Trender i svensk skogsskötsel - en intervjuundersökning. ISRN SLU-SRG-AR--57--SE.

- 1999 61 Broman, N & Christoffersson, J. Mätfel i provträdsvariabler och dess inverkan på precision och noggrannhet i volymskattningar. ISRN SLU-SRG-AR--61--SE.
- 2000 65 Hallsby, G m.fl. Metodik för skattning av lokala skogsbränsleresurser. ISRN SLU-SRG-AR--65--SE.

Planering och inventering:

- 1995 3 Holmgren, P. & Thuresson, T. Skoglig planering på amerikanska västkusten - intryck från en studieresa till Oregon, Washington och British Columbia 1-14 augusti 1995. ISRN SLU-SRG-AR--3--SE.
- 4 Ståhl, G. The Transect Relascope - An Instrument for the Quantification of Coarse Woody Debris. ISRN SLU-SRG-AR--4--SE
- 1996 15 van Kerkvoorde, M. A sequential approach in mathematical programming to include spatial aspects of biodiversity in long range forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--15--SE.
- 1997 18 Christoffersson, P. & Jonsson, P. Avdelningsfri inventering - tillvägagångssätt och tidsåtgång. ISRN SLU-SRG-AR--18--SE.
- 19 Ståhl, G., Ringvall, A. & Lämås, T. Guided transect sampling - An outline of the principle. ISRN SLU-SRGL-AR--19--SE.
- 25 Lämås, T. & Ståhl, G. Skattning av tillstånd och förändringar genom inventerings-simulering - En handledning till programpaketet "NVSIM". ISRN SLU-SRG-AR--25--SE.
- 26 Lämås, T. & Ståhl, G. Om dektering av förändringar av populationer i begränsade områden. ISRN SLU-SRG-AR--26--SE.
- 1999 59 Petersson, H. Biomassafunktioner för trädfraktioner av tall, gran och björk i Sverige. ISRN SLU-SRG-AR--59--SE.
- 63 Fridman, J., Löfstrand, R. & Roos, S. Stickprovsvis landskapsövervakning - En förstudie. ISRN SLU-SRG-AR--63--SE.
- 2000 68 Nyström, K. Funktioner för att skatta höjdtillväxten i ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--68--SE.
- 70 Walheim, M. & Löfgren, P. Metodutveckling för vegetationsövervakning i fjällen. ISRN SLU-SRG-AR--70--SE.

Biometri:

- 1997 22 Ali, Abdul Aziz. Describing Tree Size Diversity. ISRN SLU-SEG-AR--22--SE.

- 1999 64 Berhe, L. Spatial continuity in tree diameter distribution.
ISRN SLU-SRG-AR--64--SE

Fjärranalys:

- 1997 28 Hagner, O. Satellitfjärranalys för skogsföretag. ISRN SLU-SRG-AR--28--SE.
- 29 Hagner, O. Textur till flygbilder för skattning av beståndsegenskaper.
ISRN SLU-SRG-AR--29--SE.
- 1998 32 Dahlberg, U., Bergstedt, J. & Pettersson, A. Fältinstruktion för och erfarenheter från vegetationsinventering i Abisko, sommaren 1997. ISRN SLU-SRG-AR--32--SE.
- 43 Wallerman, J. Brattåkerinventeringen. ISRN SLU-SRG-AR--28--SE.
- 1999 51 Holmgren, J., Wallerman, J. & Olsson, H. Plot - Level Stem Volume Estimation and Tree Species Discrimination with Casi Remote Sensing.
ISRN SLU-SRG-AR--51--SE.
- 53 Reese, H. & Nilsson, M. Using Landsat TM and NFI data to estimate wood volume, tree biomass and stand age in Dalarna. ISRN SLU-SRG-AR--53--SE.
- 2000 66 Löfstrand, R., Reese, H. & Olsson, H. Remote Sensing aided Monitoring of Non-Timber Forest Resources - A literature survey. ISRN SLU-SRG-AR--66--SE.
- 69 Tingelöf, U & Nilsson, M. Kartering av hyggeskanter i pankromaötiska SPOT-bilder.
ISRN SLU-SRG-AR--69--SE.

Kompendier och undervisningsmaterial:

- 1996 14 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 92/96. En analys av skogsstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en del av Östads säteri.
ISRN SLU-SRG-AR--14--SE.
- 21 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. En analys av skogsstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en stor del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--21--SE.
- 1998 42 Holm, S. & Lämås, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. An analysis of the state of the forest and of some management alternatives for the Östad estate.
ISRN SLU-SRG-AR--42--SE.
- 1999 58 Holm, S. samt studenter vid Sveriges lantbruksuniversitet i samband med kurs i strategisk och taktisk skoglig planering år 1998. En analys av skogsstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--58--SE.

Examensarbeten:

- 1995 5 Törnquist, K. Ekologisk landskapsplanering i svenskt skogsbruk - hur började det?. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--5--SE.
- 1996 6 Persson, S. & Segner, U. Aspekter kring datakvaliténs betydelse för den kortsiktiga planeringen. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--6--SE.
- 7 Henriksson, L. The thinning quotient - a relevant description of a thinning? Gallringskvot - en tillförlitlig beskrivning av en gallring? Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--7--SE.
- 8 Ranvald, C. Sortimentsinriktad avverkning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--8--SE.
- 9 Olofsson, C. Mångbruk i ett landskapsperspektiv - En fallstudie på MoDo Skog AB, Örnsköldsviks förvaltning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE.
- 10 Andersson, H. Taper curve functions and quality estimation for Common Oak (*Quercus Robur L.*) in Sweden. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--10--SE.
- 11 Djurberg, H. Den skogliga informationens roll i ett kundanpassat virkesflöde. - En bakgrundsstudie samt simulering av inventeringsmetoders inverkan på noggrannhet i leveransprognoser till sågverk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--11--SE.
- 12 Bredberg, J. Skattning av ålder och andra beståndsvariabler - en fallstudie baserad på MoDo:s indelningsrutiner. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--14--SE.
- 13 Gunnarsson, F. On the potential of Kriging for forest management planning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--13--SE.
- 16 Tormalm, K. Implementering av FSC-certifiering av mindre enskilda markägares skogsbruk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--16--SE.
- 1997 17 Engberg, M. Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. - En inventering av upp till 35 år gamla föryngringsytor på Sundsvalls arbetsomsåde, SCA. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN-SLU-SRG-AR--17--SE.
- 20 Cedervind, J. GPS under krontak i skog. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--20--SE.
- 27 Karlsson, A. En studie av tre inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--27--SE.

- 1998 31 Bendz, J. SÖDRAs gröna skogsbruksplaner. En uppföljning relaterad till SÖDRAs miljömål, FSC's kriterier och svensk skogspolitik. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--31--SE.
- 33 Jonsson, Ö. Trädskikt och ståndortsförhållanden i strandskog. - En studie av tre bäckar i Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--33--SE.
- 35 Claesson, S. Thinning response functions for single trees of Common oak (*Quercus Robur* L.) Examensarbete. ISRN SLU-SEG-AR--35--SE.
- 36 Lindskog, M. New legal minimum ages for final felling. Consequences and forest owner attitudes in the county of Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--36--SE.
- 40 Persson, M. Skogsmarksindelningen i gröna och blå kartan - en utvärdering med hjälp av riksskogstaxeringens provytor. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--40--SE.
- 41 Eriksson, F. Markbaserade sensorer för insamling av skogliga data - en förstudie. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--41--SE.
- 45 Gessler, C. Impedimentens potentiella betydelse för biologisk mångfald. - En studie av myr- och bergimpediment i ett skogslandskap i Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--45--SE.
- 46 Gustafsson, K. Långsiktplanering med geografiska hänsyn - en studie på Bräcke arbetsområde, SCA Forest and Timber. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--46--SE.
- 47 Holmgren, J. Estimating Wood Volume and Basal Area in Forest Compartments by Combining Satellite Image Data with Field Data. Examensarbete i ämnet Fjärranalys. ISRN SLU-SRG-AR--47--SE.
- 49 Härdelin, S. Framtida förekomst och rumslig fördelning av gammal skog. - En fallstudie på ett landskap i Bräcke arbetsområde. Examensarbete SCA. ISRN SLU-SRG-AR--49--SE.
- 1999 55 Imamovic, D. Simuleringsstudie av produktionskonsekvenser med olika miljömål. Examensarbete för Skogsstyrelsen. ISRN SLU-SRG-AR--55--SE
- 62 Fridh, L. Utbytesprognoser av rotstående skog. Examensarbete i skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--62--SE.
- 2000 67 Jonsson, T. Differentiell GPS-mätning av punkter i skog. Point-accuracy for differential GPS under a forest canaopy. ISRN SLU-SRG-AR--67--SE.

- 44 Sandewall, M., Ohlsson, B., Sandewall, R.K., Vo Chi Chung, Tran Thi Binh & Pham Quoc Hung. People's options on forest land use. Government plans and farmers intentions - a strategic dilemma. ISRN SLU-SRG-AR--44--SE.
- 48 Sengthong, B. Estimating Growing Stock and Allowable Cut in Lao PDR using Data from Land Use Maps and the National Forest Inventory (NFI). Master thesis. ISRN SLU-SRG-AR--48--SE.
- 1999 60 Inter-active and dynamic approaches on forest and land-use planning - proceedings from a training workshop in Vietnam and Lao PDR, April 12-30, 1999. Edited by Mats Sandewall ISRN SLU-SRG-AR--60--SE.