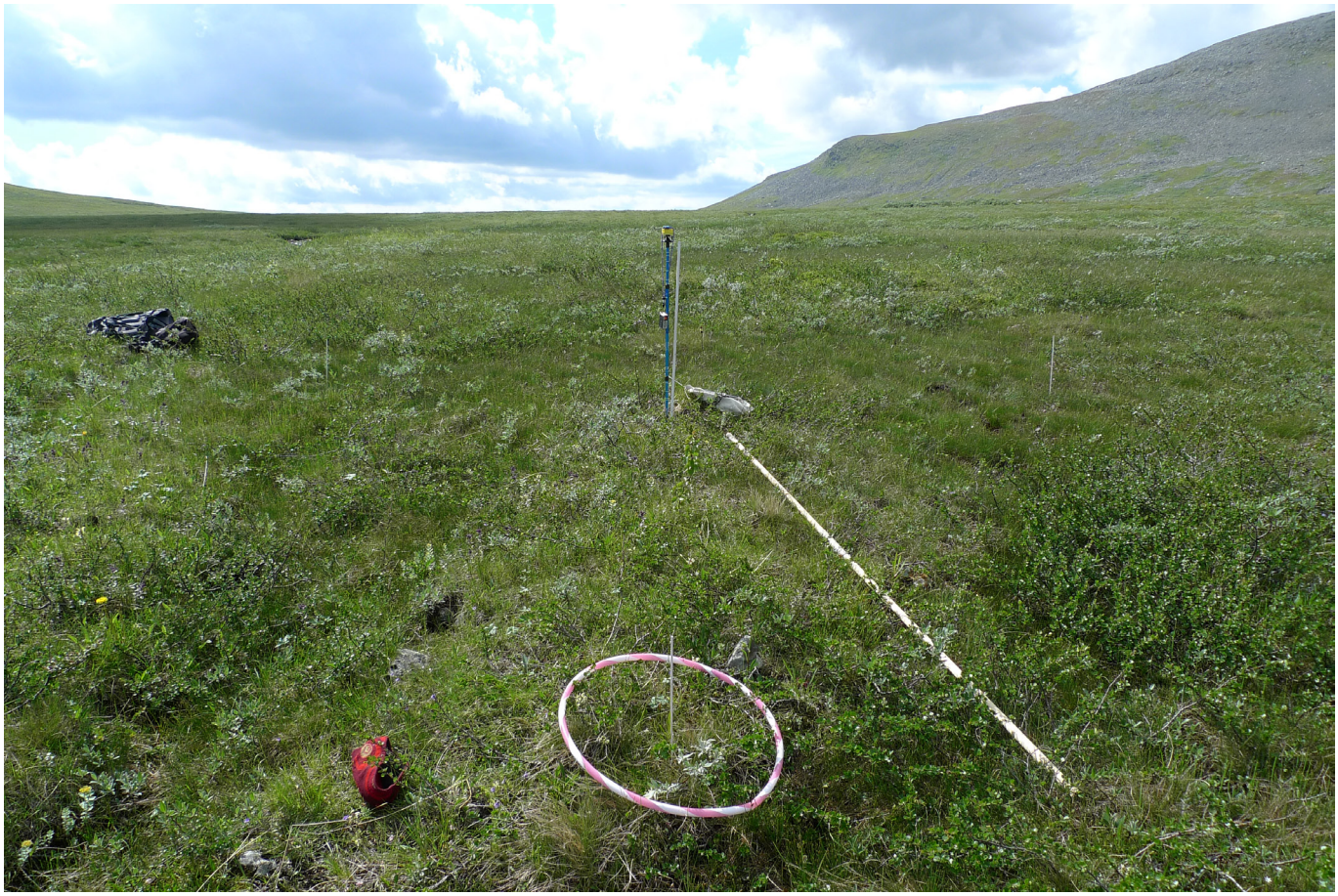
Rapport

Diarienummer
502-7331-10



Övervakning av fjällvegetation

Utvärdering av delprogrammets inventeringsdesign

Länsstyrelsen
Jämtlands län

Länsstyrelserna i Jämtland och Västerbotten bedriver ett gemensamt miljöövervakningsprogram av fjällvegetationen på ett antal fjäll i vardera län. Delprogrammet syftar till att idenfiera eventuella förändringar av vegetationen på kalfjället. Denna rapport redovisar en utvärdering av programmets design med fokus på statistiska variabler.

Omslagsbild: Utlagd inventeringsyta med småprovyta i förgrunden.
Foto: Fredrik Jonsson.

Utgiven av
Länsstyrelsen Jämtlands län
September 2011

Beställningsadress
Länsstyrelsen Jämtlands län
831 86 Östersund
Telefon 063-14 60 00

Ansvarig
Tomas Bergström, Naturvårdsenheten.

Text och illustrationer
Anna Hedström Ringvall, Institutionen för skoglig resurshushållning,
Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.

Tryck
Länsstyrelsens tryckeri, Östersund 2011

Löpnummer
2011:9

Diarienummer
502-7331-10

Publikationen kan laddas ner från Länsstyrelsens hemsida
www.lansstyrelsen.se/jamtland

Utvärdering av delprogrammet Fjällvegetations inventeringsdesign.

Förord

Den utvärdering av delprogrammet Fjällvegetations inventeringsdesign som presenteras i denna rapport har gjorts på uppdrag av länsstyrelserna i Jämtlands och Västerbottens län. Arbetet har genomförts av Anna Hedström Ringvall från NILS och Institutionen vid skoglig resurshushållning vid SLU i Umeå. Metoder och/eller slutsatser har även diskuterats med Magnus Ekström, Sören Holm, Hans Gardfjell, Pernilla Christensen, Anders Glimskär och Henrik Hedenås. Länsstyrelserna har bistått med urval av typvariabler och dataunderlag för styrkeberäkningar. Författaren tackar Anders Glimskär, Pernilla Christensen och Magnus Ekström för synpunkter på rapportens innehåll.

Anna Hedström Ringvall, Östersund 110825

Innehåll

1. Bakgrund 4
2. Att skatta förändringar i vegetationens sammansättning med FV 6
   2.1. Stickprovsinventering och statistiska analyser 6
   2.2. FVs inventeringsdesign: Möjligheter och begränsningar för statistiska analyser 7
   2.3. Förslag 17
   2.4. Jämförelser med NILS 18
3. Möjlighet att upptäcka förändringar för valda typvariabler 18
   3.1. Beräkningar 19
   3.2. Resultat 20
4. Utformning av inventeringen 23
   4.1. Inventeringsdesign 23
   4.2. Variabler 25
5. Diskussion och slutsatser 26
6. Referenser 28

Bilaga 1: Utförliga resultat från styrkeberäkningar ..... A

Bilaga 2: Grunddata I

1. Bakgrund

Sedan 2003 inventeras den svenska fjällkedjan inom det nationella miljöövervakningsprogrammet NILS (Nationell Inventering av Landskapet i Sverige, http://www.slu.se/nils, NILS 2011). Inventeringen sker genom systematiskt utlagda ”landskapsrutor” om 5*5 km. Inom den centrala 1*1 km rutan inventeras bl.a. 12 provytor i fält. Totalt sker i fjällen fältinventering i ca 130 rutor men vissa provytor faller bort pga. att de ligger i Norge, i vatten eller i oländig terräng. Totalt inventeras därför ca 1370 provytor i fjällkedjan inom NILS. Trots det stora antal ytor är NILS ett relativ glest stickprov och få ytor hamnar på hög höjd (Tabell 1). Det beror på att dessa höjdlägen representeras en liten areal totalt sett. Flera ekologer hävdar att eventuella vegetationsförändringar pga. klimatförändringar kommer att märkas först och tydligast i gräsen av arter utbredningsområden (t.ex. Pauli m.fl. 1996; Lesica & McCune 2004 och referenser i dessa). Det kan därför vara av intresse att övervaka dessa höjdlägen speciellt.

Mot denna bakgrund startade 2006 delprogrammet Fjällvegetation (FV) som en intensiv vegetations-övervakning på sju fjälltoppar över 1200 m.ö.h. i Jämtlands och Västerbottens län (5 respektive 2 toppar). Varje fjäll inventeras med 5 eller 6 transekter med start i toppen av fjället (Figur 1). Transekter läggs ut med fix riktning, jämnt spridda runt toppen. Vissa transekter sträcker sig ned i fjällbjörkskogen medan andra, pga. fjällets topografi, slutar på högre höjd. Längs varje transekt läggs provytor ut med visst intervall (enligt speciella regler, men inte med ett fast höjdintervall eller fast avstånd). Varje provyta består av en yta med 10 meters radie och tre små provytor med area 0,25 m^2. På ytorna görs bl.a. bedömningar av täckningsgrad av olika grupper i botten- fält-, busk- och trädskikt och registreringar av förekomst/icke förekomst av alla kärlväxter. Tillvägagångssätt och variabelinnehåll har hämtats från NILS men till viss del modifierats. För en utförlig beskrivning av FVs inventeringsdesign se ”Metoder för utlägg av provytor och för datainsamling inom FjällNILS-projektet” (Carlsson, 2011).

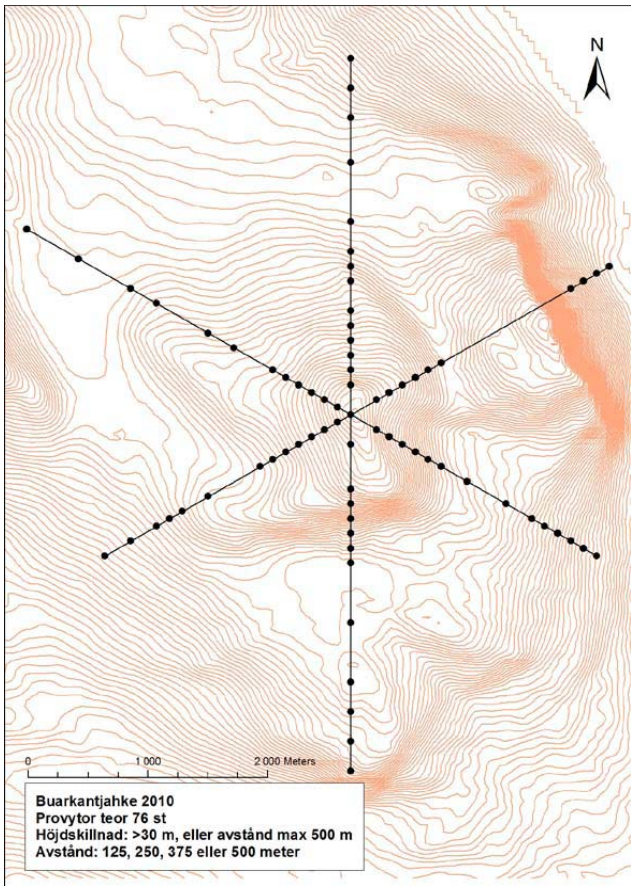
Sommaren 2011 kommer den första av de valda topparna att återinventeras. Inför den första återinventeringen vill länsstyrelserna i Jämtlands och Västerbottens län göra en översyn av FVs upplägg i syfte att utvärdera om den valda metodiken tillhandahåller data som är ändamålsenliga för deras behov.

I denna rapport presenteras resultat från en utvärdering av FVs inventeringsdesign. Utvärderingen har gjorts genom att först beskriva möjligheter och begräsningar med avseende på de statistiska analyser som kan göras givet den använda inventeringsdesignen. Den typ av skattningar som FV kommer att resultera i jämförs sedan med tänkbara resultat från NILS. Möjligheten att upptäcka faktiska förändringar för några olika variabler studerades genom att simulera enkla förändringsscenarios. Med utgångspunkt i genomgången av analysmöjligheter och resultat av simuleringsstudien diskuteras sedan inventeringens utformning med avseende på bl.a. provyteantal och utlägg av provytor längs transekter.

Studien har gjorts med utgångspunkten att länsstyrelserna valt att studera några subjektivt valda fjäll i form av fallstudier och berör inte andra alternativa upplägg av en utökad vegetationsinventering på hög höjd. Studien är också i första hand en utvärdering av statistiska aspekter av den använda inventeringsmetodiken och diskuterar t.ex. inte vilka variabler om är ekologiskt relevanta.

Tabell 1. Antal inventerade provytor i NILS stratum 10 (fjällkedjan) för respektive län.

Höjdintervall	BD	AC	Z	W
300-400	50			
400-500	153	18	17	
500-600	191	75	42	
600-700	131	77	35	16
700-800	92	16	44	16
800-900	45	22	95	4
900-1000	47	33	41	
1000-1100	36	11		
1100-1200	26	2		
1200-1300	20			
1300-	14			



Figur 1. Utlagda transekt och provytor på fjället Buorkantjakke som inventerades sommaren 2010.

Bild Bengt-Göran Carlsson

2. Att skatta förändringar i vegetationens sammansättning i FV

2.1. Stickprovsinventering och statistiska analyser

En kvantitativ inventering görs för att man, av någon anledning, vill få ett kvantitet mått på någon eller flera aspekter av en population. Oftast är en totalinventering inte möjlig och datainsamlingen görs genom någon form av stickprov. Utifrån stickprovet vill man sedan dra slutsatser om populationen som helhet. Inget sätt att välja ett stickprov kan sägas vara universellt bäst och en inventering bör därför utformas olika beroende på ändamålet med inventeringen (t.ex. Eberhardt & Thomas, 1991). Ofta är man intresserad av många aspekter och den design som slutligen väljs blir en kompromiss mellan olika behov.

I en vid uppdelning av syften med en kvantitativ inventering kan man skilja mellan inventering för skattning av populationsvärden för väldefinierade populationer (vid naturresursinventeringar ofta geografiska områden) och inventering för att undersöka samband med olika variabler eller för att jämföra olika grupper/populationer. Eberhardt & Thomas (1991) benämner inventering för dessa två ändamål för ”descriptive sampling” respektive ”analytical sampling”.

I den första typen av inventeringar dit t.ex. Riksskogstaxeringen och NILS hör utgår man (oftast) från ett slumpmässigt valt stickprov. Med slumpmässigt stickprov menar man i statistiska sammanhang att alla enheter i populationen har en sannolikhet att bli vald och att den sannolikheten är känd. Utifrån stickprovet skattas olika populationsvärden för väldefinierade områden (populationer). Det kan t.ex. vara virkesförrådet per hektar för olika trädslag, total areal mark med viss störning eller medelvärden för täckningsgrad av viss art för olika geografiska områden. Skattningar görs ofta för delpopulationer för att kunna jämföra dessa sinsemellan, t.ex. täckningsgrad av viss art på hävdad ängsmark respektive ohävdad ängsmark i Götaland.

Den andra typen av inventeringar, dit många ekologiska forskningsstudier hör, är framför allt inriktade på att hitta förklaringar genom att studera samband mellan olika variabler, t.ex. samband mellan näringsinnehåll i marken och en arts förekomst, eller skillnader mellan olika grupper. Denna typ av inventering liknar ofta till upplägget ett experiment, men skiljer sig genom att effekter inte tilldelas artificiellt. Ett godtyckligt eller slumpmässigt stickprov väljs för att representerar varje grupp eller typ av effekt som vill studeras. Fortsatta statistiska analyser baseras ofta på modeller, t.ex. en regressionsmodell som beskriver artens förekomst i förhållande till näringsinnehåll. Ofta avser man en population i vidare bemärkelse (t.ex. nyckelbiotoper med liknanden egenskaper som de som studerats) och inte en fix population som ovan (just de nyckelbiotoperna från vilka ett urval för inventering har gjorts). Data från storskaliga stickprovsinventeringar med främsta syfte att skatta populationsvärden kan användas och används också för att undersöka olika samband via statistisk modellering men är inte alltid optimalt upplagda för att svara på specifika frågor.

Gemensamt för båda dessa typer av inventeringar är dock att man utifrån observationerna i ett stickprov vill kunna uttala sig om en större population. För mätningar i fasta provytor vill man t.ex. kunna säga om den förändring i medelvärde för täckningsgrad som observerats i ytorna också kan sägas gälla för populationen i stort. I det första fallet gör man det ofta genom att till skattning av ett medelvärde skatta ett konfidensintervall som med en viss sannolikhet täcker det sanna värdet. I det senare fallet görs ofta olika hypotestest (se t.ex. Zar 2009). Om man i ovanstående exempel kan förkasta noll-hypotesen om att ingen förändring i täckningsgrad skett vid viss felnivå (risk att förkasta

noll-hypotesen trots att den är sann), kan den skattade förändringen sägas vara statistiskt signifikant vid given felnivå.

Skattningar och statistiska slutsatser om en population kan antingen baseras på att ett stickprov har valts slumpmässigt från populationen (enligt definition ovan) eller på antagande om populationen och de observationer som finns från denna. Baserat på ett slumpmässigt (eller ofta systematiskt slumpmässigt) urval kan man säga att skattningar har vissa statistiska egenskaper; de är t.ex. sk. väntevärdesriktiga skattningar, vilket innebär att de om inventeringen upprepas oändligt många gånger i snitt skulle hamnat på det sanna värdet för aktuellt område. I verkligheten gör man dock bara en inventering, men utifrån stickprovets urval kan man beräkna ett medelfel som anger hur precis skattningen är (hur den varierar runt det sanna värdet) och som används för att skatta konfidensintervall eller i hypotestest. Genom ett godtyckligt urval skulle motsvarande skattning av populationsvärden, medelfel och hypotestest istället måsta baseras på ett antagande om att observationerna är oberoende och kommer från en homogen population där varje observation har samma förväntade värde och varians.

2.2. FVs inventeringsdesign: Möjligheter och begränsningar för statistiska analyser

FVs upplägg med provytor längs transekter i fixa riktningar kan något förenklat sägas vara utformat för att studera förändringar av vegetationen i förhållande till höjd över havet och lutningsriktning. Nedan följer en genomgång av möjligheter och begräsningar med avseende på olika tänkbara statistiska analyser som följer av detta val av inventeringsdesign. Genomgången börjar med några statistiska metoder för att analysera gradienter och fortsätter med enklare analysvarianter anpassade för länsstyrelsen behov. Genomgången avslutas med de begräsningar som finns med den använda inventeringsdesignen.

Regressionsmodeller för att beskriva höjdgradienter

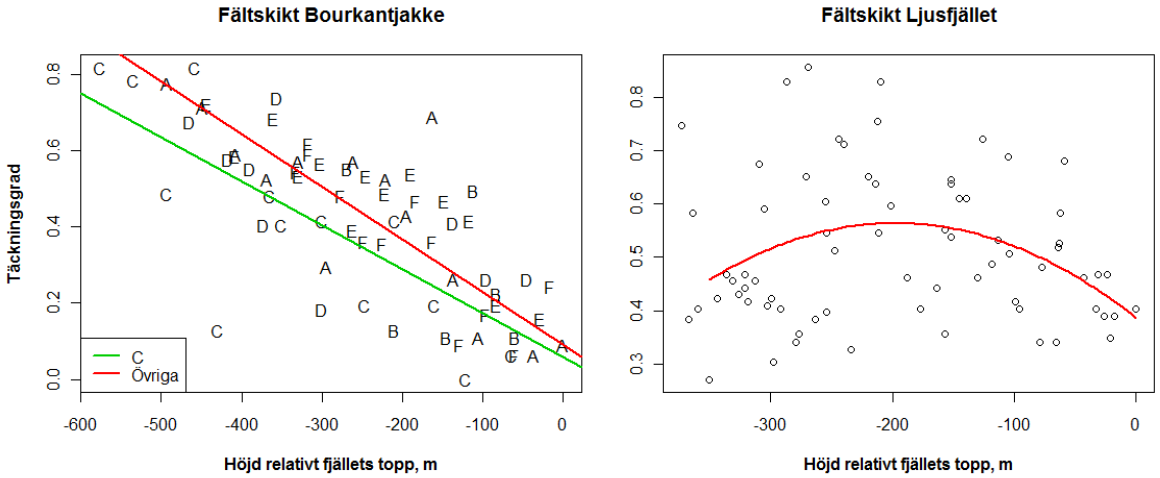
FVs upplägg ger stora möjligheter att studera samband mellan vegetation, höjdläge och lutningsriktning. Från insamlade data är det tydligt att förekomst av arter och olika täckningsgrader kan relateras till höjdläge och i viss mån även till lutningsriktning (transekt). Inventeringens upplägg gör att höjd över havet får användas som en kontinuerlig variabel och täckningsgrad eller förekomst av en art får då relateras till höjd över havet och riktning genom en regressionsmodell (se t.ex. Andersson m.fl. 2007 eller Zar 2009).

Om det finns ett linjärt samband mellan höjd över havet och täckningsgrad (eller lämplig transformation av täckningsgrad, se t.ex. Zar 2009) kan en regressions modell se ut som i Figur 2, till vänster. Lutningsriktning inkluderas lämpligast som s.k. dummy variabel (indikator variabel) och ger då en egen linje för varje riktning (transekt). I Figur 2 är transekt C signifikant skild från övriga transekt. Om sambandet mellan täckningsgrad och höjd inte är linjärt kan man i först hand testa om sambandet kan uttryckas som en andragradspolynom med höjd över havet^2 som ytterligare förklarande variabel (Figur 2, höger). Andra variabler kan också inkluderas i modellen.

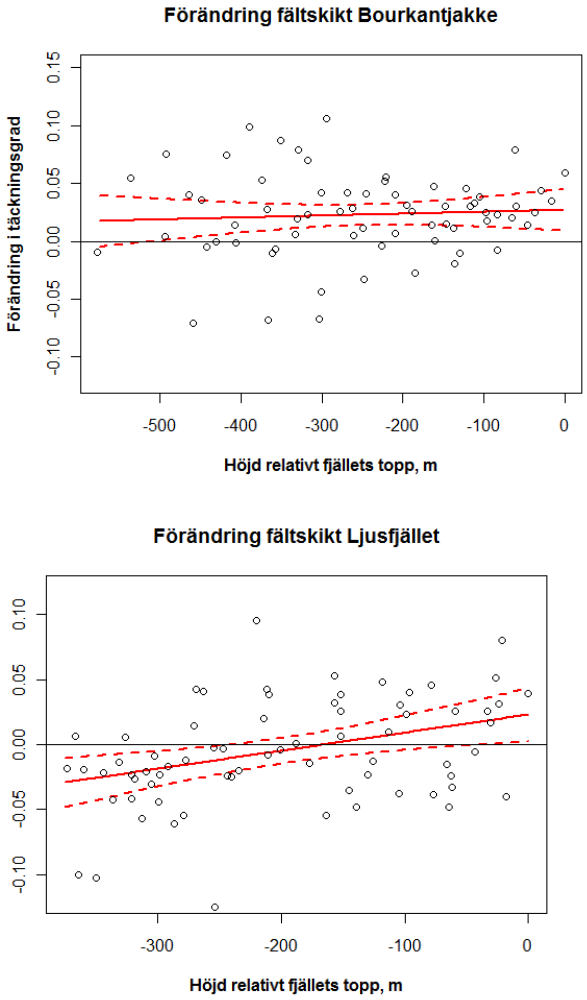
En sådan regressionsmodell beskriver täckningsgrad vid olika höjdlägen men säger inte något om ett medelvärde på fjället som helhet, som ju också beror av andel av olika höjdlägen.

Regressionsmodellen gäller i grunden för de riktningar (transekt) som studerats, men om ingen signifikant (eller större) skillnad finns mellan riktningar (transekt) kan modellen antas gälla för fjället mer generellt.

För att studera en förändring i täckningsgrad mellan två tidpunkter kan differensen för varje provyta beräknas och relateras till höjd och riktning. Den vågräta regressionslinjen i Figur 3, till vänster motsvarar en generell förändring som inte beror av höjd (då den svaga lutning som ses inte är signifikant) medan förändringen i Figur 3, till höger är olika vid olika höjdlägen. I det första fallet kan förändringen bedömas vara signifikant då skattningen av interceptet (linjens skärningspunkt med y-axeln) är signifikant skild från noll. I det andra fallet får man till skattningen av regressionslinjen också skatta ett konfidensintervall och se vid vilka höjdlägen detta inte täcker noll, och då säga att det är en signifikant förändring vid dessa höjdlägen. På samma vis som tidigare inkluderas först även riktning (transekt). Om inte riktningar skiljer sig, eller skiljer sig mycket lite, kan modellen även antas gälla generellt för fjället.



Figur 2. Regressionsmodeller för täckningsgrad av fältskiktet (arcsin transformerad). Till vänster som ett linjärt samband med höjd över havet och med lutningsriktning som indikator (transekt C signifikant skild från övriga transekt). Till höger som en andragradspolynom med höjd över havet och höjd över havet^2 som förklarande variabler.

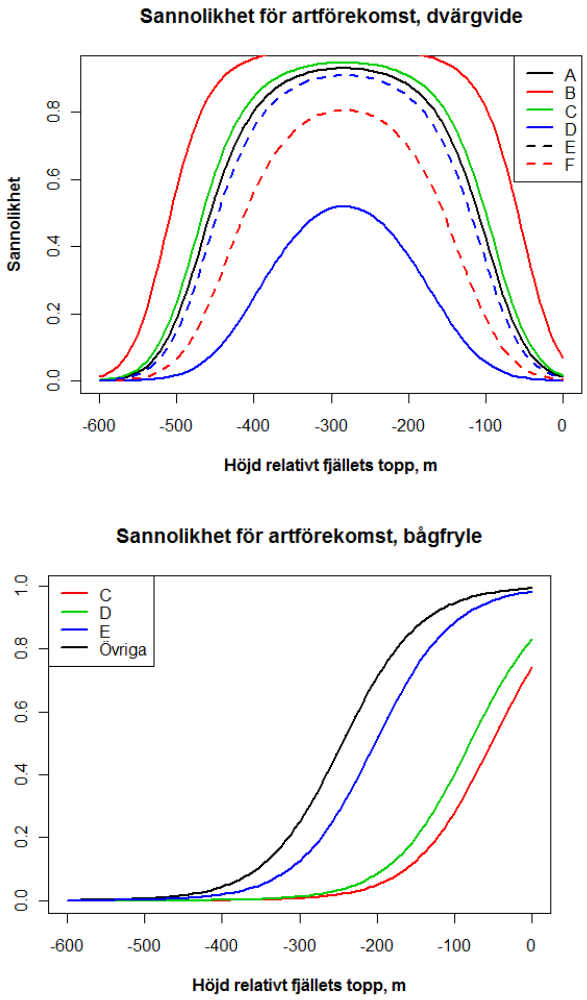


Figur 3. Förändring i fältskiktets täckningsgrad mellan två inventeringstillfällen, baserat på en förskjutning av nuvarande regressionsmodell (i Figur 2) med 20 m och ett adderat slumpfel. Till vänster en förändring som inte, eller i mycket liten utsträckning, beror av höjd och till höger en förändring som varierar med höjd. Streckade linjer anger ett 95 %-igt konfidensintervall.

För att undersöka förändringar då data finns från flera inventeringstillfällen kan regressions modeller för upprepade mätningar användas. Dessa är utvecklade för att ta hänsyn till att mätningar på samma objekt/provyta är mer lika vid de olika tillfällena än mätningar på oberoende objekt (icke permanenta ytor). I en sådan modell inkluderas utöver de oberoende variablerna från tidigare även inventeringstillfälle som en oberoende variabel. Om förändringen är olika beroende på höjd (som i Figur 3b) eller riktning inkluderas även interaktion mellan höjd och tid eller interaktionen mellan riktning och tid som oberoende variabler. För att se om en eventuell förändring över tid är signifikant testas om inventeringstillfälle eller någon av interaktionstermerna är signifikanta.

Förekomst av en art på 10 meters ytan som registrerats med 1 eller 0, kan modelleras med sk. logistisk regression (som är en typ av generaliserade linjära modeller, se t.ex. Olsson 2002) där sannolikhet för förekomst uttrycks som en funktion av höjd över havet, höjd över havet^2,

lutningsriktning och andra möjliga variabler (Figur 4). Modellen kan sägas skatta en arts fördelning givet de oberoende variablerna. Förekomst av arter på småprovytorna kan modelleras på liknande sätt men då sätts som respons antalet förekomster och antal försök (antal små ytor) på varje provyta. För att titta på förändring i arters förekomst är det inte på samma sätt möjligt att titta på skillnaden på enstaka ytor och modeller för upprepade mätningar får användas även för att jämföra två tillfällen.



Figur 4. Sannolikhet för artförekomster vid viss höjd över havet längs olika transekt för registreringar från 10 meters ytan för två olika arter.

Regressionsmodeller utgår från egenskaper hos populationen och det är därför svårt att generellt säga hur modeller ska se ut innan det data som skall analyseras finns till hands. Det är inte heller alltid oproblematiskt att hantera de variabler som mäts i FV med hjälp av regressionsmodeller. Sambandet mellan oberoende variabler och beroende variabler måste kunna uttryckas med någon funktion. Signifikanstest bygger på att observationerna är oberoende och att residualerna (varje

observations avvikelse från modellens prediktion) är normalfördelade med konstant varians, vilket förmodligen inte kan uppfyllas för alla variabler. Ett problem är t.ex. alla de ”nollor” som bl.a. finns utanför utbredningsområdet (där en linjär modell kommer att predikterar negativa värden). Eftersom provytor väljs längs transekter kan det också förväntas finnas ett beroende (korrelation) mellan ytor längs transekterna och för analyser av förekomst/icke förekomst på små provytorna finns ett beroende inom den stora ytan. Många av dessa problem kan hanteras med transformationer, speciella modeller eller någon form av icke-parametrisk regression, men resulterar i relativt avancerade statistiska analyser. Regressionsmodellering kräver också mycket jobb för varje variabel för att kunna hitta den bästa modellen och för att verifiera att de antagande analyserna bygger på är godtagbara.

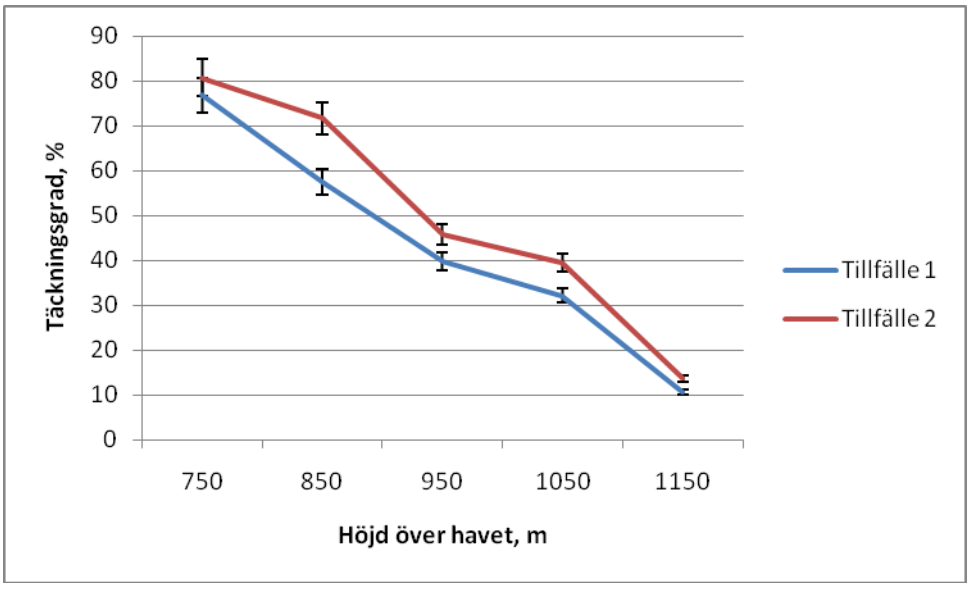
Multivariata ordinationsanalyser

Förändringar i vegetationens sammansättning i förhållande till en gradient kan också studeras genom multivariata ordinationsmetoder vilket rekommenderas av Milberg m.fl. (2003) för att utvärdera vegetationsförändringar i fasta provytor. Genom val av metod kan man undvika problem med många nollor, icke-normalfördelade variabler, icke-linjära samband samt problem med att hantera många variabler separat. Multivariat ordination kan beskrivas som en ”sortering” av provytor efter vegetationens sammansättning på provytorna. Denna baseras på att man för varje provytepar beräknar ett avståndsmått som utgår från skillnader i artförekomster på provytor. En ordination av provytor kan sedan jämföras med olika miljövariabler, här t.ex. inventeringstillfälle och höjd över havet. Om vegetationens sammansättning förändrats mycket i provytorna mellan inventeringstillfällen visas det genom att samma yta från olika år hamnar skiljt i ordinationsdiagrammet. Multivariata ordinationsanalyser är dock också relativt avancerade och resultatet kan vara svårtolkat.

Medelvärden, höjdintervall

För länsstyrelsernas behov krävs även att enklare analyser kan göras. Ett enklare sätt att beskriva en höjdgradient kan vara att för varje höjdintervall (t.ex. varje 100-meters intervall) beräkna ett medelvärde för de provytorna som finns inom detta höjdintervall på varje transekt och uttrycka i en graf där det beräknade medelvärdet markeras vid höjdintervallets mittpunkt. Eftersom antalet provytor på varje transekt i ett 100-meters intervall är relativt få är det förmodligen bäst att redovisa medelvärde för alla transekter med någon form av spridningsmått för olika transekters medelvärden (Figur 5). Dessa värden tolkas som medelvärden i en höjdgradient på fjället vilket ungefär skulle motsvara tolkningen av prediktionerna vid höjdintervallens mittpunkter från en gemensam regressionsmodell för alla transekter. I praktiken skiljer sig dock dessa värden eftersom man i det enkla fallet inte väger in värden utanför varje 100-meters intervall vilket görs vid anpassning till en modell.

En jämförelse mellan två tillfällen kan göras grafiskt som figur 5. För jämförelse mellan två tidpunkter kan även ett medelvärde för differensen i provytor mellan de två tillfällena beräknas för varje transekt och höjdintervall. Genom att beräkna spridningen (variansen) för denna differens mellan transekt inom ett höjdintervall kan man få en uppfattning om det finns en allmän trend. Ett test för att se om den genomsnittliga differensen är statistiskt signifikant skulle bygga antingen på ett antagande om samma förändring i alla riktningar (vilket är korrekt om riktning inte ”spelar någon roll”) eller ett antagande om slumpmässigt utlagda transekter. Eftersom transekt måste ses som den primära urvalsenheten måste ett eventuellt test i båda fallen baseras på medelvärden i transekter (och varians mellan dessa) vilket gör att stickprovsstorleken blir liten. Ett t-test är då känsligt för avvikelser från normalfördelning. Vid så liten stickprovstorlek är inte heller motsvarande icke-parametriska test som t.ex. ett teckentest möjligt.



Figur 5. Medelvärden för täckningsgrad av totala fältskiktet på fjället Bourkantjakke inom 100 meters intervall. Medelvärde för alla transekter med standardavvikelse för enskilda transekters medelvärden. Värden från tillfälle 2 är här simulerade.

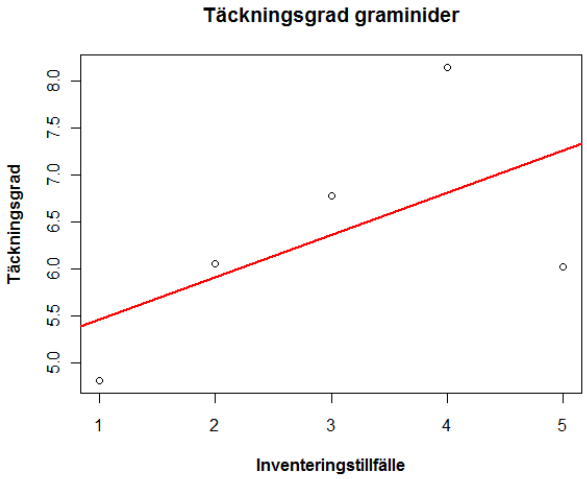
Det är förmodligen inte heller rimligt att förvänta sig en möjlighet att upptäcka förändringar mellan två närliggande inventeringstillfällen, dels därför att eventuella vegetationsförändringar orsakade av klimatförändringar trots allt är en relativt långsam process (se t.ex. Wilson & Nilsson 2002), dels därför att andra källor till variation på provytor mellan två tillfällen är relativt stora. Även om man upptäcker en signifikant skillnad mellan två tillfällen återstår osäkerheten om den skillnaden beror av naturlig årsvariation och/eller skillnader i inventerares bedömningar eller om det är en verklig förändring (del av långsiktig trend). Det är välkänt att bedömningar av täckningsgrad kan variera mycket mellan olika inventerare även om kalibrering kan leda till förbättringar (se t.ex. Gallegos Torell & Glimskär 2009). Skattningar som baseras på jämförelser av registreringar mellan två enskilda tillfällen kan vara mer känsliga för årsvariation och inventerarpåverkan än t.ex. skattningar från NILS eller RIS som baseras på medelvärden från fem år och flera inventerares registreringar. Det är dock också möjligt att mindre inventeringar där samma inventerare gör inventeringen vid de olika tillfällena leder till mer konsistenta resultat än storskaliga program.

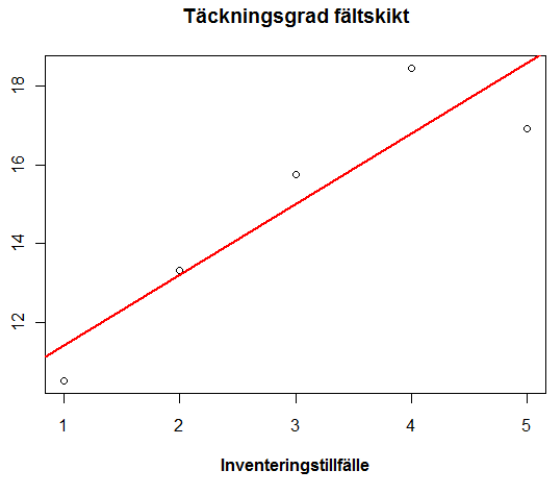
Medelvärden i höjdintervall efter flera inventeringstillfällen

FV planerar att göra återinventeringar vart femte år. Ett vanligt sätt att studera om det finns en trend efter upprepade inventeringar är att anpassa en trendlinje till uppmätta värden vid olika år (se t.ex. Gerrodette 1987). Efter ett antal inventeringstillfällen (åtminstone fler än tre, men kanske minst fem) kan man till de beräknade medelvärdena i ett höjdintervall från varje tillfälle anpassa en regressionslinje (Figur 6). Om lutningskoefficienten på en linje från en linjär regression är signifikant skild från noll kan man säga att det finns en signifikant linjär trend. Det är även möjligt att testa för t.ex. en exponentiell trend. Strikt gäller det gjorde testet för observationer i inventerade ytor givet naturlig variation och variation i inventerares bedömningar. Om analysen baserats på ett

slumpmässigt urval av ytor hade det även betytt att trenden är signifikant i det område som studeras, men i detta fall gäller samma begräsning för att generalisera till omgivande fjäll som tidigare. Man bör också komma ihåg att testet gäller för en trend i den tidsrymd som studeras och den observerade trenden kan vara del av en cyklisk svängning.

Vid regressionsanalys antas att observationernas avvikelser från den anpassade regressionslinjen (residualerna) är normalfördelade. Eftersom denna analys bygger på beräknade medelvärden blir problem med icke normalfördelade variabler mindre, då medelvärden över flera observationer tenderar att gå mot normalfördelning även om de ingående observationerna inte är normalfördelade. Det gäller dock inte om avvikelsen från normalfördelning är mycket stor (om inte också stickprovet är mycket stort) som t.ex. för registrering av förekomst/icke förekomst på 10 meters ytan. Regressionsanalysen bygger dock på att avvikelsen från den anpassade regressionslinjen är oberoende vid varje tillfälle, medan det i det här fallet är troligt att avvikelse från närliggande inventeringstillfällen är mer lika än avvikelser från mer avlägsna inventeringstillfällen. Det gör att det är något för lätt att få signifikanta resultat. Genom att bara använda medelvärden istället för observationer från individuella provytor vid regressionen utnyttjas inte data fullt ut, men det leder till betydligt enklare analyser än de tidigare nämnda modeller för upprepade mätningar.





Figur 6. Medelvärden för täckningsgrad med en simulerad förändring om totalt 50% efter 20 år,till vänster täckningsgrad för graminider och till höger täckningsgrad för totala fältskiktet. Lutningen på den anpassade linjen är för graminider inte signifikant vid en felnivå om 0,1 medan den för det totala fältskiktet är signifikant skild från noll på samma felnivå.

Viktad medelhöjd för en art

De hittills beskrivna analyserna utnyttjar dock inte fullt ut utlägget i transekter. Valet av transekter indikerar att det är av intresse att studera arters förflyttning i höjdled inom dessa. Dock är transekterna inventerade med ett stickprov av provytor som ligger relativt glest (ca 30-50 m i höjdled). Att genom ett stickprov titta på en arts förflyttning i maximal höjd är förmodligen svårt. Antalet observationer på ett fjäll är också litet (5-6 transekter). En förflyttning i höjdled skulle istället kunna studeras genom att beräkna ett viktat höjdmedelvärde för varje art (se t.ex. ter Braak & Looman 1996 eller Virtanen m.fl. 2010). Ett sådant medelvärde beräknas helt enkelt som medel för variabeln höjd över havet från provytor där arten förkommer. Om en arts optima finns inom den studerade gradienten skulle detta medelvärde vara en skattning av artens optima i höjdled (jmf med figur 4 till vänster). För arter med en ökande eller avtagande sannolikhet för förekomst inom det studerade området är den ekologiska tolkningen av medelvärdet mer diffus men en förändring skulle

dock kunna visa på en förskjutning av artens utbredning i höjdled. Viktade höjdmedelvärden skulle eventuellt också kunna beräknas för täckningsgrader för att studera en förskjutning i höjdled.

På liknande sätt som för medelvärden inom höjdintervall skulle ett gemensamt medelvärde kunna beräknas över transeker tillsammans med ett spridningsmått för transekters viktade höjdmedelvärden. Trender i höjdförflyttning över tiden kan sedan studeras genom att anpassa en regressionslinje till ett antal års medelvärden på likande sätt som beskrivits ovan.

Skattning av medelvärden eller andra populationsvärden för definierade områden

Det sätt som stickprovet har valts utgör dock en begränsning om man vill skatta populationsmedelvärden för fjället som helhet eller för andra definierade områden eftersom stickprovet av ytor inte är ett slumpmässigt stickprov (från statistisk synvinkel). Det innebär att man inte med stöd av stickprovets utlägg kan göra skattningar av medelvärden och uttala sig statistiskt om dessa skattningar (säga att de är väntevärdesriktiga och skatta deras precision).

Det är i detta fall också svårt att basera statistiska slutsatser om skattningar av medelvärden för definierade områden på enkla modellantaganden eftersom stickprovet inte kan sägas komma från en homogen population. Förändringar i vegetationen kommer förmodligen att vara starkt knutna till höjdläge och en förändring kan därför svårligen antas ha samma förväntade värde på alla provytor i stickprovet. Stickprovet kan inte heller antas vara ”representativt” för fjället som helhet eftersom olika höjdlägen är olika representerade (ytor på hög höjd överrepresenterad relativt ytor på låg höjd i förhållande till arealandel) och medelvärdet för provytorna inte en skattning av medelvärdet för hela fjället. Inom snävare höjdintervall är snedfördelningen av stickprovet mindre tydlig och ett medelvärde för provytorna skulle förmodligen ungefärligen motsvara ett medelvärde inom detta intervall, men det är svårt att uttala sig statistiskt om en sådan skattning.

Mer komplicerade modeller, som t.ex. de regressionsmodeller som beskrivit i tidigare stycke, tillsammans med en höjdmodell skulle kunna användas för att prediktera ett medelvärde för ett definierat område. En sådan skattning skulle förmodligen vara mycket osäker, då stor oförklarad variation kommer att finnas i de modeller som utvecklas. Approximativa medelvärden för fjället som helhet skulle också kunna beräknas genom att vikta medelvärden från varje höjdintervall med höjdintervallets arealandel.

De undersökta områdena utgörs dock inte i sin helhet av några väldefinierade områden och det är förmodligen inte heller för länsstyrelsens ändamål av primärt intresse att statistiskt korrekt skatta medelvärde för täckningsgrad för den areal som finns på t.ex. 800-900 meters på ett specifikt fjäll. Dock är det viktigt att ha i åtanke att om syftet med en inventering är att följa upp miljömål som har formulerats i kvantitativa termer för specifika objekt, som t.ex. gjorts för vissa ängs-och betesmarksobjekt, är det bättre att välja en inventeringsdesign baserat på ett slumpmässigt (eller systematiskt slumpmässigt) urval. Påhittade exempel på en formulering av miljömål som är mindre lämplig att följa upp med nuvarande design är t.ex. ”busktäckningen inom visst område får inte öka med mer än viss %-andel ” eller ”andel ytor på högre höjd än 800 meter med förekomst av icke fjällspecifika arter får inte öka med mer än visst %-andel”.

2.3. Förslag

Ett lämpligt sätt att analysera data från Fjällvegetationsprogrammet kan vara att:

- För jämförelser av medelvärden för täckningsgrader, trädantal, artantal och artförekomster i småytorna mellan två inventeringstillfällen: Grafisk presentation av medelvärden i höjdintervall med spridning mellan transekters medelvärden.
- För jämförelse av höjdförskjutningar av artförekomster mellan två inventeringstillfällen: Viktade medelhöjder (medel över transekter) med spridning mellan transekters medelhöjder.
- För jämförelser efter ett antal inventeringstillfällen: Regression över tiden för medelvärden inom höjdintervall eller viktade höjdmedelvärden med test om en trend (den anpassade trendlinjens lutning) är statistiskt signifikant.

För att utnyttja det insamlade datas fulla potentiella kan länsstyrelserna också i samarbete med forskare göra:

- För ett urval av variabler: Avancerade regressionsanalyser med t.ex. så kallade” repeated measurements” modeller som utnyttjar alla observationer (inte bara medelvärden).
- Multivariat ordination för att studera förändringar i vegetationens sammansättning.

2.4. Jämförelser med NILS

Både NILS och FV studerar vegetationen i fjällen men inventeringarnas upplägg skiljer sig. Det är därför av intresse att diskutera hur man kan relatera resultat från de båda inventeringarna till varandra. NILS är baserat på systematiskt slumpmässigt utlagda provytor och är utformat för att tillhandahålla objektiva skattningar av t.ex. medelvärden av täckningsgrad på provytor eller förekomstfrekvens av olika arter för väldefinierade områden. FV är som tidigare diskuterats, primärt utformat för att studera samband mellan höjd-riktning-vegetation och kan sägas resultera i skattningar av höjdgradienter.

I dagsläget finns inga skattningar för vegetation i fjällen från NILS men det är troligt att en bas i rapporteringen kommer att bestå av t.ex. skattningar av förändringar i täckningsgrad eller förekomstfrekvens av arter i t.ex. fjällbjörkskog och på kalfjäll eller i olika höjdintervall. För att få en acceptabel precision kan inte skattningar göras för allt för små delpopulationer och skattningar för olika höjdintervall och marktäcken kommer bara att kunna göras för större geografiska områden, t.ex. södra och norra fjällkedjan. NILS resulterar därför i generella skattningar för större områden och kan sägas studera vegetationsförändringar i stor skala. FV studerar i stället lokala höjdgradienter på specifika fjäll. I FV registreras arter också i 10 meters ytan vilket gör att man tidigare kan upptäcka nyetablerade arter och förändringar för mer sällsynta arter. Det är dock svårare att i en storskalig inventering prata om nyetablerade arter.

FV är därför ett viktigt komplement till NILS. Ett glest stickprov som NILS kan inte svara på alla frågeställningar och behöver kompletteras med mer djuplodande studier för att studera finskaliga processer och bättre förstå samband mellan orsak och verkan. Det är dock inte så att FV kan ses som en förtätning av NILS i fjällen och data kan inte utan svårighet samanalysernas för att få bättre skattningar för vegetation på hög höjd. Även om FV inte skattar objektiva medelvärden för höjdintervall på ett fjäll kan beräknade medelvärden för provytor i olika höjdintervall ändå jämföras med skattningar för motsvarande höjdintervall från NILS. Dock saknas nästan helt data i NILS för höga höjder i AC och Z län.

3. Möjlighet att upptäcka förändringar för valda typvariabler

Det är för alla övervakningsprogram önskvärt att kunna upptäcka faktiska förändringar med stor sannolikhet. Möjligheten att upptäcka förändringar (här säga att de är statistiskt signifikanta) beror bl.a. av hur den faktiska förändringen ser ut (storlek i genomsnitt och variation i storlek och riktning i det område som studeras), naturlig variation mellan upprepade mätningar, önskvärd signifikansnivå och stickprovets storlek. Vid utformning av ett övervakningsprogram kan styrkeberäkningar vara ett stöd. Med den statistiska styrkan menas sannolikheten att upptäcka en faktisk förändring av given storlek (säga att den är statistisk signifikant vid viss felnivå)). För vissa typer av analyser, t.ex. ett enkelt t-test kan styrkan eller möjlig förändring att upptäcka enkelt beräknas genom formel om man kan uppskatta variansen för skattningen av en förändring. Vissa typer av analyser kräver dock simuleringar för att kunna bestämma styrkan. För styrkeberäkningar krävs kännedom om hur en förändring kommer att se ut, vilket oftast är okänt. Olika scenarios kan dock ge en uppfattning om möjlighet att upptäcka specifika förändringar. Det är dock viktigt att komma ihåg att den beräknade styrkan gäller det tänkta scenariot.

3.1. Beräkningar

För att få en uppfattning om den storlek på förändringar som kan tänkas upptäckas med FV för olika variabler gjordes styrkeberäkningar för ett antal valda variabler. För dessa beräknades medelvärden för 100-meters intervall från inventerade data för alla fjäll (Bilaga 2, Tabell 1-6). För styrkeberäkningarna krävs även en uppfattning om naturlig variation och variation i inventerares bedömningar mellan mätningar vid två tillfällen. Från FV fanns vid studiens genomförande bara data från ett inventeringstillfälle. För att ändå få en uppfattning om storleken i denna variation användes data från NILS. Från återinventerade ytor (inventerade 2005 och 2010) beräknades standardavvikelsen för differensen mellan mätningar på samma yta vid de två tillfällen samt korrelationen mellan mätningar vid två tillfällen (Bilaga 2, Tabell 12-13).

Inledningsvis gjordes en enkel beräkning av möjlig storlek på förändring mellan två inventeringstillfällen som kan upptäckas med ett t-test om stickprovet hade valts slumpmässigt inom varje 100 meters höjdintervall. Variansen för en sådan förändringsskattning beräknades baserat på variation mellan provytor i höjdintervallet i nuvarande stickprov och på korrelationen för mätningar vid två tillfällen från NILS (jmf Christensen och Ringvall 2010). Beräkningarna baseras också på ett antagande om att variablerna är normalfördelade, vilket inte är uppfyllt i alla fall, men resultatet borde ändå ge en fingervisning om vilka nivåer av förändringar som kan tänkas upptäckas mellan två tillfällen (Bilaga 1, Tabell 5-7).

Eftersom det oftast krävs stora eller mycket stora förändringar mellan två inventeringstillfällen för att dessa skall kunna upptäckas valdes som huvudalternativ för styrkeberäkningarna att titta på förändringar i medelvärden efter flera inventeringstillfällen (se beskrivning ovan). Styrkeberäkningen gjordes för det fall då det finns data från fem inventeringstillfällen vilket motsvarar en 20-års period med fem år mellan inventeringstillfällen.

Baserat på ett beräknat medelvärde i varje 100-meters höjdintervall för valda typvariabler simulerades 4 medelvärden med viss procentuell ökning Till varje simulerat medelvärde adderades ett normalfördelat slumpfel baserat på skattningarna av standardavvikelse för skillnaden mellan mätningar i provytor mellan två tillfällen från NILS (Bilaga 2, Tabell 12-13). Vid beräkning av slumpfelet tog hänsyn till hur många provytor som fanns inom respektive höjdintervall. Förändringar simulerades som en procentuell ökning eller minskning om totalt 10, 30 eller 50 %, vilket motsvarar en förändring om 2,4%, 6,8% och 10,7% mellan varje inventeringstillfälle.

För varje simulerad tidsserie gjordes sedan en linjär regression och det noterades om lutningen på linjen vara signifikant, dvs man kunde konstatera att det var en signifikant linjär trend. Detta upprepades 500 gånger för varje fall och styrkan beräknades som andel signifikanta fall av 500 försök. Beräkningar gjordes för ett tvåsidigt test med signifikansnivå på 0.1 eftersom 0.05 som oftast används i vetenskapliga sammanhang kan tyckas vara alltför strikt (jmf Glimskär m.fl. 2005). Jämförelser gjordes också med avseende på förändring i styrka om bara 4 transekter inventeras (vilket motsvarar 2/3 av dagens stickprov) samt om 9 småytor användes för artregistreringar (mot nuvarande 3). Styrkeberäkningar gjorde baserat på inventerat data från för två fjäll; Bourkantjakke och Ljusfjället. Beräkningar gjordes med det fritt tillgängliga statistik programmet R (http://www.R-project.org/).

3.2. Resultat

Utförliga resultat för valda typvariabler för de två studerade fjällen finns redovisade i Bilaga 1, Tabell 1-4, som styrkan från det höjdintervall med högsta respektive lägsta sannolikheten att upptäcka en förändring. Vissa av de valda variablerna fanns endast registrerade i enstaka ytor och inga styrkeberäkningar gjordes därför för dessa. I detta avsnitt presenteras resultat från fjället Bourkantjakke; resultat från Ljusfjället visade på liknande tendenser.

Styrkeberäkningarna baserat på data från fjället Bourkantjakke visar att det för flera variabler kan finns möjligheter att efter 20 år upptäcka en ökning på 50% (ca 10% ökning mellan inventeringstillfällen). En ökning på 30% kan förmodligen upptäckas för några variabler, medan en så liten ökning som 10% knappast kommer att kunna upptäckas för någon variabel (Figur 7-8). Möjligheten att upptäcka faktiska förändringar ökar dock förmodligen snabbt vid ett ökat antal inventeringstillfällen. Generellt är det större sannolikhet att upptäcka motsvarande storlekar på nedåtgående trender (se Bilaga 1, Tabell 1-4).

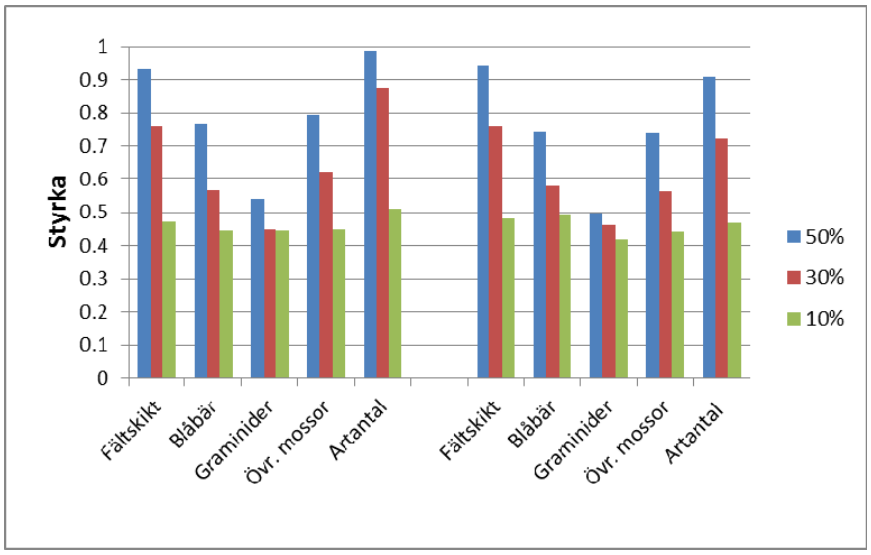
I flertalet fall minskar möjligheten att upptäcka förändringar om endast fyra transekter inventeras, men i vissa fall inte så mycket (Figur 9). Dock får man komma ihåg att beräkningarna gäller för möjlighet att se en trend i det fasta ytorna.

Möjligheten att upptäcka förändringar i förekomst av arter på småytor är generellt mindre än för förändringar i täckningsgrader med motsvarande procentuell storlek på förändringen (Figur 10). Resultaten indikerar att det för de testade arterna kan komma att vara svårt att upptäcka även en ökning i förekomstfrekvens om 50%. Antalet registreringar är i många fall få och det är inte realistiskt att förvänta sig att kunna säkerställa mindre förändringar. Möjligheterna ökar om nio småytor används istället för dagens tre, med för arter med få registreringar är förbättringen ganska liten.

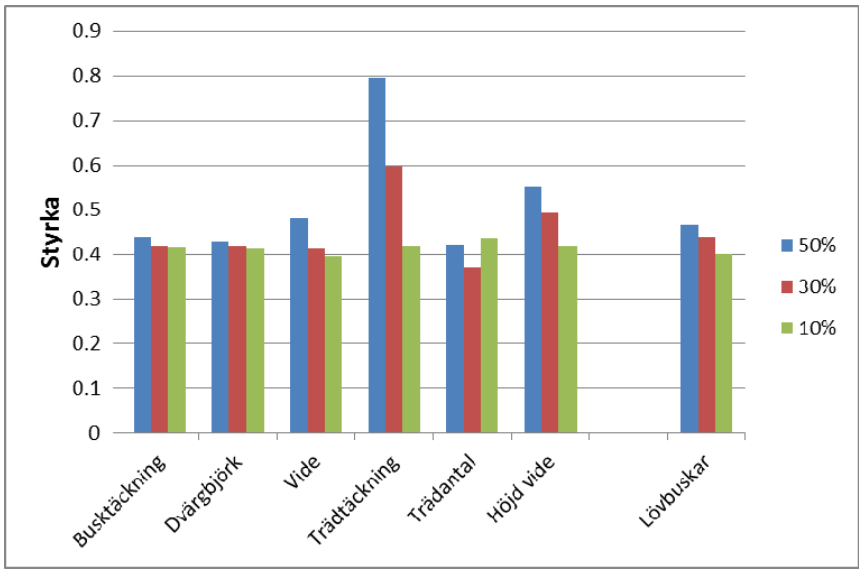
Beräkningar har bara gjorts för de höjdintervall där variabeln fanns registrerad vid den första inventeringen. Det är dock troligt att förändringar kan vara lättast att upptäcka i de intervall där det tidigare funnits få/inga registreringar då förändringen där blir relativt sett mycket stor.

Mer avancerade regressionsmodeller som modeller för upprepade mätningar som baseras på individuella provyteregistreringar är förmodligen mer kraftfulla och kan lättare upptäcka förändringar, men kommer förmodligen inte att kunna göras rutinmässigt för alla variabler. Om det är troligt att det är samma trend i alla höjdintervall och möjligt att analysera medelvärde från alla provytor gemensamt blir också möjligheten att upptäcka förändringar betydligt större.

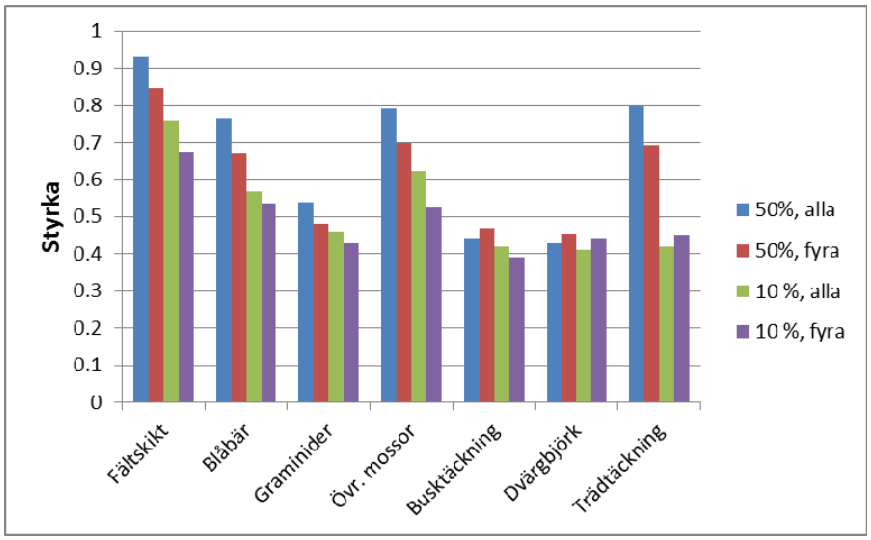
Skattningen av styrkan baseras på simuleringar och det finns i den skattningen ett slumpfel vilket kan göra att det för någon variabel ser ut som att det är lättare att upptäcka en förändring om 30% än en förändring om 50% och som om färre transekter ger bättre resultat, men så är inte fallet. Det gäller framför allt för variabler med ett mycket lågt medelvärde eller liten andel ytor med artförekomster. De gjorda beräkningarna blir för dessa fall också osäkra. Man får därför se på generella trender och nivåer när man studerar resultaten från styrkeberäkningarna. Det bör också påpeka att studien bygger på skattningar av variation för registreringar vid olika tillfällen som kan vara relativt osäkra.



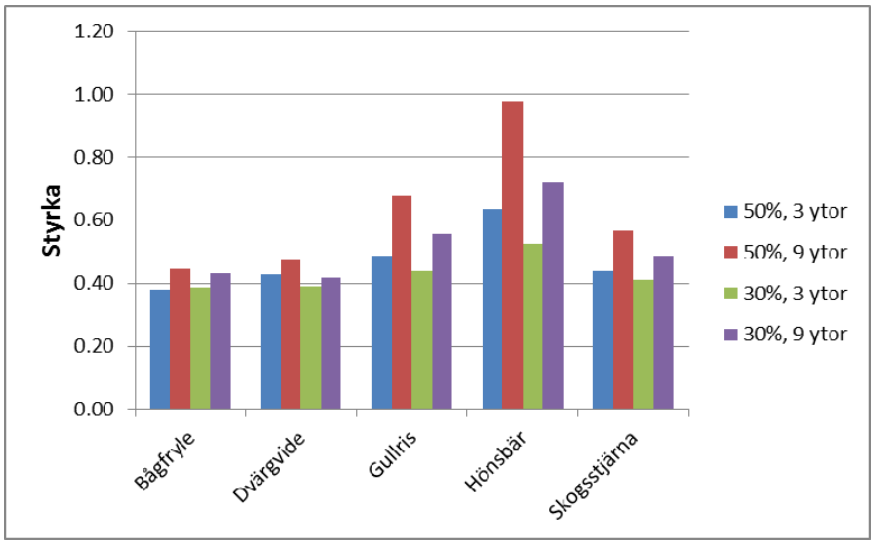
Figur 7 Sannolikheten att upptäcka en linjär trend av given storlek (styrkan) efter fem inventeringstillfällen vid signifikansnivå 0,1 för variabler i botten- och fältskikt. Resultat redovisas för respektive variabel som styrkan i det höjdintervall på fjället Bourkantjakke där sannolikhet att upptäcka en förändring var störst. Till vänster resultat för 10 meters ytan och till höger resultat för småytor.



Figur 8. Sannolikheten att upptäcka en linjär trend av given storlek (styrkan) efter fem inventeringstillfällen vid signifikansnivå 0,1 för variabler i busk- och trädskiktet. Resultat redovisas för respektive variabel som styrkan i det höjdintervall på fjället Bourkantjakke där sannolikhet att upptäcka en förändring var störst. Till vänster resultat för 10 meters ytan och till höger resultat för småytor.



Figur 9. Jämförelse av styrkan med nuvarande design och om endast fyra transekter inventerats för variabler registrerade i 10 meters ytan. Resultat redovisas för respektive variabel som styrkan i det höjdintervall på fjället Bourkantjakke där sannolikhet att upptäcka en förändring var störst.



Figur 10. Styrkan (sannolikheten att upptäcka en linjär trend av given storlek) efter fem inventeringstillfällen vid signifikansnivå 0,1 för artregistreringar i småytor. Till vänster resultat med nuvarande design och till höger resultat om nio småytor istället hade inventerats på varje provyta. Resultat redovisas för respektive variabel som styrkan i det höjdintervall på fjället Bourkantjakke där sannolikhet att upptäcka en förändring var störst.

4. Utformning av inventeringen

Baserat på tidigare genomgång av möjligheter och begräsningar för statistiska analyser och på resultat från styrkeberäkningarna diskuteras nedan ett antal olika aspekter av FVs design och variabelinnehåll.

4.1. Inventeringsdesign

Antal provytor/transekter

Den totala inventeringsinsatsen på varje fjäll är relativt stor men det är också en stor spännvidd i den population som studeras. Uppdelat på höjdintervall och/eller riktning blir inte antalet provytor så stort. Samtidigt är det troligt att förändringar beror på höjdläge och att det är nödvändigt att studera höjdintervall separat om inte komplicerade modeller skall användas. Även om försämringen med fyra transekter inte verkar så dramatisk kan det i praktiken innebära att någon variabel inte har någon registrering från ett höjdintervall. Man får också komma ihåg att styrkeberäkningar i strikt tolkning gäller för ett test av trend i inventerade ytor givet naturlig variation mellan år och i inventerarens bedömningar. Med färre transekter blir möjligheterna att generalisera från inventerade transekt till hela fjället mindre.

För att kunna se förändringar i abundans för vanliga arter är 10 meters ytan förmodligen väl okänslig samtidigt som andel förekomster i ett relativt litet stickprov är svårt att hantera statistiskt. Registreringar för enskilda arter är ofta få på de tre småytorna, även för vanligare arter. NILS provytedesign med tre småytor utformades för en storskalig inventering där andel småytor med förekomst av en art beräknas över ett stor stickprov. För ett mindre stickprov som i FV skulle en utökning av antalet småytor för artregistreringar till t.ex. nio småytor som i Äng- och betesmarksuppföljningen (Glimskär m.fl. 2005) ge en bättre möjligheter att se förändringar i abundans för vanligare arter samtidigt som medelvärden av andel ytor med förekomst skulle vara lättare att hantera statistiskt. Hur stor denna förbättring blir beror på beroendet mellan småytor inom en provyta, dvs i hur stor utsträckning registreringar på småytor inom en yta är mer likartade än registreringar på småytor i snitt över alla provytor. Detta får vägas mot att artregistreringar i 10 meters ytan bättre fångar upp nya arter och förändringar i abundans för mer sällsynta arter. Den senare förändringen kan dock ändå vara svår att visa statistiskt.

Det är möjligt att provytor ligger väl glest för att på kort sikt ge möjlighet att se förskjutningar i höjdled, speciellt för registreringars på 10 meters ytan. Fler småytor skulle även i detta fall ge bättre möjligheter att se en förskjutning i höjdled eftersom förändringar i abundans skulle fångas bättre.

Generellt kan man säga att med fler provytor längs transekten är möjligheten större att upptäcka förändringar i höjdled, men det ger också ett potentiellt större beroende mellan ytor att ta hänsyn till vid regressionsanalys. Med färre provytor längs transekter och fler transekter kan man uttala sig mer generellt om fjället men studien av en specifik gradient blir sämre.

Urvalet av provytor längs transekter

Inom FV programmet har tidigare diskuterats olika alternativ till dagens utlägg av provytor, bl.a. om det är bättre att lägga provytor vid fasta höjdintervall. Givet att höjdgradienter studeras hade fasta höjdintervall känts mer ”rättframt” och medfört att man vid beräkning av medelvärden för höjdintervall haft samma antal provytor på varje transekt. Dock är det ingen substantiell skillnad i vilka analyser som skulle kunna göras (så vitt jag kan se). För jämförelse mellan transekt finns stor variation utöver ev. riktningspåverkan och denna jämförelse måste därför ändå baseras på ett medelvärde för fler provytor inom ett intervall. Eftersom möjligheten att upptäcka förändringar är betydligt större med fast provytor än med tillfälliga är det förmodligen bäst att behålla de provytor som man redan har. På vissa fjäll saknas det dock provytor i vissa höjdintervall för vissa transekter (även för högre höjder). Det skulle därför för medelberäkningar i höjdintervall vara bra att lägga ut extra ytor för att komplettera de höjdintervall som saknar provytor eller där det bara finns en yta.

Om man är intresserad av att skatta medelvärden för definierade områden läggs provytor med fast avstånd eftersom beräkningar baseras på urvalssannolikhet i planet, men i det fallet hade det varit bättre att inte välja transekter i det första steget.

Transekters längd

Lämplig längd på transekter beror på vilken population som man vill uttala sig om (t.ex. kalfjäll eller kalfjäll och fjällbjörkskog). Fjället topografi ställer till det och ofta får praktiska aspekter bestämma transekternas längd. Att transekter slutar vid olika höjd över havet (pga. fjället topografi) skulle kunna bli ett problem vid analyser. Ett viktat höjdmedelvärde kan förmodligen variera mycket mellan transekter som slutar på olika höjd, då vissa innehåller mer observationer på låg höjd. Dessa beräkningar får då baseras på höjder där data från alla transekt finns (om man vill beräkna variansen mellan transekter). Skattningar i de lägre höjdintervallen blir också mindre generella då de ibland baseras på enstaka transekt. Det sätter också frågetecken kring värdet av den eventuella ytterligare förlängning av transekter till fjällbjörkskogen som diskuteras. Om man vill studera förändringar i gradienter i fjällbjörkskogen är det förmodligen bättre att göra ett separat urval.

Förändringar i provytors/transekter läge

Transekter och vissa provytor har ibland flyttats pga. praktiska problem. Generellt kan man säga att man inte kan uttala sig om den population som inte har inventerats, dvs. om en viss typ av företeelse, som väldigt brant terräng, inte inventeras så kan man inte heller uttala sig om sådan terräng. Det gäller även i NILS där sådana ytor faller bort. För jämförelsen av olika riktningar spelar den lilla justering av riktning som ibland görs förmodligen ingen roll. Om syftet med en inventering är att skatta populationsvärden för definierade områden, som i NILS, får man dock bias i skattningarna om man flyttar ytor och där faller ytor istället bort. FVs stickprov är i grunden inte slumpmässigt och för den typ av analyser som då följer spelar små justeringar av läge mindre roll.

Andra upplägg

FjällNILS är upplagt som en omfattande inventering på ett antal fjäll. En önskan att kunna uttala sig om förändringar på objektsnivå (här fjäll) kräver generellt mer resurser än att göra en general skattning för ett större område. Den utvärdering som gjorts har utgått från att länsstyrelserna i AC

och Z-län vill göra sådana fallstudier. Några alternativ kan dock ändå nämnas. Ett sådant är att inventera färre transekter på varje fjäll och inkludera fler fjäll för att kunna uttala sig mer generellt om fjälltoppar på hög höjd. Värdet i en fallstudie ligger dock i att kunna göra djuplodande studier på ett område och risken är att man istället inte alls får användbara data. För samma totala insats skulle inventeringen också ha kunnat utformas som en komplettering av NILS på områden på hög höjd, med möjlighet till generella skattningar av täckningsgrad och förekomstfrekvenser för höga höjder. Det hade dock lett till en annan typ av resultat.

Om det, av någon anledning, är av intresse att skatta objektiva medelvärden för olika höjdintervall på de valda fjälltopparna hade en design med någon form av slumpmässigt stickprov inom varje höjdintervall varit ett bättre alternativ. Dock hade antalet provytor inom varje höjdintervall blivit litet och det hade förmodligen varit svårt att se statistiskt signifikanta skillnader mellan två tillfällen (jmf Bilaga 1, Tabell 5-7). Vid inventering i fjällen måste också de praktiska aspekterna vägas in och där är de valda transekterna fördelaktiga.

Urvalet av provytor gör att höjd måste hanteras som en kontinuerlig variabel vid statistisk modellering. Enklare modeller och fler alternativ till enkla analyser hade erhållits om stickprovet valts så att höjd hade kunnat hanteras som olika höjdklasser, t.ex. genom ett slumpmässigt stickprov från höjdstratum eller urval av några höjdlägen där ett antal ytor hade koncentrerats (jmf med metod i Wilson & Nilsson 2009). Det är dock inte detsamma som att en sådan design hade gett större möjligheter att se förändringar.

4.2. Variabler

Styrkeberäkningarna visar att det kan vara stora skillnader i möjligheten att upptäcka förändringar för olika variabler. Möjligheter att följa förändringar i abundans hos enskilda arter är generellt sämre än möjligheterna att följa förändringar i täckningsgrader. Skillnader för olika variabler beror dels på hur många registreringar det finns för variabeln ifråga och på uppskattningen av variationen mellan två mätningar från NILS. Den senare är relativt sett oftast större för variabler med låga medelvärden än för variabler med högre medelvärden, t.ex. för täckningsgrader med medel runt 3 % än för täckningsgrader med medel runt 50%. En uppfattning om möjligheterna att upptäcka förändringar för fjäll som inte har studerats kan fås genom att jämföra med medelvärden och antal ytor med registreringar i varje höjdintervall som finns redovisade i Bilaga 2. På liknanden sätt kan jämförelser göras med variabler som inte studerats.

Det är dock svårt att utifrån en styrkeberäkning baserat på simulerade förändringar entydigt svara på frågan om vilka variabler som det kommer att vara möjligt att påvisa förändringar för. Möjlighet att se förändringar gäller för de scenarios som gjorts och dessa är exempel på hur en förändring skulle kunna se ut, och inte en prediktion av vilka förändringar som kommer att ske (vilket hade krävt helt andra insatser om ens möjligt). En diskussion om vilka variabler som är ”starka variabler” måste därför även utgå från vilka variabler som förväntas svara på en klimatförändring.

För ”påverkanvariabler” (tramp av människa och renar och skador av fordon) finns få observationer. Det är också oklart hur denna typ av variabel skall hanteras med aktuellt provyteutlägg eftersom det för just denna typ av variabel främst skulle vara av intresse att skatta andel påverkad mark för fjället som helhet. Denna typ av variabel är dock förmodligen ändå viktigt att ha med i studien för att kunna

visa att förändringar inte har orsakats av påverkan av t.ex. renbete. Som tidigare nämnts så är också variabler registrerade i fjällbjörkskogen från ett mer begränsat stickprov och det blir i detta fall inte lika tydligt vilken ”population” som avses. I detta fall studerar man också bara den allra överst delen av gradient, vilket förmodligen kan försvåra slutsatser.

5. Diskussion och slutsatser

Att inventera vegetation på hög höjd i fjällen med målsättning att dra statistiskt säkerställda slutsatser om förändringar i vegetationens sammansättning är ett svårt uppdrag. Fjälltoppar är en svårtillgänglig miljö och gör att praktiska överväganden måste väga tungt vid inventeringsdesignen utformning. Från statistisk synvinkel är detta område också svårt att inventera eftersom varje fjälltopp innefattar all variation, från fjällbjörkskog till ingen vegetation alls.

Det första delen av det uppdrag som redovisas i denna rapport var att beskriva möjligheter och begräsningar med avseende på analyser från data insamlat i FV. FV kan sägas vara upplagt för att studera samband mellan vegetation, höjd och riktning vilket ger stora möjligheter att just titta på förändringar i höjdgradienter. Den resulterande designen gör dock det svårt att göra objektiva skattningar av medelvärden av täckningsgrader, stamantal och förekomstfrekvenser för fjället som helhet (eller andra definierat områden) eftersom stickprovet inte är ett slumpmässigt urval. Givet att fjäll har valts subjektivt för intensiv övervakning av vegetationen känns det dock mindre troligt att man för ett specifikt fjäll är intresserad av att objektivt skatta medelvärden och likande för definierade områden som man t.ex. gör i NILS. Istället är det förmodligen av större intresse att i dessa fallstudier titta på förändringar i en höjdgradient. Givet praktiska begräsningar kan det vara ett kostnadseffektivt sätt att titta på förändringar i vegetation på hög höjd i fjällkedjan. För att följa upp ett kvantitativt miljömål av typen ” viss täckningsgrad på visst område får inte öka med mer än visst procentandel ” är dock metoden mindre lämplig.

Ett slumpmässigt urval av provytor hade möjliggjort enklare analyser för statistiskt baserade jämförelser mellan två eller fler inventeringstillfällen. Den valda designen leder till relativt avancerade statistiska analyser om man till fullo skall utnyttja data. Enklare skattningar och sammanställningar för att visa på förändringar i en höjdgradient är dock möjliga och kan vara nog så illustrativa. En styrka i programmet är de planerade regelbundet återkommande inventeringarna som på sikt kan ge en större möjlighet att se trender i de fasta provytorna än vid jämförelser av två inventeringstillfällen med långt intervall. Styrkeberäkningar för ett antal valda typvariabler visar att det för flera variabler, framför allt olika täckningsgrader, finns möjligheter att kunna upptäcka förändringar över en längre tidsperiod, medan det för t.ex. enskilda arter kommer att vara svårare att se förändringar i abundans.

Utlägget med transekter ger relativt sätt bättre data på höga höjder, men sämre på lägre höjder som pga. fjällets topografi ibland bara inventeras från ett fåtal transekt. Registrering av förekomst/icke förekomst av arter på en yta med 10 meters radie kan vara okänslig för förändringar i abundans av vanliga arter och inventering i nio småytor kan förbättra möjligheterna att se förändringar i abundans för vanligare arter. Som tidigare nämnts inventerar FV ett område med stor variation och det är möjligt att det vore resurseffektivare att koncentrera resurserna till den övre delen av varje fjäll.

FV ger en möjligheter att följa förändringar i lokala höjdgradienter som saknas i NILS. FV är därför ett viktigt komplement till NILS, inte bara för att NILS saknar provytor på hög höjd. Det är dock viktigt att förstå skillnaden mellan de två programmens resultat. Inventeringen på varje fjäll får sägas vara omfattande, även i jämförelse med många forskningsstudier och det data som samlas in i FV kommer också att vara av intresse för forskare. En möjlighet är att länsstyrelserna för sina ändamål gör enklare beräkningar och sammanställningar och i samarbete med forskare gör mer avancerade regressionsanalyser och/eller multivariata ordinationsanalyser.

För att svara på frågan om en inventeringsmetod resulterar i tillförlitliga och ändamålsenliga data krävs dels att man utgår från vilka frågor man vill svara på, dels på hur resultat skall användas i slutända eftersom olika ändamål ställer olika krav på datakvalitet. I slutändan är det bara länsstyrelserna själva som kan bedöma om möjliga analyser och resultat från FV motsvarar deras behov av data för att följa vegetationsförändringar i fjällen. Utifrån en uttalad önskan hos länsstyrelserna om ”att på ett illustrativt sätt visa på förändringar i vegetationens sammansättning” kan FV sägas tillhandahålla ändamålsenliga data.

6. Referenser

Andersson, G., Jorner, U. och Ågren, A. 2007. Regressions- och tidsserieanalys. Studentlitteratur.

Carlsson, B.G. 2011. Metoder för utlägg av provytor och för datainsamling inom FjällNILS-projektet. Manual. 15 sid.

Christensen, P. och Ringvall, A. 2010. Utvärdering av NILS dimensionering med avseende på styrkan i förändringsskattningar. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå. Arbetsrapport 302.

Eberhardt, L.L. and Thomas, J.M. 1991. Designing environmental field studies. Ecological Monographs 61:53-73

Gallegos Torell, Å. Och Glimskär, A. 2009. Computer-aided calibration for visual estimation of vegetation cover. Journal of Vegetation Science 20: 973-983.

Gerrodette, T. 1987. A power analysis for detecting trends. Ecology 68:1364-1372

Glimskär, A., Löfgren P. och Ringvall, A. 2005. Uppföljning av naturvärden i ängs- och betesmarker via NILS –statistisk utvärdering och förslag till design. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU, Umeå. Arbetsrapport 146

Lesica, P. and McCune, B. 2004. Decline of arctic-alpine plants at the southern margin of their range following decade of climatic warming. Journal of Vegetation Sciences 15:679-690

Milberg, P., Rydgård, M. och Stenström, A. 2003. Utvärdering av vegetationsförändringar: hur ska man analysera fasta provytor. Svensk Botanisk Tidskrift 97:107-116

NILS 2011. Fältinstruktion för Nationell Inventering av Landskapet i Sverige. Red. Gallegos Torell, Å.

Olsson, U. 2002. Generalized linear models. An applied approach. Studentlitteratur. 232 sid.

Pauli, H., Gottfried, M. and Grabherr, G. 1996. Effects of climate change on mountains ecosystems-upward shifting of alpine plants. World Resource Review 8:382-390

Ter Braak, C.J.F. and Looman, C.W.N. 1986. Weighted averaging, logisitic regression and the Gaussian response model. Vegetatio 65:3-11

Virtanen, R., Luoto,M., Rämä, T., Mikkola, K., Hjort, J., Grytnes, J-A. and Birks, J.B. 2010. Recent vegetation changes at the high-latitude tree line ecotone are controlled by geomorphological disturbance, productivity and diversity. Global Ecol. Biogeogr. 19:810-821.

Wilson, S.D. and Nilsson, C. 2009. Arctic alpine vegetation change over 20 years. Global Change Biology 15:1676-1684.

Zar, J.H. 2009. Biostatistical Analysis, 5:e utgåvan. Prentice Hall International Editions. 663 sid.

Bilaga 1. Utförliga resultat från styrkeberäkningar

Bilaga 1, Tabell 1. Sannolikhet att upptäcka en faktisk linjär trend efter fem inventeringstillfällen vid felnivå 0,1 (90%-igt konfidensintervall) för variabler i fält och bottenskikt* registrerade i 10 meters ytan. För varje variabel och fall redovisas värden för höjdintervall med minst respektive störst sannolikhet att upptäcka given förändring.

		Täckningsgrad av				
		Fältskikt	Blåbär	Graminider	Övriga mossor	Artantal
Bourkantjakke						
Ökning	50%	0.82-0.93	0.57-0.77	0.45-0.54	0.65-0.79	0.91-0.99
	30%	0.62-0.76	0.47-0.57	0.42-0.45	0.52-0.62	0.75-0.88
	10%	0.43-0.47	0.36-0.45	0.39-0.44	0.39-0.45	0.43-0.51
Minskning	50%	0.82-0.94	0.66-0.79	0.48-0.6	0.7-0.81	0.93-0.99
	30%	0.64-0.77	0.55-0.63	0.44-0.54	0.53-0.64	0.79-0.89
	10%	0.41-0.46	0.39-0.46	0.39-0.43	0.41-0.47	0.47-0.54
Endast 4 transekter	50%	0.72-0.85	0.49-0.67	0.4-0.48	0.56-0.7	0.85-0.97
	30%	0.55-0.67	0.47-0.54	0.42-0.45	0.44-0.53	0.67-0.84
	10%	0.39-0.43	0.35-0.43	0.37-0.43	0.39-0.44	0.44-0.51
Ljusfjället						
Ökning	50%	0.79-0.91	0.59-0.69	0.45-0.50	0.58-0.76	0.93-0.98
	30%	0.64-0.73	0.41-0.51	0.39-0.42	0.51-0.60	0.72-0.85
	10%	0.41-0.45	0.39-0.44	0.38-0.42	0.38-0.43	0.44-0.54
Minskning	50%	0.82-0.93	0.64-0.73	0.49-0.61	0.65-0.81	0.90-0.98
	30%	0.64-0.74	0.52-0.58	0.45-0.49	0.54-0.62	0.71-0.87
	10%	0.4-0.47	0.42-0.47	0.39-0.44	0.4-0.44	0.43-0.54
Endast 4 transekter	50%	0.69-0.78	0.5-0.63	0.42-0.49	0.57-0.64	0.81-0.95
	30%	0.55-0.60	0.44-0.5	0.38-0.43	0.45-0.51	0.59-0.73
	10%	0.41-0.46	0.39-0.41	0.35-0.41	0.37-0.44	0.41-0.46

*För tramp av människa och renar, skador av fordon, samt vissa artregistreringar i 10 meters ytan som också valts som typvariabler gjordes inga styrkeberäkningar pga få ytor med registreringar alternativt svårigheten att hantera variabler med förekomst/icke förekomst variabler i regressionsanalysen.

Bilaga 1, Tabell 2. Sannolikhet att upptäcka en faktisk linjär trend efter fem inventeringstillfällen vid felnivå 0,1 (90%-igt konfidensintervall) för variabler* i busk- och trädskiktet registrerade i 10 meters ytan. För varje variabel och fall redovisas värden för höjdintervall med minst respektive störst sannolikhet att upptäcka given förändring.

		Täckningsgrad av				Höjd	Antal
		Buskar	Dvärgbjörk	Rip/ull/lappvide	Träd	Rip/ull/lappvide	Träd
Bourkantjakke							
Ökning	50%	0.43-0.44	0.42-0.43	0.37-0.48	0.66-0.8	0.51-0.55	0.34-0.42
	30%	0.38-0.42	0.41-0.42	0.38-0.41	0.56-0.6	0.43-0.49	0.35-0.37
	10%	0.38-0.42	0.35-0.41	0.34-0.39	0.41-0.42	0.38-0.42	0.32-0.44
Minskning	50%	0.45-0.57	0.44-0.52	0.38-0.47	0.67-0.82	0.56-0.62	0.34-0.42
	30%	0.44-0.50	0.42-0.44	0.39-0.44	0.56-0.64	0.46-0.51	0.34-0.41
	10%	0.4-0.44	0.36-0.43	0.34-0.39	0.39-0.45	0.39-0.43	0.32-0.35
4 transekter	50%	0.39-0.47	0.42-0.45	0.37-0.48	0.57-0.69	0.44-0.54	0.3-0.34
	30%	0.39-0.43	0.39-0.42	0.38-0.44	0.47-0.49	0.42-0.45	0.29-0.36
	10%	0.37-0.39	0.38-0.44	0.34-0.37	0.38-0.45	0.38-0.48	0.31-0.4
Ljusfjället							
Ökning	50%	0.41-0.47	0.43-0.46	0.36-0.4	0.62-0.77	0.48-0.56	0.35
	30%	0.4-0.45	0.40-0.43	0.37-0.40	0.51-0.57	0.41-0.48	0.36
	10%	0.37-0.44	0.38-0.42	0.37-0.38	0.37-0.44	0.37-0.44	0.33
Minskning	50%	0.47-0.53	0.44-0.51	0.38-0.45	0.65-0.79	0.55-0.62	0.37
	30%	0.42-0.49	0.44-0.51	0.38-0.45	0.56-0.67	0.44-0.52	0.36
	10%	0.38-0.44	0.4-0.52	0.36-0.42	0.42-0.43	0.41-0.45	0.35
4 transekter	50%	0.37-0.46	0.41-0.44	0.33-0.40	0.55-0.66	0.44-0.51	0.32
	30%	0.38-0.48	0.39-0.41	0.32-0.39	0.45-0.48	0.38-0.43	0.3
	10%	0.36-0.44	0.37-0.4	0.35-0.38	0.38-0.43	0.35-0.42	0.33

För höjd av övriga viden samt registrering av trädfri mark som också valts som typvariabler gjordes inga styrkeberäkningar pga få ytor med registreringar alternativt svårigheten att hantera variabler med förekomst/icke förekomst variabler i regressionsanalysen.

Bilaga 1, Tabell 3. Sannolikhet att upptäcka en faktisk linjär trend efter fem inventeringstillfällen vid felnivå 0,1 (90%-igt konfidensintervall) för några variabler* registrerade i småytorna. För varje variabel och fall redovisas värden för höjdintervall med minst respektive störst sannolikhet att upptäcka given förändring.

		Täckningsgrad av					
		Fältskikt	Blåbär	Graminider	Övriga mosor	Lövbuskar	Artantal
Bourkantjakke							
Ökning	50%	0.88-0.94	0.67-0.74	0.47-0.5	0.67-0.74	0.45-0.47	0.84-0.90
	30%	0.7-0.76	0.55-0.58	0.41-0.46	0.51-0.57	0.39-0.44	0.65-0.72
	10%	0.43-0.48	0.41-0.49	0.4-0.42	0.39-0.44	0.37-0.40	0.43-0.47
Minskning	50%	0.9-0.93	0.71-0.79	0.52-0.58	0.71-0.76	0.5-0.51	0.88-0.93
	30%	0.7-0.76	0.57-0.62	0.45-0.52	0.56-0.61	0.44-0.46	0.66-0.78
	10%	0.43-0.49	0.42-0.46	0.41-0.42	0.42-0.45	0.4-0.43	0.45-0.47
4 transekter	50%	0.78-0.87	0.63-0.66	0.39-0.49	0.6-0.63	0.4-0.44	0.72-0.85
	30%	0.6-0.64	0.46-0.52	0.41-0.44	0.43-0.49	0.39-0.42	0.57-0.63
	10%	0.39-0.47	0.37-0.4	0.41-0.44	0.38-0.43	0.38-0.42	0.38-0.43
Ljusfjället							
Ökning	50%	0.89-0.97	0.71-0.83	0.47-0.57	0.64-0.78	0.45-0.49	0.84-0.95
	30%	0.7-0.8	0.57-0.62	0.43-0.46	0.5-0.59	0.43-0.44	0.66-0.78
	10%	0.4-0.47	0.39-0.45	0.37-0.43	0.39-0.42	0.39-0.4	0.42-0.49
Minskning	50%	0.88-0.97	0.75-0.86	0.54-0.59	0.71-0.82	0.51-0.55	0.86-0.96
	30%	0.75-0.81	0.63-0.71	0.46-0.51	0.52-0.63	0.47-0.47	0.68-0.82
	10%	0.43-0.53	0.41-0.46	0.41-0.45	0.42-0.49	0.41-0.46	0.45-0.5
4 transekter	50%	0.78-0.9	0.63-0.71	0.43-0.48	0.6-0.67	0.36-0.43	0.71-0.87
	30%	0.6-0.69	0.47-0.56	0.43-0.46	0.49-0.54	0.4-0.41	0.57-0.69
	10%	0.4-0.48	0.4-0.45	0.38-0.42	0.4-0.43	0.38-0.4	0.39-0.45

* För Täckningsgrad av lövträd och barrträd som också valts som typvariabler gjordes inga styrkeberäkningar eftersom det för dessa variabler fanns få ytor med registreringar.

Bilaga 1, Tabell 4. Sannolikhet att upptäcka en faktisk linjär trend efter fem inventeringstillfällen vid signifikans nivån 0,1 för registrering av arter i småytorna. För varje variabel och fall redovisas värden för höjdintervall med minst respektive störst sannolikhet att upptäcka given förändring.

		Bågfryle	Dvärgvide	Gullris	Hönsbär*	Skogsstjärna
Bourkantjakke						
Ökning	50%	0.36-0.38	0.39-0.43	0.47-0.49	0.63-0.64	0.41-0.44
	30%	0.37-0.39	0.37-0.39	0.4-0.44	0.51-0.53	0.37-0.41
Minskning	50%	0.38-0.41	0.41-0.44	0.53-0.56	0.71-0.72	0.45-0.49
	30%	0.39-0.4	0.38-0.41	0.47-0.49	0.55-0.58	0.42-0.44
9 småytor	50%	0.42-0.45	0.44-0.47	0.64-0.68	0.9-0.91	0.5-0.57
	30%	0.4-0.43	0.4-0.42	0.49-0.56	0.69-0.72	0.43-0.49
Ljusfjället						
Ökning	50%	0.38-0.39	0.38-0.44	0.5-0.52		0.42-0.47
	30%	0.36-0.36	0.38-0.41	0.4-0.45		0.38-0.45
Minskning	50%	0.34-0.41	0.4-0.48	0.53-0.6		0.44-0.53
	30%	0.35-0.36	0.39-0.44	0.45-0.5		0.39-0.44
9 småytor	50%	0.39-0.44	0.41-0.51	0.65-0.77		0.47-0.6
	30%	0.4-0.4	0.4-0.48	0.49-0.55		0.45-0.49

*Endast registreringar från en provyta på Ljusfjället.

Bilaga 1, Tabell 5. Ungefärlig storlek på förändring mellan två tillfällen som är möjlig att upptäcka* med ett t-test om det antal ytor som finns inom varje höjdintervall hade valts slumpmässigt inom respektive höjdintervall. Resultat för täckningsgrader registrerade på 10 meters ytan.

Fjäll och höjdintervall	Antal ytor	Fältskikt Totalt (%)	Blåbär (%)	Grami-nider (%)	Övriga mossor (%)	Buskar totalt (%)	Dvärg-björk (%)	Rip/ull/ lappvide (%)	Träd totalt (%)
Bourkantjakke									
1100-	17	69%	81%	49%	41%				
1000-	15	35%	60%	64%	33%	101%		154%	
900-	15	26%	39%	70%	38%	55%	87%	72%	58%
800-	11	18%	48%	80%	78%	32%	78%	77%	88%
700-	9	31%	54%	34%	37%	55%	93%	74%	45%
Ljusfjället									
1200-	8	62%	148%	54%	86%	201%		212%	138%
1100-	12	46%	96%	58%	45%	155%		137%	
1000-	13	24%	79%	42%	36%	76%	152%	106%	
900-	14	9%	48%	53%	21%	92%	93%	111%	131%
800-	9	24%	80%	86%	50%	68%	113%	93%	83%
Lill-skarven									
1200-	5	22%	128%	45%	27%	112%	125%	143%	
1100-	17	18%	48%	46%	24%	49%	72%	35%	58%
1000-	17	16%	61%	56%	27%	38%	51%	91%	50%
900-	24	20%	43%	44%	21%	29%	38%	76%	46%
800-	8	39%	113%	66%	46%	46%	52%	55%	110%
Anjeskutan									
1100-	11	61%		87%	46%				
1000-	12	45%		76%	36%				
900-	16	30%		42%	28%	79%	172%	96%	
800-	13	27%		51%	23%	98%	179%	101%	132%
700-	12	23%		38%	27%	59%	97%	115%	102%
600-	12	15%		46%	37%	53%	81%	144%	51%
Åreskutan									
1300-	12	76%		89%	68%				
1200-	22	36%		48%	38%	156%	206%	147%	93%
1100-	23	32%		46%	41%	92%	118%	62%	88%
1000-	33	18%		46%	26%	45%	57%	74%	42%
900-	36	13%		51%	23%	28%	37%	60%	43%
800-	43	8%		38%	13%	20%	32%	39%	30%
Hundhögen									
1300-	6	59%		73%	86%				
1200-	12	45%		42%	51%				
1100-	12	17%		46%	43%	120%	169%		
1000-	8	20%		41%	46%	94%	113%		91%
900-	7	37%		67%	68%	57%	68%		91%
800-	7	24%		93%	78%	58%	83%	188%	134%

*Säga vara statistiskt signifikant på signifikansnivån 0,1 med styrkan 0,8 (sannolikheten att ”upptäcka” förändringen)

Bilaga 1, Tabell 6. Ungefärlig storlek på förändring mellan två tillfällen som är möjlig att upptäcka* med ett t-test om det antal ytor som finns inom varje höjdintervall hade valts slumpmässigt inom respektive höjdintervall. Täckningsgrader registrerade på småytor.

Fjäll och Höjdintervall	Antal ytor	Fältskikt totalt (%)	Blåbär (%)	Graminider (%)	Övriga mossor (%)	Lövbuskar (%)	Lövträd (%)	Barrträd (%)
Bourkantjakke								
1100-	17	94%	100%	101%	27%			
1000-	15	29%	54%	63%	46%	137%		
900-	15	31%	57%	77%	35%	48%	202%	
800-	11	18%	33%	97%	37%	33%		168%
700-	9	32%	44%	44%	30%	55%	101%	129%
Ljusfjället								
1200-	8	63%		78%	56%			
1100-	12	43%	120%	70%	30%			
1000-	13	25%	68%	39%	28%			113%
900-	14	9%	39%	54%	15%	86%	203%	
800-	9	23%	55%	129%	40%	63%		
Lill-skarven								
1200-	5	45%	116%	78%	30%	50%		
1100-	17	18%	89%	46%	15%	50%		163%
1000-	17	18%	34%	53%	17%	24%		61%
900-	24	14%	38%	48%	13%	23%	198%	77%
800-	8	28%	124%	43%	37%	41%		174%
Anjeskutan								
1100-	11	66%		71%	27%			
1000-	12	49%		90%	26%			
900-	16	35%		66%	22%	121%		
800-	13	24%		58%	13%	130%		
700-	12	21%		62%	25%	80%	205%	167%
600-	12	13%		59%	25%	84%	87%	106%
Åreskutan								
1300-	12	53%		104%	31%			
1200-	22	31%		56%	21%	135%		
1100-	23	27%		60%	21%	95%	137%	161%
1000-	33	20%		64%	19%	48%		89%
900-	36	13%		58%	15%	25%		97%
800-	43	10%		42%	12%	21%	87%	77%
Hundhögen								
1300-	6	81%		97%	70%			
1200-	12	32%		51%	39%			
1100-	12	25%		40%	25%	139%		
1000-	8	23%		61%	23%	97%		
900-	7	36%		90%	29%	79%		178%
800-	7	18%		77%	38%	59%	219%	178%

*Säga vara statistiskt signifikant på signifikansnivån 0,1 med styrkan 0,8 (sannolikheten att ”upptäcka” förändringen)

Bilaga 1, Tabell 7. Ungefärlig storlek på förändring mellan två tillfällen som är möjlig att upptäcka* med ett t-test om det antal ytor som finns inom varje höjdintervall hade valts slumpmässigt inom respektive höjdintervall. Arter registrerade på småytor.

Fjäll och Höjdintervall	Antal ytor	Artantal	Bågfryle	Dvärgvide	Gullris	Hönsbär	Linnea	Skogsstjärna
Bourkantjakke								
1100-	17	21%	92%	131%				
1000-	15	21%	117%	44%	97%			104%
900-	15	26%		57%	75%	63%		105%
800-	11	14%		122%	53%	37%		78%
700-	9	26%		133%	81%	25%		85%
Ljusfjället								
1200-	8	48%	183%	87%				232%
1100-	12	22%	99%	30%	168%			150%
1000-	13	16%		22%	113%			110%
900-	14	10%		36%	44%			78%
800-	9	18%		110%	88%	66%		90%
Lill-skarven								
1200-	5	26%	34%					256%
1100-	17	12%	29%	103%				117%
1000-	17	10%	55%	46%		63%		48%
900-	24	10%		47%	118%	62%		44%
800-	8	12%	183%	144%	175%			232%
Anjeskutan								
1100-	11	34%	118%	52%				
1000-	12	42%	175%	49%	168%			
900-	16	23%		27%	165%			129%
800-	13	15%		33%	83%			88%
700-	12	14%		77%	65%	64%		77%
600-	12	14%		196%	68%	14%		75%
Åreskutan								
1300-	12	37%	91%	44%				
1200-	22	25%	73%	25%				
1100-	23	16%	117%	27%		62%	112%	138%
1000-	33	12%	116%	22%	95%			212%
900-	36	11%		53%	50%			78%
800-	43	7%		91%	35%	43%		50%
Hundhögen								
1300-	6	48%	122%	111%				
1200-	12	25%	175%	55%				90%
1100-	12	16%		91%				52%
1000-	8	21%		205%	91%			108%
900-	7	9%		135%	179%			103%
800-	7	12%			179%			103%

*Säga vara statistiskt signifikant på signifikansnivån 0,1 med styrkan 0,8 (sannolikheten att ”upptäcka” förändringen)

Bilaga 2. Grunddata

Bilaga 2, Tabell 1. Medelvärden för valda variabler i 100 meters höjdintervall: Täckningsgrad i fält- och bottenskikt i 10 meters ytan.

Fjäll och höjdintervall	Fältskikt totalt (%)	Blåbär (%)	Graminider (%)	Övriga mossor (%)	Tramp människa (%)	Tramp renar (%)	Fordon (%)
Bourkantjakke							
1100-	10.53	2.29	4.82	5.59			
1000-	35.13	9.13	9.73	12.93			
900-	44.33	15.33	9.80	18.07			
800-	57.82	22.55	9.55	25.00			
700-	72.44	31.89	4.44	23.00			
Ljusfjället							
1200-	20.50	0.38	12.63	16.38		1.5	
1100-	27.25	6.08	6.42	19.08		2.17	
1000-	42.38	7.00	6.08	30.15		1.46	
900-	65.36	16.71	10.00	56.07		4.21	
800-	57.89	9.33	13.00	43.56	0.11	0.22	
Lill-skarven							
1200-	34.60	4.20	5.60	25.80			
1100-	50.35	2.47	14.29	49.76			
1000-	60.47	9.71	17.06	48.12			
900-	50.75	6.08	19.58	56.54			
800-	44.75	3.25	5.13	36.63			
Anjeskutan							
1100-	15.82		6.09	33.18			
1000-	18.58		5.08	43.67			
900-	41.69		20.31	46.75			
800-	52.31		27.15	58.15			
700-	62.83		32.92	60.08			
600-	75.75		34.08	61.58			
Åreskutan							
1300-	15.67		3.17	25.33			
1200-	31.86		10.59	27.64			
1100-	40.30		12.57	32.52			
1000-	45.48		11.45	29.30			
900-	72.33		14.64	54.17			
800-	84.44		29.35	74.05			
Hundhögen							
1300-	35.33		23.50	10.83			
1200-	41.17		20.75	12.58			
1100-	55.08		16.17	26.83			
1000-	70.00		17.13	36.38			
900-	66.29		15.14	36.29			
800-	77.29		26.29	42.00			

Bilaga 2, Tabell 2. Medelvärden för valda variabler i 100 meters höjdintervall: Täckningsgrad i buskskikt i 10 meters ytan samt medelvärde för höjd av vide.

Fjäll och höjdintervall	Buskskikt totalt (%)	Dvärgbjörk (%)	Rip/ull/lappvide (%)	Rip/ull/lapp vide höjd(dm)	Övriga viden, höjd (dm)
Bourkantjakke					
1100-					
1000-	0.80		0.27	2.10	
900-	13.07	5.13	8.00	6.13	
800-	29.09	13.00	8.64	21.31	
700-	15.44	7.67	7.89	55.16	
Ljusfjället					
1200-	0.13		0.13	2.00	
1100-	0.42		0.17	3.50	
1000-	0.85	0.15	0.23	1.63	
900-	8.64	6.07	4.86	3.78	
800-	32.89	13.67	23.78	10.00	5.00
Lill-skarven					
1200-	4.00	3.80	0.40	1.20	
1100-	5.82	4.71	0.76	3.21	
1000-	21.47	9.00	7.35	7.73	
900-	25.67	15.00	6.17	8.84	
800-	18.25	15.88	0.88	4.87	
Anjeskutan					
1100-					
1000-					
900-	1.81	0.25	1.56	7.71	
800-	5.31	1.08	4.15	4.07	
700-	10.00	6.75	3.17	4.42	
600-	12.83	2.58	5.67	7.48	
Åreskutan					
1300-					
1200-	2.55	1.59	0.77	6.05	
1100-	6.17	4.57	0.52	3.61	15.80
1000-	8.79	5.67	2.45	3.35	
900-	29.44	19.00	9.03	6.25	
800-	35.70	21.19	10.70	8.71	7.40
Hundhögen					
1300-					
1200-					
1100-	0.83	0.67			
1000-	9.38	9.25			
900-	18.14	17.86			
800-	43.29	31.57	7.43	12.07	

Bilaga 2, Tabell 3. Medelvärden för valda variabler i 100 meters höjdintervall: Variabler registrerade för trädskiktet i 10 meters ytan.

Fjäll och höjdintervall	Total trädtäckning (%)	Trädfri mark <0,05 (0/1)	Träd (st)	Björk (st)	Gran (st)	Rönn (st)	Tall (st)	Asp (st)
Bourkantjakke								
1100-		1.00						
1000-		1.00						
900-	0.27	0.53	0.80	0.80				
800-	1.73	0.27	2.27	2.27				
700-	18.11	0.11	33.22	23.44	1.78	8.00		
Ljusfjället								
1200-	0.13	0.88						
1100-		0.92						
1000-		0.85						
900-	0.07	0.79						
800-	0.56	0.22	1.89	1.78		0.11		
Lill-skarven								
1200-		1.00						
1100-	0.24	0.76	0.65	0.59		0.06		
1000-	0.29	0.71	0.82	0.76		0.06		
900-	1.08	0.46	2.38	2.21	0.08	0.04	0.04	
800-	2.75	0.38	6.00	5.38	0.13	0.13	0.38	
Anjeskutan								
1100-		1.00						
1000-		1.00						
900-		1.00						
800-	0.08	0.92	0.38	0.38				
700-	1.17	0.67	10.00	9.83	0.17			
600-	24.00	0.33	57.00	52.50	0.42	4.08		
Åreskutan								
1300-		1.00						
1200-	0.14	0.91	0.41	0.32	0.05	0.05		
1100-	2.96	0.65	1.96	1.91	0.04			
1000-	0.30	0.76	0.39	0.18	0.21			
900-	2.39	0.42	1.61	0.75	0.75	0.11		
800-	7.09	0.26	6.30	4.33	0.98	0.74	0.02	0.23
Hundhögen								
1300-		1.00						
1200-		1.00						
1100-		1.00						
1000-	0.25	0.75	0.25	0.13	0.13			
900-	0.29	0.57	0.57	0.14	0.14	0.29		
800-	9.29	0.57	11.57	11.14		0.43		

Bilaga 2, Tabell 4. Andel ytor med förekomst av valda arter i 100 meters höjdintervall och medelvärde av artantal på 10 meters ytan.

Fjäll och höjdintervall	Artantal	Bågfryle	Dvärgvide	Gullris	Hönsbär	Linnea	Skogsstjärna
Bourkantjakke							
1100-	13.76	0.71	0.18	0.06			0.18
1000-	24.73	0.60	0.93	0.67			0.53
900-	32.87	0.13	0.93	0.73	0.07		0.67
800-	30.36		0.45	0.91	0.36		0.64
700-	25.33		0.33	0.78	0.56		0.67
Ljusfjället							
1200-	18.13	0.75	0.50				0.25
1100-	25.92	0.42	0.92	0.17			0.33
1000-	28.00		1.00	0.38			0.62
900-	32.21	0.14	0.86	0.93			0.86
800-	23.44		0.33	0.56	0.11		0.44
Lill-skarven							
1200-	38.60		1.00	0.60			0.60
1100-	52.12		1.00	0.41			0.47
1000-	48.00		0.65	0.88	0.12	0.18	0.88
900-	45.17			0.92	0.08	0.13	0.88
800-	29.63		0.13	0.50	0.13		0.25
Anjeskutan							
1100-	13.73	0.82	1.00				0.18
1000-	15.17	0.25	0.83	0.17			0.25
900-	27.38	0.13	0.94	0.38	0.06		0.69
800-	28.62	0.08	0.77	0.69	0.23		0.69
700-	31.00		0.67	0.75	0.33		0.83
600-	28.83		0.17	0.58	0.67		0.83
Åreskutan							
1300-	18.42	0.92	1.00				
1200-	27.50	0.64	0.86	0.23	0.05		0.05
1100-	27.57	0.52	0.83	0.39	0.04	0.04	0.27
1000-	29.45	0.30	0.91	0.42		0.03	0.21
900-	32.25	0.03	0.47	0.61	0.03		0.39
800-	37.70		0.21	0.84	0.16	0.02	0.60
Hundhögen							
1300-	14.17	0.50	0.83				0.33
1200-	18.83	0.17	0.83				0.58
1100-	22.00		0.92	0.17			0.83
1000-	22.50		0.63	0.63			0.88
900-	22.43		0.29	0.57		0.14	0.86
800-	23.43			0.71	0.14		0.86

Bilaga 2, Tabell 5. Medelvärden för valda variabler på småytorna i 100 meters höjdintervall: Täckningsgrader i fält-, botten-, busk- och trädskikt.

Fjäll och höjdintervall	Fältskikt totalt (%)	Blåbär (%)	Graminider (%)	Övriga mossor (%)	Lövbuskar (%)	Lövträd (%)	Barrträd (%)
Bourkantjakke							
1100-	4.86	0.73	2.24	7.00			
1000-	33.87	9.87	10.27	17.53	0.09		
900-	30.07	8.13	6.98	24.51	6.42	0.20	
800-	48.06	15.21	7.47	34.45	19.64		0.24
700-	58.56	22.26	3.07	12.15	7.74	5.96	7.85
Ljusfjället							
1200-	16.96		8.63	10.83			
1100-	24.69	2.33	6.58	23.67			
1000-	41.59	5.49	7.64	34.56			1.03
900-	56.74	12.36	9.93	59.36	2.86	0.02	
800-	57.78	8.41	10.33	37.15	24.11		
Lill-skarven							
1200-	39.07	1.53	6.93	49.27	4.00		
1100-	42.69	2.41	11.00	52.10	5.65		0.02
1000-	45.96	8.75	10.69	56.76	12.80		7.53
900-	43.53	5.68	14.78	53.39	17.88	0.03	1.40
800-	41.50	2.75	2.54	43.92	12.38		0.04
Anjeskutan							
1100-	15.09		4.67	55.12			
1000-	20.81		5.17	53.72			
900-	29.71		10.58	46.48	0.19		
800-	48.54		20.87	72.85	1.92		
700-	49.25		20.97	50.31	5.86	0.25	0.06
600-	59.92		17.22	65.89	7.33	16.19	4.72
Åreskutan							
1300-	14.14		3.28	38.83			
1200-	28.11		8.06	43.68	1.12		
1100-	37.94		9.38	38.39	2.09	3.33	0.99
1000-	38.27		8.26	41.03	3.56		1.04
900-	60.44		11.72	58.23	17.50		2.15
800-	70.64		22.10	64.99	19.41	2.71	2.10
Hundhögen							
1300-	21.61		13.06	20.06			
1200-	45.78		19.06	23.17			
1100-	45.39		12.33	38.42	0.69		
1000-	56.38		14.04	47.42	3.21		
900-	57.86		7.76	51.29	11.48		0.05
800-	64.05		10.57	52.14	23.38	0.14	1.67

Bilaga 2, Tabell 6. Andel småytor med förekomst av valda typarter samt medelvärde för artantal i en småyta för 100 meters höjdintervall.

Fjäll och höjdintervall	Artantal	Bågfryle	Dvärgvide	Gullris	Hönsbär	Linnea	Skogsstjärna
Bourkantjakke							
1100-	4.37	0.06	0.04				
1000-	7.69	0.04	0.44	0.16			0.13
900-	8.58		0.38	0.20	0.02		0.18
800-	9.82		0.15	0.30	0.18		0.30
700-	8.37		0.07	0.26	0.33		0.33
Ljusfjället							
1200-	4.17	0.04	0.33				0.04
1100-	8.64	0.11	0.67	0.03			0.06
1000-	9.31		0.74	0.13			0.18
900-	11.02		0.52	0.31			0.19
800-	9.04		0.15	0.30	0.04		0.15
Lill-skarven							
1200-	12.67	0.73					0.07
1100-	13.41	0.43	0.06				0.06
1000-	11.22	0.29	0.33		0.02		0.39
900-	10.28		0.22	0.04	0.01		0.36
800-	9.33	0.04	0.13	0.04			0.13
Anjeskutan							
1100-	2.70	0.06	0.42				
1000-	2.97	0.03	0.53	0.03			
900-	4.83		0.52	0.02			0.13
800-	7.49		0.59	0.18			0.15
700-	6.78		0.31	0.17	0.03		0.33
600-	8.33		0.06	0.25	0.61		0.22
Åreskutan							
1300-	3.81	0.17	0.50				
1200-	5.08	0.09	0.59				
1100-	6.26	0.03	0.55		0.01	0.0	0.72
1000-	7.37	0.02	0.51	0.04			0.03
900-	7.64		0.17	0.13			0.12
800-	8.11		0.08	0.22	0.04		0.17
Hundhögen							
1300-	4.28	0.11	0.33				
1200-	6.75	0.03	0.42				0.25
1100-	7.97		0.22				0.39
1000-	8.00		0.04	0.21			0.33
900-	6.95		0.01	0.05			0.33
800-	6.62			0.05			0.33

Bilaga 2, Tabell 7. Antal 10 meters ytor i varje 100 meters intervall där valda variabler har registrerats: Variabler i fält- och bottenskikt.

Fjäll och höjdintervall	Antal ytor	Antal transekt	Fältskikt totalt %)	Blåbär (%)	Grami-nider (%)	Övriga mossor (%)	Tramp människa (%)	Tramp renar (%)	Fordon (%)
Bourkantjakke									
1100-	17	6	16	5	15	17	0	0	0
1000-	15	6	15	13	15	15	0	0	0
900-	15	6	15	14	15	15	0	0	0
800-	11	5	11	10	11	10	0	0	0
700-	9	4	9	9	9	9	0	0	0
Ljusfjället									
1200-	8	6	8	2	8	8	0	2	0
1100-	12	6	11	7	11	11	0	4	0
1000-	13	5	13	10	13	13	0	1	0
900-	14	5	14	12	14	14	0	5	0
800-	9	5	9	6	9	9	1	1	0
Lill-skarven									
1200-	5	5	5	4	5	5			
1100-	17	6	17	14	17	17			
1000-	17	6	17	13	17	17			
900-	24	5	24	22	24	24			
800-	8	2	8	6	8	7			
Anjeskutan									
1100-	11	6	11		11	11			
1000-	12	6	10		10	12			
900-	16	6	16		16	16			
800-	13	6	13		12	13			
700-	12	6	12		12	12			
600-	12	4	12		12	12			
Åreskutan									
1300-	12		11		7	12			
1200-	22		21		20	22			
1100-	23		23		22	22			
1000-	33		33		31	33			
900-	36		36		34	35			
800-	43		43		41	42			
Hundhögen									
1300-	6	4	6		6	6			
1200-	12	5	12		12	12			
1100-	12	5	12		12	12			
1000-	8	4	8		8	8			
900-	7	4	7		7	7			
800-	7	3	7		7	6			

Inget värde anger att variabeln har tillkommit efter att fjället inventerades.

Bilaga 2, Tabell 8. Antal 10 meters ytor i varje höjdintervall där valda variabler har registrerats: Variabler i buskskiktet.

Fjäll och höjdintervall	Antal ytor	Buskskikt totalt (%)	Dvärgbjörk (%)	Rip/ull/lappvide (%)	Rip/ull/lappvide höjd (dm)	Övriga viden, höjd (dm)
Bourkantjakke						
1100-	17	0	0	0	0	0
1000-	15	5	0	2	2	0
900-	15	10	9	9	9	0
800-	11	11	8	9	9	0
700-	9	9	6	8	8	0
Ljusfjället						
1200-	8	1	0	1	1	0
1100-	12	2	0	2	2	0
1000-	13	6	2	3	3	0
900-	14	10	8	9	9	0
800-	9	7	6	6	6	1
Lill-skarven						
1200-	5	5	5	2	2	0
1100-	17	15	13	12	12	0
1000-	17	17	15	14	14	0
900-	24	24	23	19	19	0
800-	8	8	8	6	6	0
Anjeskutan						
1100-	11	0	0	0	0	0
1000-	12	0	0	0	0	0
900-	16	8	2	7	7	0
800-	13	8	2	7	7	0
700-	12	12	6	9	9	0
600-	12	12	8	6	6	0
Åreskutan						
1300-	12	0	0	0	0	0
1200-	22	3	2	2	2	0
1100-	23	11	5	9	9	1
1000-	33	27	17	23	23	0
900-	36	34	30	31	31	0
800-	43	42	39	38	38	2
Hundhögen						
1300-	6	0	0	0	0	0
1200-	12	0	0	0	0	0
1100-	12	3	3	0	0	0
1000-	8	7	7	0	0	0
900-	7	7	7	0	0	0
800-	7	7	7	3	3	0

Bilaga 2, Tabell 9. Antal 10 meters ytor i varje höjdintervall där valda typ variabeln har registrerats: Variabler i trädskiktet.

Fjäll och höjdintervall	Antal ytor	Trädtäckning (%)	Trädantal (st)	Björk (st)	Gran (st)	Rönn (st)	Tall (st)	Asp (st)
Bourkantjakke								
1100-	17	0	0	0	0	0	0	0
1000-	15	0	0	0	0	0	0	0
900-	15	4	3	3	0	0	0	0
800-	11	6	7	7	0	0	0	0
700-	9	8	8	8	2	4	0	0
Ljusfjället								
1200-	8	1	0	0	0	0	0	0
1100-	12	0	0	0	0	0	0	0
1000-	13	0	0	0	0	0	0	0
900-	14	1	0	0	0	0	0	0
800-	9	3	5	5	0	1	0	0
Lill-skarven								
1200-	5	0	0	0	0	0	0	0
1100-	17	4	4	4	0	1	0	0
1000-	17	5	5	4	0	1	0	0
900-	24	13	13	10	2	1	1	0
800-	8	5	5	3	1	1	1	0
Anjeskutan								
1100-	11	0	0	0	0	0	0	0
1000-	12	0	0	0	0	0	0	0
900-	16	0	0	0	0	0	0	0
800-	13	1	1	1	0	0	0	0
700-	12	4	4	4	1	0	0	0
600-	12	8	8	8	1	5	0	0
Åreskutan								
1300-	12	0	0	0	0	0	0	0
1200-	22	2	2	1	1	1	0	0
1100-	23	8	8	8	1	0	0	0
1000-	33	8	8	6	4	0	0	0
900-	36	22	21	10	17	3	0	0
800-	43	32	32	23	19	16	1	1
Hundhögen								
1300-	6	0	0	0	0	0	0	0
1200-	12	0	0	0	0	0	0	0
1100-	12	0	0	0	0	0	0	0
1000-	8	2	2	1	1	0	0	0
900-	7	2	3	1	1	1	0	0
800-	7	3	3	3	0	2	0	0

Bilaga 2, Tabell 10. Antal ytor i varje höjdintervall där valda typvariabler har registrerats på minst en småyta: Variabler i fält-, botten, busk-och trädskiktet.

Fjäll och Höjdintervall	Fältskikt totalt (%)	Blåbär (%)	Graminider (%)	Övriga mossor (%)	Lövbusk (%)	Lövträd (%)	Barrträd (%)
Bourkantjakke					0	0	0
1100-	9	2	9	17	1	0	0
1000-	14	9	14	15	8	1	0
900-	14	10	14	15	9	0	1
800-	11	9	11	11	6	4	2
700-	9	8	9	9			
Ljusfjället					0	0	0
1200-	7	0	7	7	0	0	0
1100-	12	4	12	12	0	0	2
1000-	13	6	13	13	3	1	0
900-	14	9	14	14	7	0	0
800-	9	5	8	8			
Lill-skarven					5	0	0
1200-	5	2	5	5	13	0	1
1100-	17	7	17	17	15	0	7
1000-	17	15	17	17	23	1	5
900-	24	18	24	24	8	0	1
800-	8	3	8	8			
Anjeskutan					0	0	0
1100-	10	0	9	11	0	0	0
1000-	9	0	7	12	2	0	0
900-	15	0	14	16	2	0	0
800-	13	0	13	13	4	1	1
700-	12	0	12	11	6	8	3
600-	12	0	12	12			
Åreskutan					0	0	0
1300-	10	0	8	12	1	0	0
1200-	20	0	18	21	4	3	1
1100-	23	0	22	23	14	0	4
1000-	33	0	32	33	30	0	3
900-	36	0	34	34	38	7	9
800-	43	0	40	39			
Hundhögen					0	0	0
1300-	5	0	5	6	0	0	0
1200-	11	0	11	11	1	0	0
1100-	12	0	12	12	3	0	0
1000-	8	0	8	8	4	0	1
900-	7	0	7	7	5	1	1
800-	7	0	7	7			

BIlaga 2, Tabell 11. Antal ytor i varje höjdintervall där valda typarter har registrerats på minst en småyta.

Fjäll och Höjdintervall	Artantal	Bågfryle	Dvärgvide	Gullris	Hönsbär	Skogsstjärna
Bourkantjakke						
1100-	17	3	2	0	0	0
1000-	15	2	11	3	0	4
900-	15	0	8	5	1	4
800-	11	0	3	7	3	6
700-	9	0	2	4	5	5
Ljusfjället						
1200-	7	1	4	0	0	1
1100-	12	3	11	1	0	2
1000-	13	0	12	2	0	4
900-	14	0	11	9	0	6
800-	9	0	3	3	1	4
Lill-skarven						
1200-	5	5	0	0	0	1
1100-	17	13	3	0	0	3
1000-	17	7	10	0	1	12
900-	24	0	12	2	1	14
800-	8	1	2	1	0	1
Anjeskutan						
1100-	11	2	8	0	0	0
1000-	9	1	8	1	0	0
900-	16	0	14	1	0	3
800-	13	0	11	4	0	5
700-	12	0	5	5	1	6
600-	12	0	1	5	8	6
Åreskutan						
1300-	12	4	9	0	0	0
1200-	20	5	18	0	0	0
1100-	23	2	18	0	1	3
1000-	32	2	27	3	0	1
900-	35	0	12	10	0	8
800-	43	0	4	17	2	16
Hundhögen						
1300-	6	2	3	0	0	0
1200-	12	1	7	0	0	5
1100-	12	0	4	0	0	8
1000-	8	0	1	3	0	4
900-	7	0	2	1	0	4
800-	7	0	0	1	0	4

Bilaga 2, Tabell 12. Underlag för simulering av förändringar. Standardavvikelse för differensen på NILS 10 m provytor vid två tillfällen (2010 och 2005) samt korrelation för registreringarna vid de två tillfällen.

	Täckningsgrad %							
	Fältskikt	**Ris**	**Graminider**	**Övriga mossor**	**Vide**	**Dvärgbjörk**	**Träd**	**Stamantal**
Medelvärde differens 2010-2005	-0.60	1.33	1.93	-3.73	-0.70	-1.32	-2.35	53.11
Standardavvikelse*	14.27	11.26	7.99	22.29	4.73	5.57	10.79	725.44
Korrelation	0.64	0.71	0.64	0.61	0.71	0.64	0.88	0.57

*NILS provytor är valda i kluster inom sk. landskapsrutor. Den berikande standardavvikelsen är ett medelvärde för standardavvikelsen för skillnaden i provytor inom en NILS ruta.

Bilaga 2, Tabell 13. Skattning från NILS små provytor för standardavvikelse mellan skillnader på provytor vid två tillfällen (2010 och 2005) samt korrelation mellan mätningar vid två tillfällen.

	Täckningsgrad %						Andel ytor med förekomst				
	Fältskikt	**Ristäckning**	**Graminider**	**Lövbuskar**	**Lövträd**	**Barrträd**	**Dvärgpolarvide**	**Gullris**	**Hönsbär**	**Linnea**	**Skogsstjärna**
Medel differens	-0.94	0.40	0.16	0.73	0.55	0.01	0.02	-0.02	0.00	0.00	-0.01
Enskilda småytor											
Standardavvikelse %	18.82	14.73	11.70	8.36	9.15	8.17	0.25	0.34	0.16	0.24	0.40
Korrelation	0.68	0.76	0.55	0.77	0.65	0.76	0.65	0.68	0.93	0.78	0.50
Tre ytor aggregerade											
Standardavvikelse %	13.82	9.71	9.58	5.20	5.62	4.52	0.20	0.22	0.09	0.14	0.26
Korrelation	0.74	0.85	0.60	0.86	0.70	0.81	0.73	0.80	0.97	0.91	0.65

Beräkningar av slumpfel vid simulering av förändringar baserades på standardavvikelsen för enskilda ytor delat med roten ur antalet småytor på en provyta för att kunna jämföra tre småytor med nio småytor. Enkla beräkningar för t-test för två tillfällen baserades på korrelation för aggregerade värden på provytenivå. Beräknade värde var som ovan medel för standardavvikelse mellan provytor inom NILS rutor.

Länsstyrelsen
Jämtlands län

Postadress: 831 86 Östersund
Besöksadress: Residensgränd 7
Telefon: 063-14 60 00
jamtland@lansstyrelsen.se
www.lansstyrelsen.se/jamtland