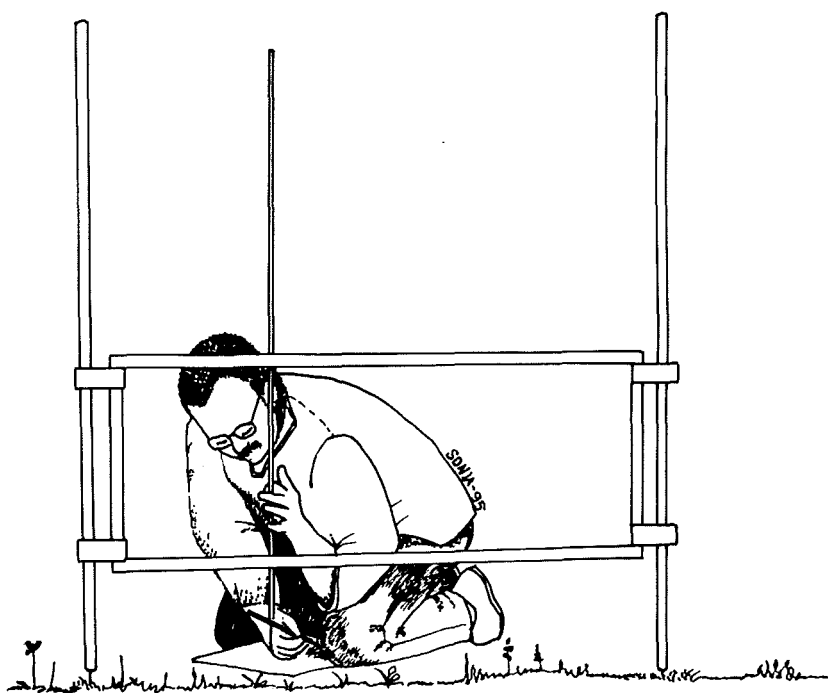


LÄNSSTYRELSEN KALMAR LÄN
INFORMERAR

Vegetationsmätningar i ängs- och hagmarker

En statistisk utvärdering av nålsticksmetoden
samt diskussion kring artarea - analysen



Utgiven av:	Länsstyrelsen i Kalmar län, juni 1995	
Ansvarig enhet:	Miljövårdsenheten	
Författare:	Patrick Isendahl. Björn Holmquist Peter Gustavsson	Inst f. matematisk statistik. Lunds universitet
Tryckt hos:	Länsstyrelsens tryckeri 1995	
Upplaga:	100 ex	

Förord

Vid miljöövervakning av vegetation finns en rad faktorer att ta hänsyn till som t.ex.; Vad som är syftet med undersökningen? Vilka resurser står till förfogande? Vilken metod är lämplig att använda? Vilka data erhålls och hur kan dessa analyseras?

Inom uppföljningen av ängs- och hagmarker har Naturvårdsverket föreslagit två kvantitativa metoder, dels art-area och dels punktfrekvensmetoden (=nålsticksmetoden). Punktfrekvensmetoden ingår redan som en del inom "provlokalskonceptet" (se delprogrammet *Biotop-provlokaler jordbruksmark*). Troligen kommer även art/area-analysen att föreslås för miljöövervakningen.

När detta arbetet inleddes var det med miljöövervakningens krav på kvalitetssäkring som metoderna betraktades. I detta perspektiv verkade punktfrekvensmetoden intressant men fråga var vilken arbetsinsats som krävdes och vilka förändringar som skulle kunna spåras. Det finns olika sätt att analysera och bearbeta de data som samlas in vid denna typ av undersökningar och olika analysmetoder ger olika resultat. Denna rapport tar endast upp den statistiska bearbetningen av insamlade data. Västekologer analyserar ofta datamaterialet med hjälp av speciella dataprogram i stället för statistiska bearbetningar. Exempel på sådana dataprogram är ordinations- och klassifikationsprogram (exempel på användningen ges av Jonsson, Persson, Emanuelsson i Svensk Botanisk Tidskrift 1991(6):417-442). Genom att t.ex. använda ordinations- och klassifikationsprogram anser man att tendenser kan fångas som annars inte skulle upptäckas, å andra sidan är förändringen inte statistiskt säkerställd. Frågan är; Hur ska insamlade data bearbetas? Vilka krav ska vi ställa på våra data? Hur ska de användas? Bearbetningen av insamlade data är minst lika viktig som metodvalet och är dessutom beroende av den metod som använts, vid insamling av data.

Projektledare
Thomas Johansson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Del - A. ERFARENHETER FRÅN FÄLTPROVTAJNINGEN.

- 1. Sammanfattning**
- 2. Bakgrund och syfte**
- 3. Nålsticksmetoden**
 - 3.1. Bakgrund och syfte
 - 3.2. Metodik
 - 3.2.1. Nålsticksmätningar utmed fast linje (transekt)
 - 3.2.2. Utslumpade nålsticksmätningar inom en fast storyta om 100 m²
 - 3.2.3. Presentation av områden i vilka nålsticksmätningar utförts.
 - 3.3. Resultat och diskussion
- 4. Art/area-analys**
 - 4.1. Bakgrund och syfte
 - 4.2. Metodik
 - 4.3. Resultat
 - 4.4. Diskussion
- 5. Användningen av nålsticksmetoden inom miljöövervakningen.**
- 6. Referenser**

Del - B. STATISTISK UTVÄRDERING.

- 1. Bakgrund**
- 2. Nålsticksmetoden**
 - 2.1 Metodik
 - 2.2 Karakteristika
 - 2.3 Tre områden (Högmossen, Södra Bäck, Grossmossen)
 - 2.4 Skattning av vegetationsstorheter
- 3. Bestämning av undersökningsstorlek**
 - 3.1 Täckningsgradsförändring
 - 3.2 Förändring hos flera arter
 - 3.3 Sammanfattning
 - 3.4 Styrkefunktion

ERFARENHETER FRÅN FÄLTPROVTAGNINGEN

INNEHÅLL

1. SAMMANFATTNING

2. BAKGRUND OCH SYFTE

3. NÅLSTICKSMETODEN

3.1. Bakgrund och syfte

3.2. Metodik

3.2.1. Nålsticksmätningar utmed fast linje (transekt)

3.2.2. Utslumpade nålsticksmätningar inom en fast storyta om 100 m²

3.2.3. Presentation av områden i vilka nålsticksmätningar utförts.

- 3.2.3.1. Bröttorp
- 3.2.3.2. Gerstad ås
- 3.2.3.3. Grossmossen
- 3.2.3.4. Gårdby sandhed
- 3.2.3.5. Högmossen
- 3.2.3.6. Norra Bäck
- 3.2.3.7. Norra Kvinneby
- 3.2.3.8. Slottsalvaret
- 3.2.3.9. Svarteberga

3.3. Resultat och diskussion

3.3.1. Bröttorp

3.3.2. Gerstad ås

3.3.3. Grossmossen

3.3.4. Gårdby sandhed

3.3.5. Högmossen

3.3.6. Norra Bäck

- 3.3.7. Norra Kvinneby
- 3.3.8. Slottsalvaret
- 3.3.9. Svarteberga
- 3.3.10. Allmänt om metoden
- 3.3.11. Vegetationens homogenitet
- 3.3.12. Vad är det resultatet visar?
- 3.3.13. Jämförelser mellan en välhävdad och en ohävdad fålla
- 3.3.14. Antal stick
- 3.3.15. Alternativa utföranden vid nålsticksmätningar
- 3.3.16. Alternativa metoder
- 3.3.17. Markering av fasta mätställen

4. ART/AREA-ANALYS

- 4.1. Bakgrund och syfte
- 4.2. Metodik
- 4.3. Resultat
- 4.4. Diskussion

5. ANVÄNDNINGEN AV NÅLSTICKSMETODEN INOM MILJÖÖVERVAKNINGEN

6. REFERENSER

1. SAMMANFATTNING

I detta arbete behandlas två kvantitativa metoder för beskrivning av fältskiktet; nålsticksmetoden samt art/area-analys. Tyngdpunkten ligger på en utvärdering av nålsticksmetoden vad gäller dess lämplighet vid miljöövervakning.

En mätmetod måste vara så känslig att den, efter en längre tids mätningar, kan särskilja större trender vad gäller förändringar i artsammansättningen från de variationer som naturligt förekommer i vegetationssamhällen. Lämpligheten avgörs inte bara av hur väl en metod speglar de faktiska förhållandena, utan är också till stor del avhängig av krävd arbetsinsats och tidsåtgång.

Nålsticksmetoden utfördes i betesmarker i torra till fuktiga vegetationstyper. Mätningar utfördes även i områden där röjningsingrepp nyligen företagits, i syfte att följa utvecklingen i fältskiktets artsammansättningar.

För att med minsta möjliga arbetsinsats kunna urskilja täckningsgradsförändringar ska nålsticksmätningar utföras i enhetliga vegetationstyper. Växtarter förekommer ofta aggregerat även i enhetliga vegetationstyper. Detta innebär att större arbetsinsats krävs på grund av den därvid uppkomna heterogeniteten.

I **del 2** visas hur stora förändringar som kan upptäckas med en viss arbetsinsats, samt hur stor arbetsinsats som krävs för att upptäcka en förändring av en viss storlek. Beräkningarna är baserade på provtagningsresultaten från Norra Bäck, Grossmossen samt Högmossen. Dessa lokaler bestod i fältskiktet av vegetationstyperna friskäng, kalkfuktäng respektive kalkfuktäng av gräsrik typ. Beräkning skedde av det antal stick som krävdes för att upptäcka en tjugoprocentig täckningsgradsförändring för de sju vanligaste arterna vid de olika lokalerna. Resultatet visade att för att upptäcka denna förändring, skulle så många som 950 respektive 1100 stick behövas vid de två lokalerna Högmossen och Grossmossen. Att nålsticksmätningar kräver i storleksordningen tusen stick innebär att mer än två fältdagar får läggas på vissa lokaler. Nålsticksmetodens användbarhet blir därmed starkt begränsad av denna icke föraktliga arbetsinsats och tidsåtgång.

Nålsticksmetoden har, som visas i detta arbete, en för låg upplösning för att med tillräcklig säkerhet kunna kvantifiera populationsförändringar vad gäller lågfrekventa arter. Eftersom en del arter kommer att missas, ges inte heller någon tillfredsställande bild av antalet förekommande arter i ett vegetationsavsnitt. Metoden fungerar alltså endast för de mest frekventa arterna.

Vidare diskuteras möjliga alternativa utföranden vid nålsticksmätningar, tänkbara alternativa metoder, skillnader mellan välhävdade och svagt hävdade fällor samt alternativ markering av mätställen.

Art/area-analysen behandlas, på grund av det begränsade material på vilken undersökningen bygger, mer översiktligt i denna skrift.

Försiktighet måste vidtas vid artdiversitetsjämförelser mellan olika områden och därvid, utan att känna till hävdhistoriken, dra slutsatser av detta angående skillnader i hävdkvaliteten mellan dessa områden. Vid denna undersökning tenderade artrika vegetationstyper att uppvisa en tydligare skillnad mellan välhävdade och svagt hävdade områden. Den relativa skillnaden, orsakad av en i de sista delytorna nytilkommen art, blir större i artfattigare miljöer.

Då kärlväxter ofta förekommer aggregerat är det även av betydelse, för kurvans utseende och därmed möjligheterna till jämförelser med avseende på artdiversiteten, var i en vegetationstyp en art/area-analys läggs ut.

2. BAKGRUND OCH SYFTE

Under sommaren -94 har, som en del av ett miljöövervakningsprogram för naturvård, kvantitativa mätningar av vegetation utförts i Ölands naturliga fodermarker.

Syftet har, efterhand som nya frågeställningar tagit form, ändrats under projektets gång. Det ursprungliga syftet var att ta fram ett program för att följa utvecklingen av de naturliga fodermarkerna på Öland. Senare kristalliserades syftet ut till att framförallt utgöras av en utvärdering av nålsticksmetoden. I ett relativt sent skede uppstod även behovet av att anlita matematisk-statistisk expertis (se del 2).

3. NÅLSTICKSMETODEN

3.1. Bakgrund och syfte

Syftet har varit att utvärdera nålsticksmetoden, och då framförallt hur omfattande en nålsticksmätning behöver vara för att ge ett acceptabelt resultat.

Goodall (1952) ansåg nålsticksmetoden vara en av de mest pålitliga och objektiva ekologiska metoderna. Nålsticksmetoden är, enligt Jonasson (1988), troligen mest användbar när det gäller att studera och kvantifiera förändringar i vegetationssammansättningen under en tidsperiod. Det är utan tvekan så att nålsticksmetoden, bland annat på grund av den exakthet med vilken den utförs, ger intryck av att vara en objektiv och pålitlig metod. Dock, som Levy & Madden (1933) påpekar i sin artikel om nålsticksmetoden, är det praktiska användandet av en metod och matematisk test av densamma två skilda ting.

Levy & Madden (1933) ansåg 100 stick ge en bra bild av de dominerande arterna i en gräsvål. 400 till 500 stick ansågs vara tillräckligt för de mindre vanliga arterna, medan betydligt fler krävs för de arter som bara förekommer som spår. De ansåg dock att det slutliga resultatet knappast skulle motivera en sådan arbetsinsats. Som det ska visas nedan, gjorde de en ordentlig underskattning av det antal stick som krävs för att ge en bra bild av de dominerande arterna. Hur många stick som krävs beror, enligt Goodall (1952), inte enbart på kravet på exakthet, utan varierar även från art till art särskilt med avseende på hur frekventa arterna är. Svaret kan bara vara i relation till det specifika problemet och den specifika vegetationstypen

Sonesson (1980) har gjort studier som visar bilden av artsammansättningen förändras vid olika stor arbetsinsats med nålsticksmetoden. Med hjälp av icke numerisk klassifikation delades arterna i olika grupper. Dessa grupper uppvisade en mycket god överensstämmelse vid 21600, 16200 respektive 10800 stick. I intervallet 7200 till 1080 stick skedde dock en förändring på så sätt att de mer lågfrekventa arterna bildade nya grupper. Sonessons studie utfördes med en nålsticksram med 1,5 centimeters mellanrum. totalt utfördes nålsticksmätningar inom 72 stycken delytor, om 4 m², med tio slumpmässigt utlagda ramar inom var delyta. Varje delyta var slumpmässigt utlagd inom en "småruta" om 25 m². Dessa "smårutor" var i sin tur jämn fördelade på fyra "storrutor". Förutom kärlväxter omfattade analysen även lavar och mossor.

Vid denna studie valdes de enskilda lokalerna ut i avsikt att täcka in olika vegetationstyper. Förutom det ovan nämnda huvudsyftet, var avsikten med nålsticksmätningar vid Gerstad ås,

Norra Kvinneby och Svarteberga att följa vad som sker med fåltskiktets artsammansättning efter röjningsingrepp. En fördel med transektförfarandet är att man lätt hittar tillbaka till de sträckor, längs med linjen, som tidigare varit täckta av buskskiktet. Syftet med nålsticksmätningarna vid Bröttorp var att, i fållor med i övrigt likartade förhållanden, studera skillnader i fåltskiktets artsammansättning vid olika hävdstatus.

3.2. Metodik

Den vid nålsticksmätningarna använda metodiken finns beskriven av Ekstam (1993). Principen för metoden är frekvensmätning av växtarter i, med hjälp av en ram, utlagda positioner. Ramen är utrustad med 21 alternativt 23 hål, ett på var femte centimeter. I dessa får en rundstav, utrustad med en nål med diametern 2 mm, löpa. Nålen ska föras vertikalt längs en så rak bana som möjligt. De kärlväxtarter som träffas av nålen antecknas. I de fall då kärlväxten endast kan bestämmas till släkte, anges släktnamnet. De kärlväxtarter som ej alls kan artbestämmas, anges som obestämd kärlväxt enligt "kärlväxt 1", "kärlväxt 2", osv. Mossa, lav, bar jord, spillning eller på annat sätt avvikande underlag noteras. Oberoende av antalet träffar antecknas en art endast en gång per stick.

3.2.1. Nålsticksmätningar utmed fast linje (transekt)

Utgångspunkten för linjen markeras med ett järnrör, varefter linjens riktning tas ut. Som syftpunkt används en i linjens förlängning utplacerad stav. Provtagningen utförs längs den utlagda linjen, varvid ramen successivt flyttas framåt. Träffade kärlväxtarter antecknas på en så kallad punktfrekvensblankett, se **bilaga 1**. Efter slutförd provtagning, markeras linjens slutpunkt med ett järnrör. Positionen för startrör, slutrör, linjens kompassriktning och syftlinjer förs in på karta och/eller fältblanketten. Denna metodik användes i alla lokaler utom vid Gårdby sandhed.

3.2.2. Utslumpade nålsticksmätningar inom en fast storyta om 100 m²

En fast storyta om 100 m² läggs ut som en kvadrat med diagonalen i nord-sydlig riktning. Mittpunkten markeras med ett järnrör, varefter sex till åtta kvadratmeterstora småtor slumpas ut. Med hjälp av nålsticksram tas mellan 50 och 100 stick i var småruta. Mittpunkt, syftlinjer och kompassriktningar förs in på karta och noteras. Vid nya mätningar under följande säsonger slumpas nya smårutor ut inom den fasta storytan. Denna metodik användes dock enbart vid Gårdby sandhed, se **3.2.3.4.** samt **3.3.4.**

3.2.3. Presentation av områden i vilka nålsticksmätningar utförts

På nedan nämnda lokaler har nålsticksmätningar utförts under sommaren 1994.

3.2.3.1. Bröttorp

Vid Bröttorp lades två transekter om 299 stick ut i en välhävdad respektive en ohävdad friskäng. Den ohävdade fållan har saknat hävd under ett antal säsonger. Exakt hur länge är dock inte känt.

3.2.3.2. Gerstad ås

Vid Gerstad ås utfördes analysen, med 23-sticksram längs en fast linje, i ett område som tidigare varit kraftigt igenvuxet med enbuskar. Totalt togs 621 stick i vegetationstypen ängshavretorräng.

Röjning av enbuskar har skett under 1994, med hydrauliskt klippaggregat, varefter röjningsavfallet transporterats bort.

3.2.3.3. Grossmossen

Vid Grossmossen togs 598 stick med en 23-sticksram utmed en fast linje. Linjen lades i en kalkfuktäng på ett litet högre avsnitt i kärret. Motiveringen till denna lokalisering var en hygglig betespåverkan samt förekomsten av en värdefull flora.

I syfte att erhålla en högre homogenitet, ändrar linjen riktning efter ungefär halva sträckan.

3.2.3.4. Gårdby sandhed

Gårdby sandhed är idag dominerad av ljunghed och kan därför, enligt SNV (1994), sägas vara i en degenerationsfas. Som ett led i en restaurering kommer försök med borttagande av ljunghed och försurat jordlager att utföras i provytor i området.

Nålsticksmätningen utfördes i en lucka i ljungheden med vegetationstypen sandgräshed av borsttåteltyp. Metoden med utslumpade mätningar inom en fast storyta om 100m² användes, varvid etthundra stick togs i var småruta.

3.2.3.5. Högmossen

Vid Högmossen utfördes nålsticksmätningen med en 23-sticksram längs en fast linje. Totalt togs 644 stick i en kalkfuktäng av gräsrik typ.

3.2.3.6. Norra Bäck

Vid Norra Bäck togs 644 stick, med 23-sticksram längs en fast linje, i en friskäng. Efter ungefär halva sträckan ändrar linjen riktning i syfte att hålla den inom samma vegetationstyp.

3.2.3.7. Norra Kvinneby

Nålsticksmätning utfördes i Norra Kvinnebys sjömarker på ett avstånd av ungefär 300 meter från strandlinjen. Totalt togs 644 stick, med 23-sticksram längs en fast linje, i en friskäng.

Norra Kvinnebys sjömarker är till stor del bevuxna med tok. Analysen utfördes i ett mindre område, utmed en gammal strandvall, som röjts med kedjeröjare under 1992. Röjningsavfallet fick då ligga kvar. Markförhållandena är dock något torrare än vad som är vanligt i tokdominerade marker.

3.2.3.8. Slottsalvaret

På Slottsalvaret, vid Borgholm, utfördes analysen i en torräng av fårsvingel-ängshavretyp. 567 stick togs med en 21-sticksram längs med fast linje. Tyvärr användes ej någon punktfrekvensblankett på denna lokal.

3.2.3.9. Svarteberga

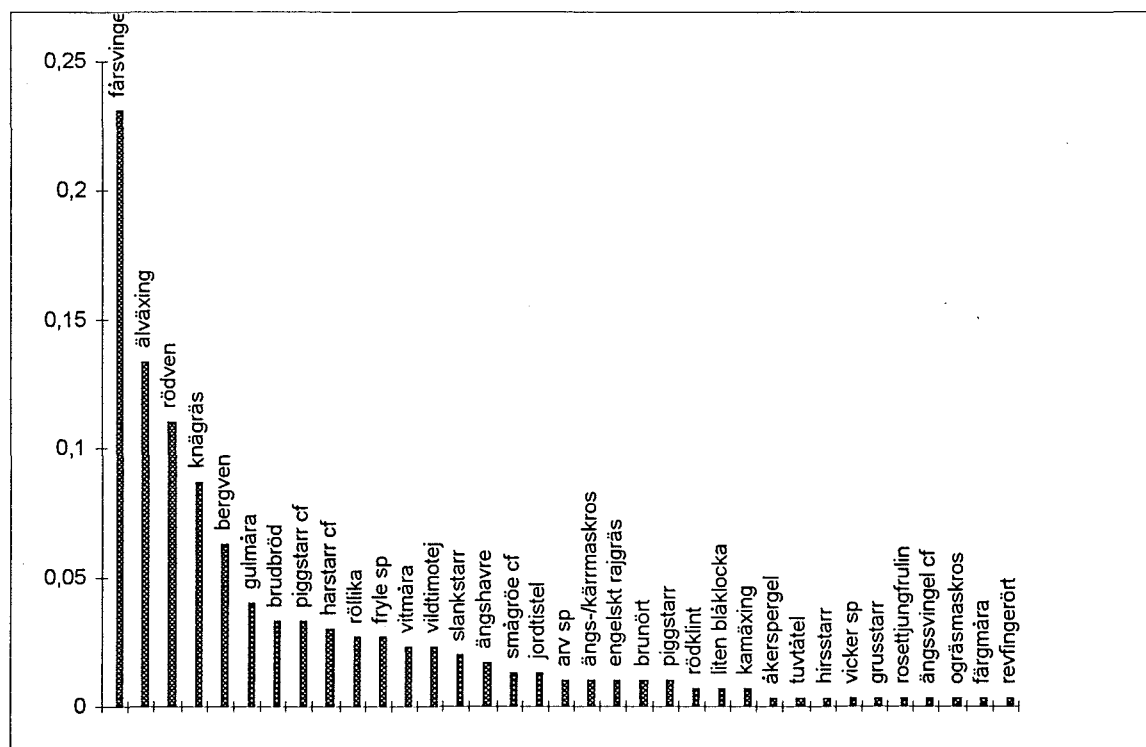
Vid Svarteberga utfördes provtagningen längs en fast linje med 23-sticksram. Totalt togs 598 stick i en torräng. Området är alvarliknande och har, enligt Länsstyrelsen i Kalmar län (1991), tidigare varit uppodlat.

Under 1994 har röjning av enbuskar skett med hydrauliskt klippaggregat. Röjningsavfallet låg vid inventeringstillfället kvar, men skulle enligt uppgift transporteras bort under sommaren eller hösten.

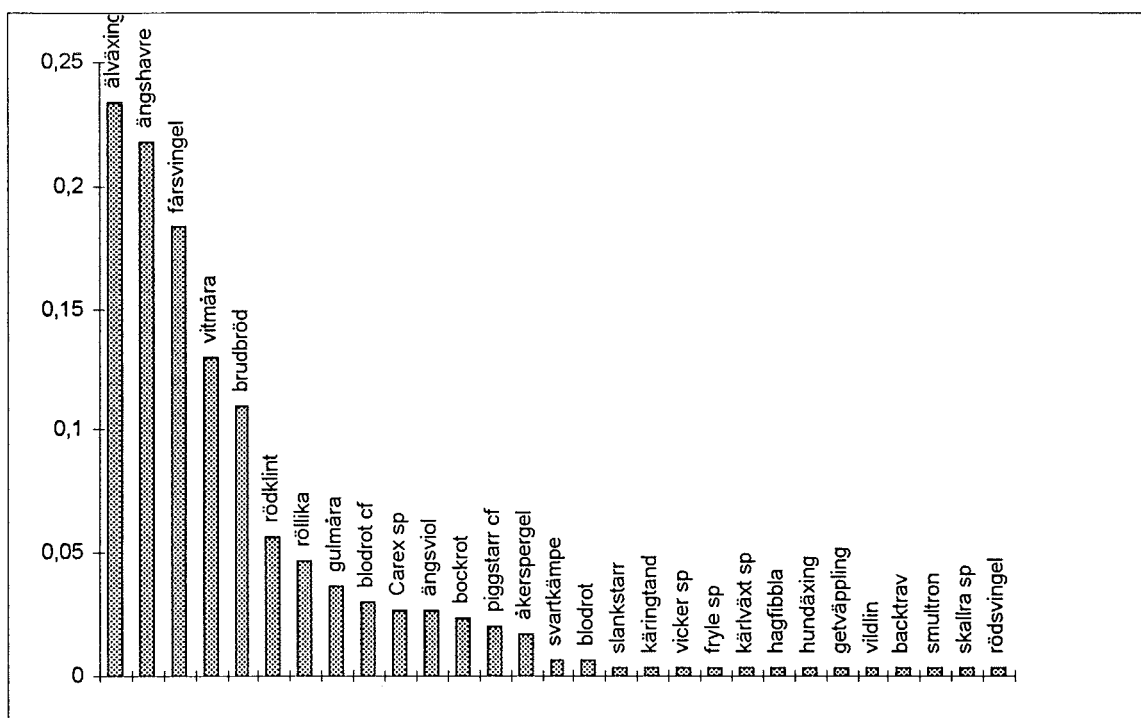
3.3. Resultat och diskussion

I 3.3.1 till 3.3.9. redovisas resultaten i diagramform med varje arts relativa frekvens angiven. För närmare förklaring av termen relativ frekvens, se del 2, avsnitt 2.2..

3.3.1 Bröttorp



Figur 1. Hävdad friskäng, Bröttorp. Relativ frekvens vid 299 stick. 23-sticksram längs fast linje användes.



Figur 2. Ohävdad friskäng, Bröttorp. Relativ frekvens vid 299 stick. 23-sticksram längs fast linje användes.

Den hävdade fällan, **figur 1**, innehöll, med ospecificerad mossor ej inräknad, 35 arter. I den första ramen påträffades 11 arter eller 31 % av det totala artantalet, medan 50 % av arterna påträffades efter tre ramar eller 69 stick. Totalt noterades 307 träffar.

Den ohävdade fällan, **figur 2**, innehöll, exklusive ospecificerad mossor, 28 arter. I den första ramen påträffades 10 arter eller 36 % av det totala artantalet, medan 50 % av arterna påträffades efter tre ramar eller 69 stick. Totalt noterades 363 träffar. Det högre antalet träffar i denna fälla förklaras av den högre vegetationen.

Antalet noterade arter var 20 % högre i den välhävdade fällan. 12 arter var gemensamma för de bägge fällorna.

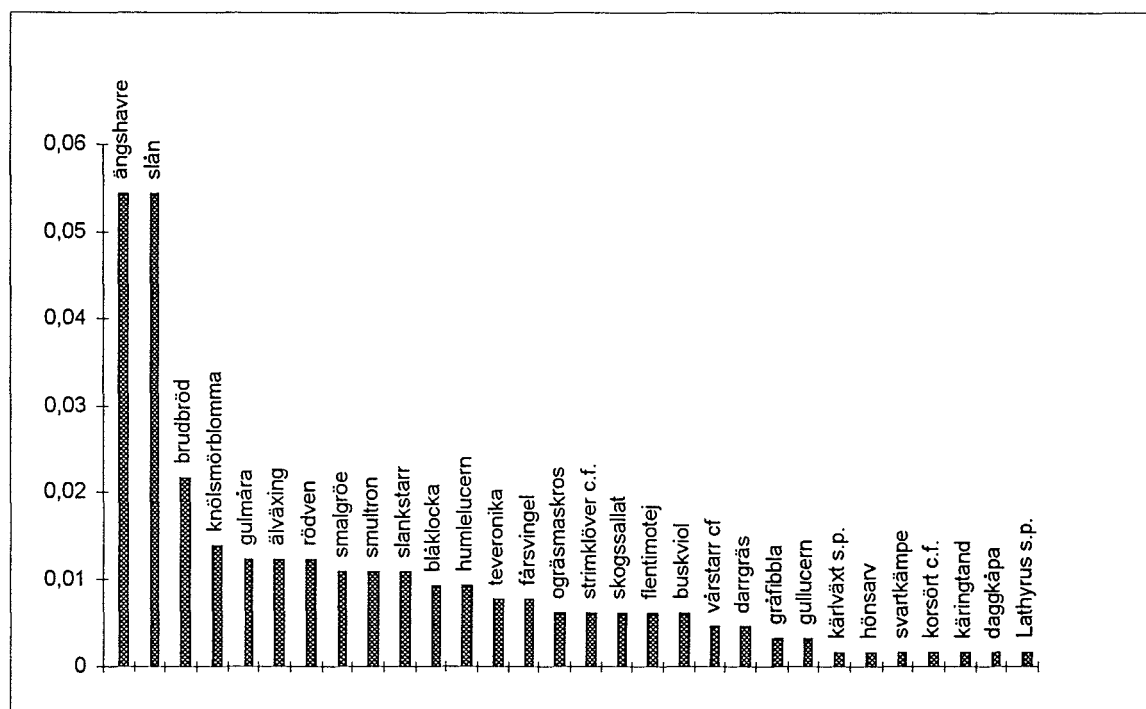
Vissa svårigheter uppstod när det gällde att finna närbelägna väl- och ohävdade fällor med likartad vegetation. Den rådande sommartorkan innebar att vissa lokaler bedömdes olämpliga på grund av förtorkade, och därmed svårbestämda, fältskikt.

De aktuella lokalerna vid Bröttorp valdes ut på grundval av att bägge transekter kunde läggas ut i fällor med likartad topografi och i omedelbar anslutning till varandra. Bland annat den, vid de bägge mätställena, tydliga förekomsten av älväxing bedömdes ge en tillräcklig överensstämmelse mellan de bägge vegetationsavsnitten. Att se överensstämmelser i välhävdade respektive ohävdade vegetationsavsnitt är dock ofta svårt.

Se även 3.3.13.

3.3.2. Gerstad ås

Exklusive ospecificerad mossa noterades 30 arter vid Gerstad ås. I den första ramen påträffades endast 4 arter eller 13 % av det totala artantalet, medan 50 % av arterna påträffades efter tio ramar eller 230 stick.



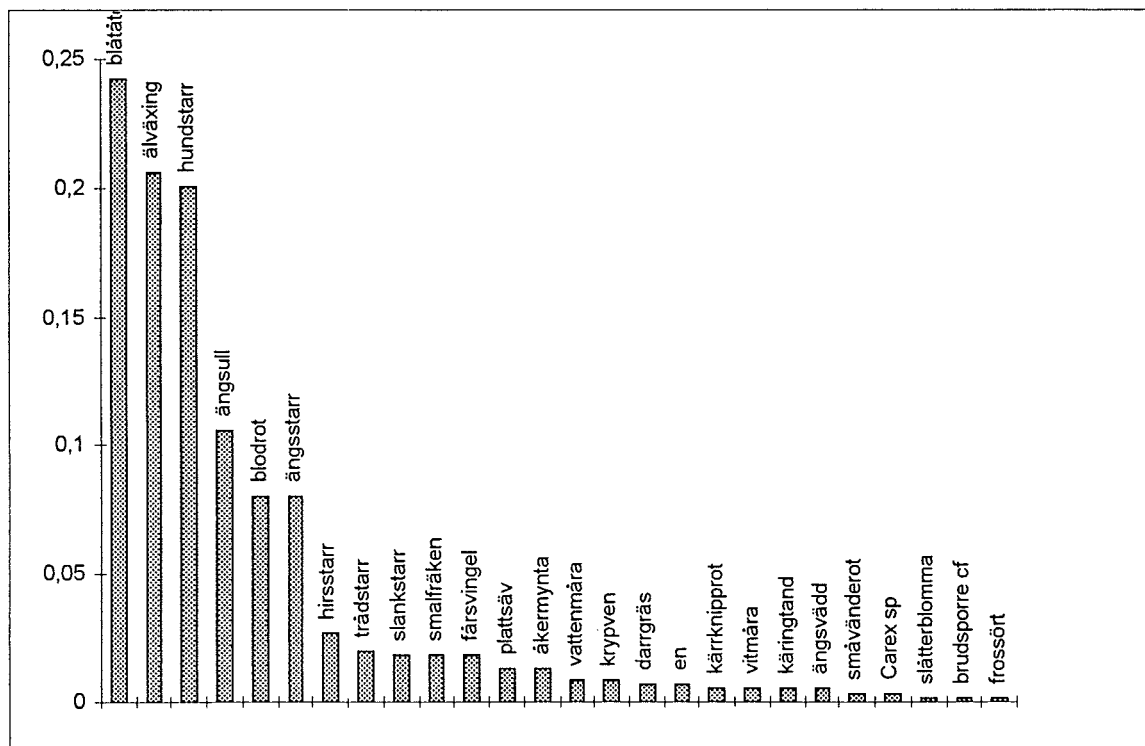
Figur 3. Ängshavretorräng, Gerstad ås. Relativ frekvens vid 621 stick. 23-sticksram längs fast linje användes.

Innan röjningen var enbuskarnas krontäckning såpass hög, att omkring halva markytan vid provtagningsstillfället var vegetationslös. Därav de genomgående låga relativa frekvenserna för de förekommande arterna.

Av det relativt sett låga antalet arter, var de flesta knutna till en hävdad och ogödslad grässvål. Dock förekom ogräsmaskros, korsört och skogssallat, arter som har sina populationstygdpunkter i mer kväverika miljöer.

3.3.3. Grossmossen

Vid Grossmossen noterades, exklusive mossa, 26 arter. I den första ramen påträffades 7 arter eller 27 % av det totala artantalet, medan 50 % av arterna påträffades efter fyra ramar eller 92 stick.

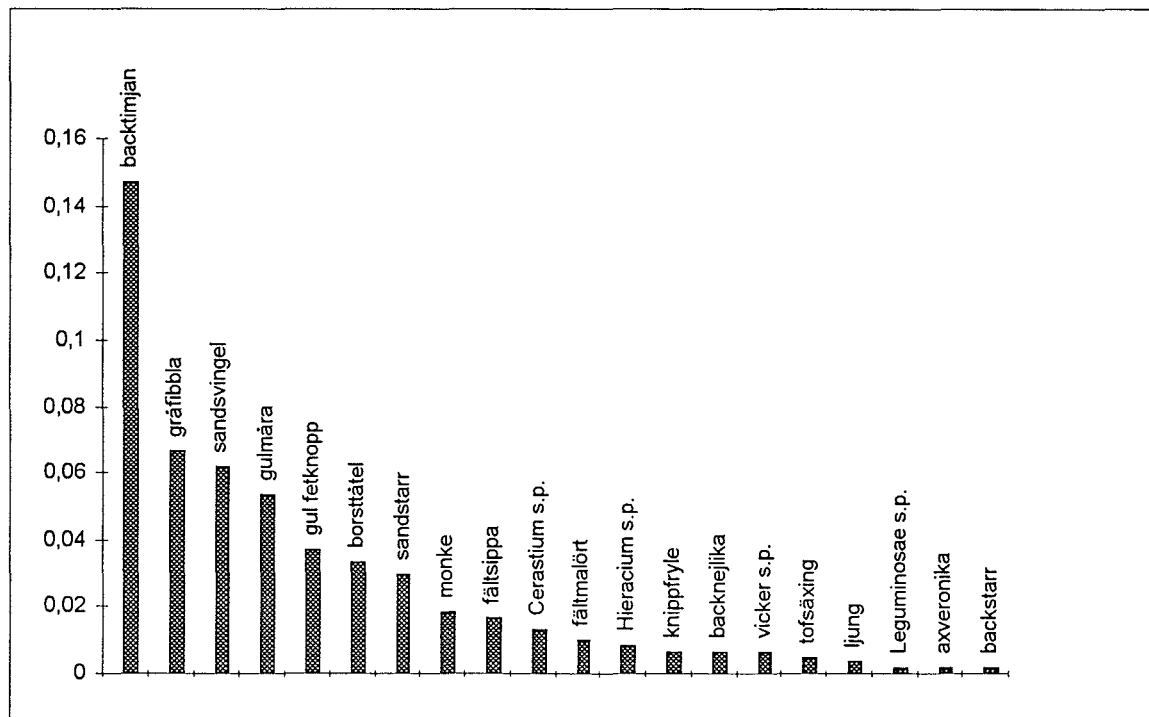


Figur 4. Kalkfuktäng, Grossmossen. Relativ frekvens vid 598 stick. 23-sticksram längs fast linje användes.

Området var relativt artfattigt. För vidare diskussion, se 3.3.11..

3.3.4. Gårdby sandhed

Vid Gårdby sandhed noterades, exklusive ospecificerad mossor och lav, 20 arter.

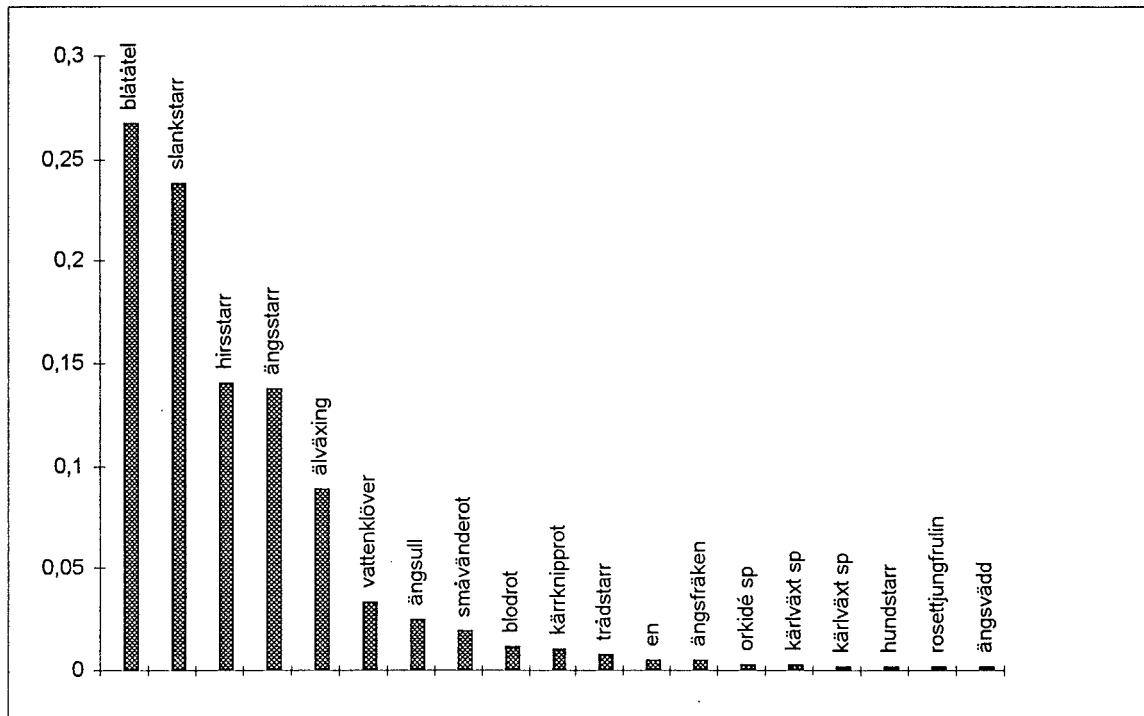


Figur 5. Sandgräshed av borsttåteltyp, Gårdby sandhed. Relativ frekvens vid 600 stick. Nålsticksmetoden utfördes i sex stycken utslumpade smårutor inom en fast storyta om 100m².

Stora delar av markytan täcktes av lavar som ofta var förtorkade och till stor del låg löst. På grund av detta uppstod tveksamheter till vilken kategori, lav eller lavförna, en träff skulle hänföras.

3.3.5. Högmossen

Vid Högmossen noterades, exklusive mossor, totalt 19 arter. I den första ramen påträffades hälften av arterna, medan 80 % av arterna påträffades efter tio ramar.

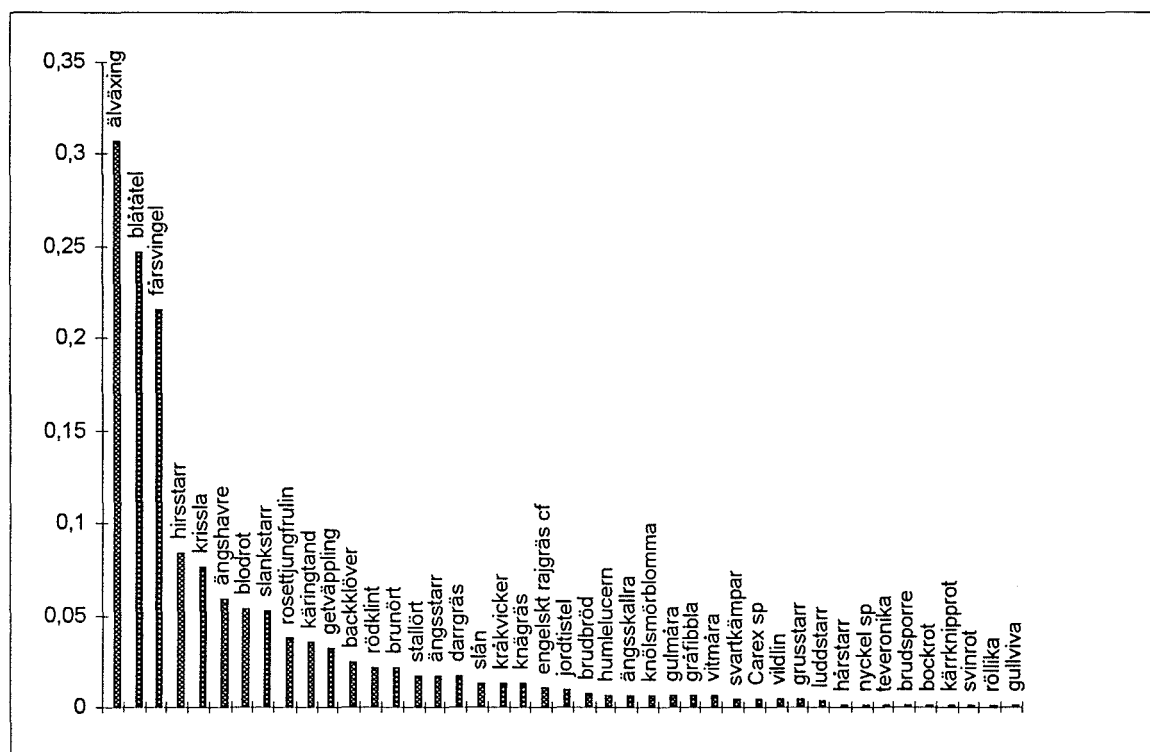


Figur 6. Gräsrik kalkfuktäng, Högmossen. Relativ frekvens vid 644 stick. 23-sticksram längs fast linje användes.

Området var relativt artfattigt. I del två, avsnitt 2.3.1., visas områdets homogenitet bland annat genom att endast en ny art tillkom på de sista tio ramarna.

3.3.6. Norra Bäck

Vid Norra Bäck noterades, exklusive mossor, 47 arter. I den första ramar påträffades 15 arter eller 31 % av det totala artantalet. Efter fyra ramar påträffades mer än 50 % av det totala artantalet.

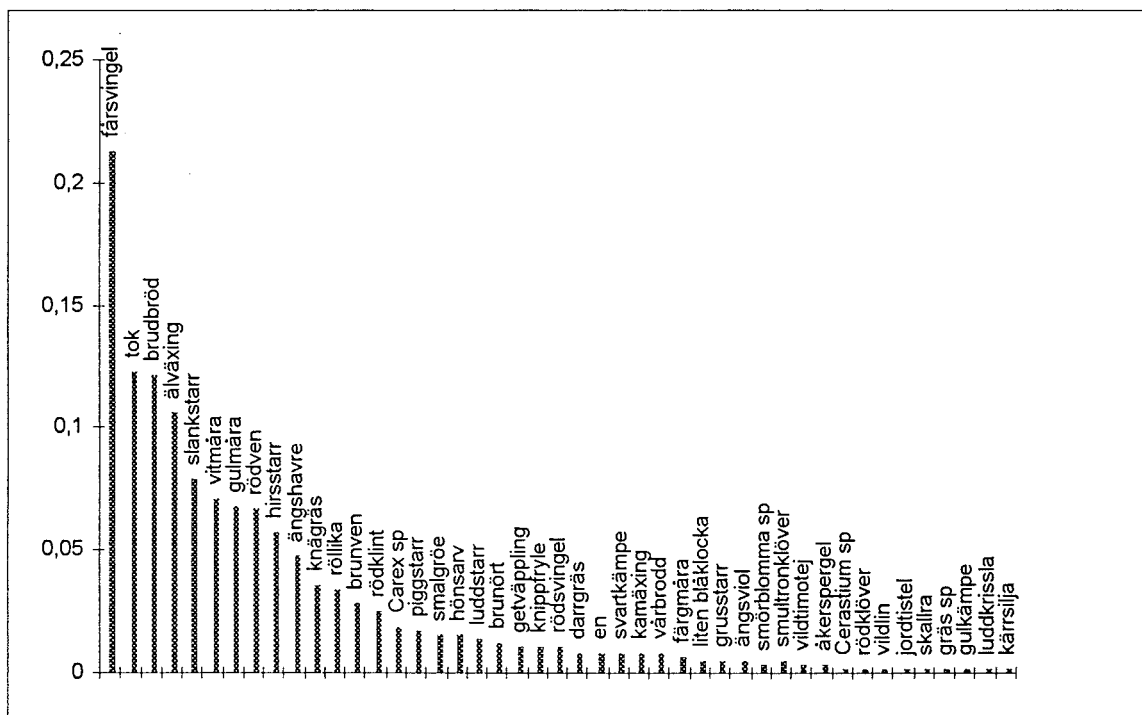


Figur 7. Friskäng, Norra Bäck. Relativ frekvens vid 644 stick. 23-sticksram längs fast linje användes.

Området var artrikt med en mycket värdefull flora. I del två, avsnitt 2.3.2., visas att frekvensen för älväxing var konstant medan däremot blåttåtel uppvisade en tydlig skillnad i frekvensen mellan de mittersta sticken och de första samt sista. Detta indikerar att vegetationsammansättningen var heterogen utmed linjen. Vid utläggningen av linjen föranledde den jämna förekomsten av älväxing, en art som är lätt att känna igen och upptäcka på lite håll, ett antagande att vegetationssammansättningen var homogen. Luckan i förekomsten av blåttåtel upptäcktes däremot ej. Blåttåtel är, i denna typ av betad grässvål, betydligt svårare att se på lite håll än älväxing. Att vegetationsavsnittet i fråga innehöll arter som är knutna till både torra och fuktiga miljöer beror på det faktum att vegetationstypen utgjordes av friskäng. Det var alltså inte fråga om någon tuvbildning som diskuteras i del två. Se 3.3.11. för vidare diskussion.

3.3.7. Norra Kvinneby

Det analyserade området vid Norra Kvinneby är artrikt; exklusivt ospecificerad mossa noterades 46 arter. I den första ramen påträffades 12 arter eller 25 % av det totala artantalet, medan 50 % av arterna påträffades efter nio ramar eller 207 stick.

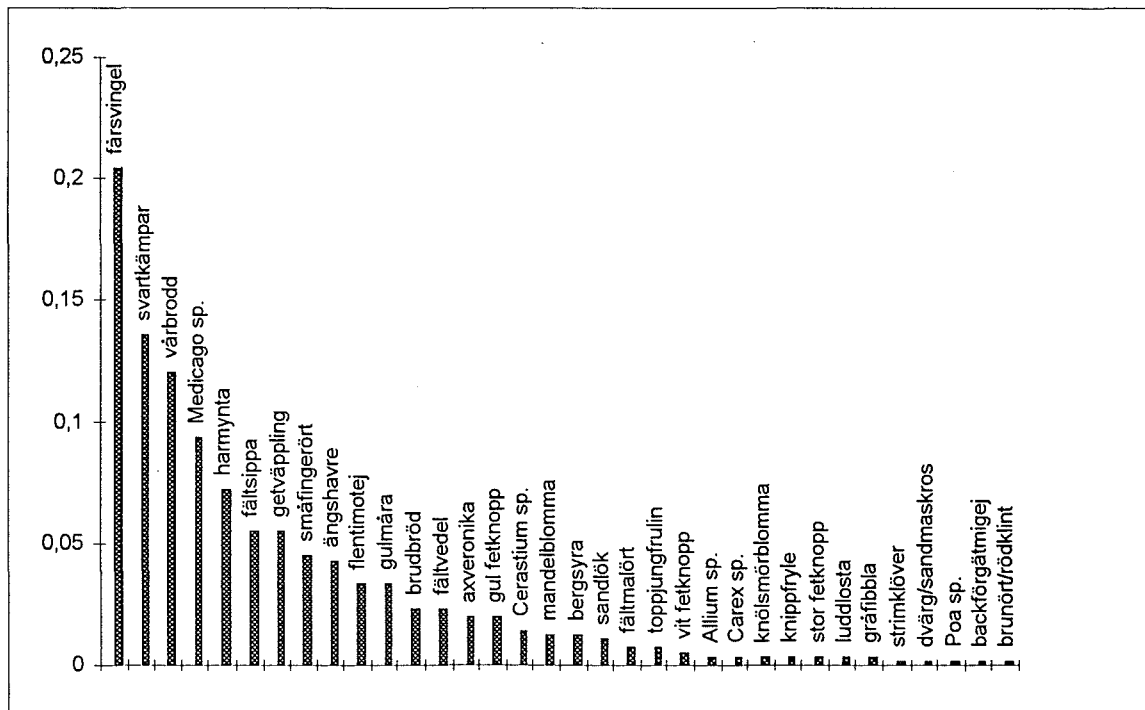


Figur 8. Friskäng, Norra Kvinneby. Relativ frekvens vid 644 stick. 23-sticksram längs fast linje användes.

Då flertalet av de förekommande arterna var knutna till en välhävdad och ogödslad grässvål, kunde på detta stadiet inga större indikationer på röjgödslingseffekter påvisas i själva artsammansättningen. Röllika samt brunört, två arter som har sina populationstyngdpunkter i mer kväverika miljöer, var dock inte ovanliga i området.

3.3.8. Slottsalvaret

På Slottsalvaret noterades, ospecificerad mossas och lav oräknat, 34 arter.

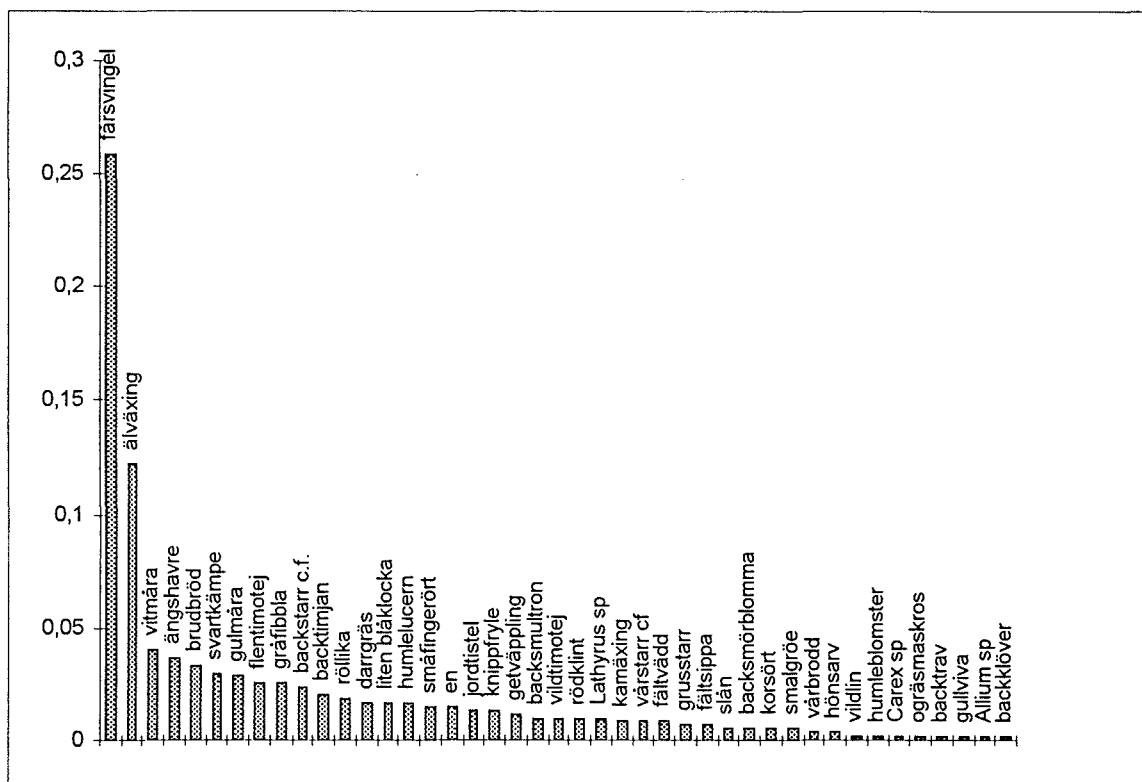


Figur 9. Torräng av färsvingel-ängshavretyp, Slottsalvaret. Relativ frekvens vid 567 stick. 21-sticksram längs fast linje användes.

Då detta var den första lokalen som analyserades, och vikten av en punktfrekvensblankett inte vid detta tillfälle stod klar, användes tyvärr ej här en sådan. Fakta från detta område kan således inte användas för omfattande statistiska beräkningar.

3.3.9. Svarteberga

Vid Svarteberga noterades, exklusive ospecificerad mossas, 43 arter. I den första ramen påträffades 14 arter eller 33 % av det totala artantalet, medan 50 % av arterna påträffades efter fjorton ramar eller 322 stick.



Figur 10. Torräng, Svarteberga. Relativ frekvens vid 598 stick. 23-sticksram längs fast linje användes.

Floran i området var artrik och utgjordes bland annat av sådana betydelsefulla indikatorarter som exempelvis backsmörblomma, småfingerört och vildlin. Enstaka humleblomster, ogräsmaskros och korsört förekom, arter som är knutna till mer kväverika miljöer och därför kan anses indikera en tidigare uppodling.

3.3.10. Allmänt om metoden

I ett vegetationssamhälle pågår en ständig dynamisk process vad gäller arternas sammansättning och deras inbördes mängdförhållanden. Detta betyder att olika arter ökar, minskar, tillkommer eller utgår som en effekt av årsmån och naturlig variation. En mätmetod måste alltså vara tillräckligt känslig för att, efter en längre tids mätningar, kunna särskilja större trender i artsammansättningen från dessa naturliga variationer.

Nålsticksmätningar är en relativt objektiv metod. Enligt Goodall (1952) kan dock skillnader mellan olika personer uppstå vid nedförandet av nålen samt vid bedömningen av ifall en växt del träffats eller ej. Då nålen har ett visst spelrum inom positionen och lätt blir något böjd, kan undermedvetna styrningar ske så att en art träffas. Nålens spets ska därför så kompromisslöst som möjligt föras efter en förutbestämd bana.

Nålsticksanalyser i högvuxna vegetationstyper är mindre exakta samt tar dessutom längre tid. Detta beror på svårigheten att följa nålen med blicken när sikten skymms av övrig vegetation. Det är inte heller tillrådligt, eftersom träffbilderna då kan påverkas, att föra undan skymmande växt delar. Sticken får alltså i dessa vegetationstyper ofta avbrytas relativt långt från markytan. Exakt när sticket avbryts blir föremål för en subjektiv bedömning, som kan variera från person till person. Vid blåsig väderlek kan högvuxen vegetation komma i rörelse och på så vis omöjliggöra nålsticksmätningar.

Ifyllandet av punktfrekvensblanketter kan i sig vara väldigt tidsödande. I artrika områden hanteras upp till tre stycken blanketter samtidigt, något som kan innebära ett omfattande bläddrande för att hitta rätt kolumn.

Förfarandet med punktfrekvensblanketterna försvåras ytterligare vid nederbördsrika fältsäsonger, eftersom information lätt går förlorad om dessa blir fuktiga. Vid regnig väderlek skulle en röststyrd bandspelare kunna vara en möjlig lösning.

Då nålsticksmätningar utförs i solexponerade lägen kan det, efter en lång dags mätningar vid varm väderlek, vara lätt att börja begå misstag vid ifyllandet av punktfrekvensblanketterna.

3.3.11. Vegetationens homogenitet

En vegetationstyp klassificeras, exempelvis enligt Nordiska ministerrådets system, efter sådana dominerande och karaktärsarter som tack vare likartade krav på livsmiljön förekommer tillsammans. Dessa arter ger upphov till en enhetlig vegetationstyp. De olika arternas respektive levnadsstrategier medför dock ofta att de förekommer mer eller mindre aggregat. Detta, i sin tur, innebär att en vegetationssammansättning sällan eller aldrig är fullkomligt homogen i den betydelsen att individerna förekommer helt slumpmässigt eller totalt oberoende av varandra. Homogeniteten kan alltså vara relativt låg även inom en enhetlig vegetationstyp.

Enhetliga vegetationstyper med homogena vegetationssammansättningar kräver mindre arbetsinsatser vid urskiljandet av täckningsgradsförändringar. Genom vägledning av överensstämmelser i förekomsten av några dominerande och relativt högvuxna eller på annat sätt morfologiskt lättupptäckta arter, görs en bedömning av vegetationens homogenitet. Att visuellt mängduppskatta eller bedöma jämnheten i arters förekomster kan vara svårt. En art som tillhör dominerandena och som samtidigt ej är lätt att översiktligt mängduppskatta, kanske ej förekommer inom vissa partier längs en fast linje. Som Goodall (1952) påpekar, kommer sannolikheten för att hitta en art vanligtvis att variera mindre mellan olika positioner i en ram än mellan olika ramar. Således kommer variationen i procentuell täckningsgrad vara mindre

inom en ram än mellan olika ramar. En visuell bedömning av att en vegetationssammansättning är homogen garanterar alltså på intet sätt att en tillräcklig homogenitet uppnåtts för att, med minsta möjliga arbetsinsats, säkert kunna urskilja en förändring. Se även 3.3.3. och 3.3.6..

Homogena vegetationsavsnitt får dock anses tillhöra ovanligheterna och vara mindre representativa. Då mätningar under heterogena förhållanden oftast ger en sannare bild av vegetationens sammansättning, kan strävan efter att provta i homogena vegetationsavsnitt inte vara det allena rådande styrmedlet vid utläggning av nålsticksmätningar. Nålsticksmätningar är fullt möjliga att utföra även i områden där olika vegetationstyper förekommer i mosaik, som exempelvis i tuviga områden med fuktängsflora i höljorna och torrängsflora på tuvorna, eller i enhetliga vegetationstyper med kraftig aggregationsbildning, men en högre arbetsinsats krävs.

I det följande skall resonemanget ovan angående möjligheterna till att bedömma homogeniteten illustreras med exempel från de utförda mätningarna. I **del två**, avsnitt 2.3.3., dras slutsatsen att den vid Grossmossen utförda transekten, se 3.3.3., verkar vara sammansatt av två skilda men homogena miljöer. Vid denna nålsticksmätning påträffades 15 arter efter de fem första ramarna, varefter inga arter tillkom förrän efter ytterligare fem ramlängder. I de följande nio ramarna påträffades 11 nya arter. Dock tillkom ej några arter i de sista åtta ramarna. De individuella frekvensvariationerna utmed linjen för de sex vanligaste arterna, blåtåtel, älvväxing, hundstarr, ängsull, blodrot och ängsstarr, var ej detekterbara för ögat. Vad gäller blåtåtel och älvväxing var standardavvikelsen mellan ramarna 0,14 respektive 0,16 vilket är ca 50 % större än standardavvikelsen inom ramarna. Detta togs i **del 2**, avsnitt 2.3.3., som intäkt för att området var heterogent. Bland de sex vanligaste arterna uppvisar blodrot den största frekvensvariationen. Den är samtidigt den av dessa sex vanligaste arter som, i denna typ av relativt högvuxen grässvål, är svårast att upptäcka på litet håll. De arter som tillkom efter den nionde ramen, och som tillsammans med de vanligare arternas frekvensvariationer ledde, i **del 2**, avsnitt 2.3.3., till slutsatsen att vegetationssammansättningen utmed den fasta linjen ej var homogen, var lågfrekventa. Enligt Goodall (1952) kommer den relativa precisionen att vara högre för högfrekventa än för lågfrekventa arter.

Då exempelvis en transekt om 600 stick innebär så många som 26 ramlängder eller en mätsträcka om 34 meter, kan det också vara svårt att finna tillräckligt stora enhetliga vegetationstyper. Detta indikerar en nödvändighet av att andra strategier vid nålsticksmätningarna bör övervägas. Se 3.3.15..

Det har visat sig att det är lättare att hamna inom en homogen vegetationssammansättning vid utslumpade nålsticksmätningar inom en fast storyta om 100 m², jämfört med nålsticksmätningar utmed en fast linje. Vid det senare förfarandet är risken stor att man förr eller senare hamnar utanför det homogena området. Vid utslumpade nålsticksmätningar inom en fast storyta om 100 m² är det dock inte möjligt att över tiden jämföra de enskilda positionerna med avseende på frånvaro/närvaro. Möjligheterna till statistisk behandling skiljer sig alltså något åt för de bägge metoderna.

3.3.12. Vad är det resultatet visar?

Hur väl speglar en registrerad täckningsgradsförändring det verkliga förhållandet i vegetationsammansättningen? Möjligheten av att det inte är en verklig förändring man påvisar, utan istället konsekvenserna av någon form av systematiskt fel eller någon annan felkälla, kan uppstå.

I del 2, avsnitt 3.2., visas ett exempel från nålsticksmätningar utförda vid Bredfjället, ett skogsområde i Bohuslän. Förändringar i antalet träffar under fem år följdes för tre arter, kruståtel, blåbär och lingon, varvid 600 stick användes. Kruståtel, liksom blåbär, förekom rikligt. Den relativa frekvensen för dessa arter var 37,7 % (226 träffar) respektive 32,0 % (192 träffar) vid det första mättillfället. Vid det andra mättillfället, fem år senare, var den relativa frekvensen för samma arter 42,9 % (257 träffar) respektive 24,6 % (148 träffar). Därmed uppvisar kruståtel en ökning på 14 %, medan blåbär minskat med 23 % under samma tidsperiod. Dessa förändringar kan, då den relativa precisionen är högre för högfrekventa arter (Goodall, 1952), sägas vara statistiskt säkerställda.

Lingon var däremot sparsamt förekommande med en relativ frekvens på 3,8 % (23 träffar) vid första mättillfället, och 6,1 % (37 träffar) vid det andra mättillfället fem år senare. Därmed uppvisar lingon en ökning på 14 träffar eller 62 %. Trots att denna ökning endast innebär att drygt 2 träffar tillkommit per 100 stick, är den procentuellt sett mycket stor. Eftersom den relativa precisionen är lägre för lågfrekventa arter, är det tveksamt om denna ökning kan sägas vara säkerställd. Vad gäller lågfrekventa arter har nålsticksmetoden en för låg upplösning för att med tillräcklig säkerhet kunna kvantifiera populationsförändringar. Slumpen inverkar alltså i högre grad för arter med låg träffsannolikhet. Några slutsatser angående vilken relativ frekvens som skulle kunna gälla som en generell undre gräns, för att kunna anse en förändring som statistiskt säkerställd, dras ej med utgångspunkt från detta material.

Hur väl en registrerad täckningsgradsförändring överensstämmer med det verkliga förhållandet i vegetationsammansättningen bör undersökas. Detta sker lämpligen genom att jämföra två mätningar utmed samma linje som i tiden sker så nära inpå varandra att ingen skillnad i vegetationssammansättningen kan väntas föreligga. Dock bör vegetationen få viss tid att återhämta sig från föregående mätning. Extra vikt bör också läggas vid att, vid den första mätningen, störa vegetationen så litet som möjligt.

Genom sådana mätningar är det också möjligt att belägga den undre gräns, vad gäller den relativa frekvensen, där en förändring kan anses vara statistiskt säkerställd.

3.3.13. Jämförelser mellan en välhävdad och en ohävdad fålla

Vid Bröttorp, se 3.3.1., lades två transekter om 299 stick ut i en välhävdad (se figur 1) respektive en ohävdad (se figur 2) fålla med friskäng som vegetationstyp. Syftet var att i fållor med i övrigt likartade förhållanden studera skillnader i fältskiktets artsammansättning vid olika hävdstatus. Den ohävdade fållan har under en betydande tidsperiod saknat hävd.

Antalet noterade arter var 20 % högre i den välhävdade fållan. 12 arter var gemensamma för de bägge fållorna. Vad gäller den vanligaste arten i respektive fålla, var den samtidigt en av dominanterna i den andra fållan. Med en relativ frekvens på 22 % var fårsvingel den vanligaste arten i den välhävdade fållan, men även en av dominanterna i den ohävdade (relativ frekvens; 18 %). På samma sätt var älväxing, med en relativ frekvens på 23 %, den vanligaste arten i den ohävdade fållan, men också en av dominanterna i den välhävdade (relativ frekvens; 13 %). Vad gäller övriga arter var överensstämmelsen mindre god. Ängshavre och vitmåra var, med en relativ frekvens på 22 % respektive 11 %, vanliga i den ohävdade fållan men, med en relativ frekvens på 2 % för bägge arterna, ovanliga i den välhävdade.

Enligt Ekstam & Forshed (1992) kan de kärlväxter som är knutna till ängs- och hagmarker delas upp i fyra successionskategorier efter hur de reagerar populationsmässigt på upphörd hävd. Ängs- och hagmarksarter förekommer som rikligast direkt efter att hävden upphört, men minskar sedan. Arter som räknas till kategori A har minskat i mängd eller dött ut efter tre till fem år, arter som räknas till kategori B har minskat i mängd eller dött ut efter tio till femton år

medan arter som räknas till kategori C har minskat i mängd eller dött ut efter tjugofem till trettiofem år. Arter som hör till kategori D, slutligen, uppvisar ännu efter tjugofem till trettiofem år en mängdökning i jämförelse med utgångspunkten.

I de bägge fållorna var omkring tre fjärdedelar av de noterade arterna klassificerade i de ovan nämnda kategorierna. De resterande förekommande kärlväxterna var antingen knutna till ruderatmark eller, framförallt, ej möjliga att artbestämma närmare än till släktet. Det gick därför inte att hänföra någon av dessa arter till en viss kategori.

I den välhävdade fållan noterades 6 arter som tillhör kategori A, 10 arter som tillhör kategori B samt 11 arter som tillhör kategori C. Inga arter som hör till kategori D påträffades.

I den ohävdade fållan noterades 6 arter som tillhör kategori A, 6 arter som tillhör kategori B samt 9 arter som tillhör kategori C. Ej heller här påträffades några arter som hör till kategori D.

Fårsvingel, som var den vanligaste arten i den välhävdade fållan, tillhör kategori B, medan de två vanligaste arterna i den ohävdade fållan, älvväxing och ängshavre, hör till kategori C. En av de vanligaste arterna i den välhävdade fållan, som inte förekom alls i den ohävdade, var A-arten knägräs. Även övriga A-arter var betydligt vanligare i den välhävdade än i den ohävdade fållan. Vanligt förekommande C-arter i den ohävdade fållan var brudbröd, gulmåra, vitmåra samt rödklint. Dessa förekom endast sparsamt eller inte alls i den välhävdade fållan.

3.3.14. Antal stick

I **del 2**, avsnitt 3., behandlas hur stora förändringar som kan upptäckas med en viss arbetsinsats, samt hur stor arbetsinsats som krävs för att upptäcka en förändring av en viss storlek. De faktorer som, enligt **del 2**, avsnitt 3.3., behövs för att bestämma arbetsinsatsens storlek är vegetationens homogenitet, storleken på den minsta mängdförändring man vill kunna upptäcka, hur många arter som uppvisar en förändring, hur försöken att upptäcka förändringen ser ut samt den grad av säkerhet man vill uppnå.

Provtagningsresultat från denna fältsäsong användes vid beräkningarna i **del 2**. Det antal stick som krävs för att upptäcka en tjugoprocentig täckningsgradsförändring för de sju vanligaste arterna på en lokal beräknades. Resultatet visade att för att upptäcka denna förändring skulle så många som 850, 950 respektive 1100 stick behövas vid de tre lokalerna Norra Bäck, Högs mossen och Gross mossen.

Nålsticksmätningar kräver alltså i storleksordningen tusen stick. Med den tidsåtgång som enligt Ekstam (1993) krävs för 210 stick, innebär detta att mellan nio och tjugo timmars effektiv arbetstid får läggas på varje lokal. Detta medför upp till tre fältdagar på de mest tidskrävande lokalerna. Nålsticksmetodens användbarhet begränsas starkt av denna icke föraktliga arbetsinsats och tidsåtgång. En mätmetods lämplighet avgörs inte bara av hur väl den speglar de faktiska förhållandena, utan är också till stor del avhängig av just dessa faktorer.

3.3.15. Alternativa utföranden vid nålsticksmätningar

En alternativ uppläggning av nålsticksmätningarna vore, istället för att begagna sig av transektmetoden eller metoden med utslumpade mätningar inom en fast storyta, att använda sig av följande metodik. Ett antal kortare fasta linjer läggs ut, så att det erforderliga antalet stick erhålls, inom en storyta med så homogen vegetationssammansättning som möjligt. Linjerna måste dock läggas ut med ett tillräckligt inbördes avstånd så att inte träffbilderna störs.

Fördelen med denna metod är att sannolikheten för att analysen sker inom en homogen vegetationssammansättning är betydligt högre än vad som är fallet vid det traditionella transektförfarandet. Möjligheterna till statistiska beräkningar är dock desamma. En mer homogen vegetationssammansättning innebär, som sagts tidigare, att färre stick krävs för att upptäcka en förändring som kan anses vara statistiskt säkerställd.

Något som eventuellt kan diskuteras, men som dock bör behandlas med stor försiktighet, är möjligheten till att utesluta klart avvikande avsnitt längs med de fasta linjerna. På så sett skulle ett mer homogent material kunna erhållas för vidare beräkningar. Det är dock mycket tveksamt om ett sådant förfarande vore tillrådligt.

Sannolikheten för träff med nålen kan, enligt Jonasson (1988), ökas antingen genom en större nåldiameter eller genom att låta nålen löpa diagonalt.

En större nåldiameter innebär en ökad svårighet att notera alla träffar, (Jonasson, 1988). Enligt Goodall (1952) täcker också växter oftast en mycket större yta än den sammanlagda ytan av de små mellanrum som uppstår mellan bladen. Dessa mellanrum kan sammanlagt utgöra en stor yta. Risken för systematiska fel är betydande då den area inom vilken nålen måste passera, för att ej vidröra växten, är mindre än den totala ytan av mellanrummet. Detta har påvisats vid försök med sandrör, *Ammophila arenaria*. Med en verklig täckningsgrad på 51 % erhöles träff vid 82 % av sticken med en nåldiameter på 1,0 mm, vid 96 % med en nåldiameter på 2,0 mm samt vid 99 % med en nåldiameter på 3,0 mm. Felkällan ökar vid blåsigt väderlek. Resultatet vid nålsticksmätningar är alltså relativt och avhängigt av nålens storlek. Felet kommer också att vara större för småbladiga arter.

Nålens diameter bör alltså, enligt Goodall (1952), vara så liten som är praktiskt möjligt. När huvudmålet framförallt är att följa förändringar i vegetationssammansättningen, ger en nål med större diameter förmodligen mindre objektiva resultat. Mätta förändringar kommer att vara i rätt riktning, men själva storleksordningen av förändringen kommer ofta att ej vara korrekt.

Att låta nålen passera vegetationen diagonalt innebär vanligtvis, eftersom kärlväxter då oftast uppvisar en större möjlig träffyta, att sannolikheten för träff ökar (Jonasson, 1988). Detta medför att lågfrekventa arter täcks in mer effektivt.

Den proportionella ökningen i antalet träffar kommer dock att variera med arternas morfologi, (Greig-Smith, 1983). Ifall växterna av någon anledning är orienterade i en viss riktning, kommer antalet träffar att variera med hur nålens riktning korrelerar med denna. Det har vid undersökningar visat sig att även om den relativa abundansen så gott som överensstämmer för vertikala och diagonala mätningar, tenderar variansen att vara högre vid diagonala mätningar. Detta strider mot antagandet att ett ökat antal träffar innebär en högre säkerhet.

Ett annat sätt att öka sannolikheten för träff vore, rent teoretiskt, att använda sig av tätare positioner. Tätare positioner än var femte centimeter innebär dock en kraftigt ökad risk för att träffbilden i det enskilda sticket påverkas av nedförandet av nålen i de övriga sticken.

3.3.16. Alternativa metoder

Diskussionerna ovan kring nålstorlek etc, föder tankegångar kring alternativa metoder. En tänkbar metod skulle kunna vara att i fasta positioner, på liknande sätt som vid nålsticksmetoden, låta sticken utgöras av små ytor istället för av punkter. De i ytorna förekommande arterna noteras. På så sätt skulle sannolikheten för träff ökas avsevärt. Det är dock tänkbart att metoden skulle kunna medföra svårigheter i högvuxna vegetationstyper.

3.3.17. Markering av fasta mätställen

Vid de utförda provtagningarna har utmärkning skett med vattenledningsrör av järn. Rörens längd har varierat mellan 5 och 12 centimeter, beroende på jordlagrets tjocklek.

På vissa lokaler har det, vid återbesök, visat sig vara svårt att med metaldetektor återfinna de fasta markeringarna (Folkesson, 1994). Detta särskilt när de utlagda markeringarna har varit utplacerade på långa avstånd och i olika vinklar från inmätningpunkten.

Ett annat problem som uppdagats är att järnröret i vissa fall, trots att metaldetektorn gett utslag, inte kunnat hittas med fingrarna. Detta innebär en betydande risk för att provtagningen inte kommer att placeras exakt rätt, något som kan innebära att resultatet blir missvisande. För att komma runt detta, och för att vara säker på att det verkligen är röret som ger utslag, behövs en spade eller liknande för verifikation. Problemet förvärras, speciellt i tuviga vegetationstyper, av ökad förnabildning.

Korta avstånd mellan inmätningpunkt och fast markering, samt utplacering av markeringar längs med linjer innebar, vid denna säsons återbesök, störst chans till återfinnande.

De ovan nämnda problemen, vid återfinnandet av de fasta markeringarna, motiverar att alternativa utformningar bör begrundas. En möjlighet vore att med järnrörens ena ände sammanfoga en numrerad gummi- eller plastpropp (Ljungström, 1994). Järnröret slås ned så att proppen, som av förklarliga skäl måste vara mycket hållfast, hamnar i nivå med markytan. På så sätt blir markeringarna, i kombination med en känslig metaldetektor, lättare att återfinna och identifiera. Samtidigt minimeras risken för skador på klövar, hovar och maskiner. En tänkbar nackdel är dock att markeringarna, i och med att de blir synliga, riskerar att plockas bort av obehöriga. Innan utläggningen sker bör också markägaren informeras. En annan möjlighet vore att använda någon form av märkla, där "hatten" får vila på markytan. Markeringen blir då lättare att hitta med fingrarna, samtidigt som den inte uppvisar någon vass yta som kan orsaka skador.

4. ART/AREA-ANALYS

4.1. Bakgrund och syfte

Under den gångna fältsäsongen utfördes även art/area-analys, en metod som ger en bild av artrikedomen per ytenhet. Analyser lades framförallt ut i områden där röjningar nyligen skett, i syfte att följa vad som under en tidsperiod sker med fältskiktets artsammansättning.

Art/area-analyser har under den gångna fältsäsongen även utförts i Ölands naturvårdsområden och naturreservat i rent uppföljningssyfte. Exempel på resultat från några välhävdade samt svagt hävdade fållor, hämtade från dessa art/area-analyser, diskuteras i 4.4..

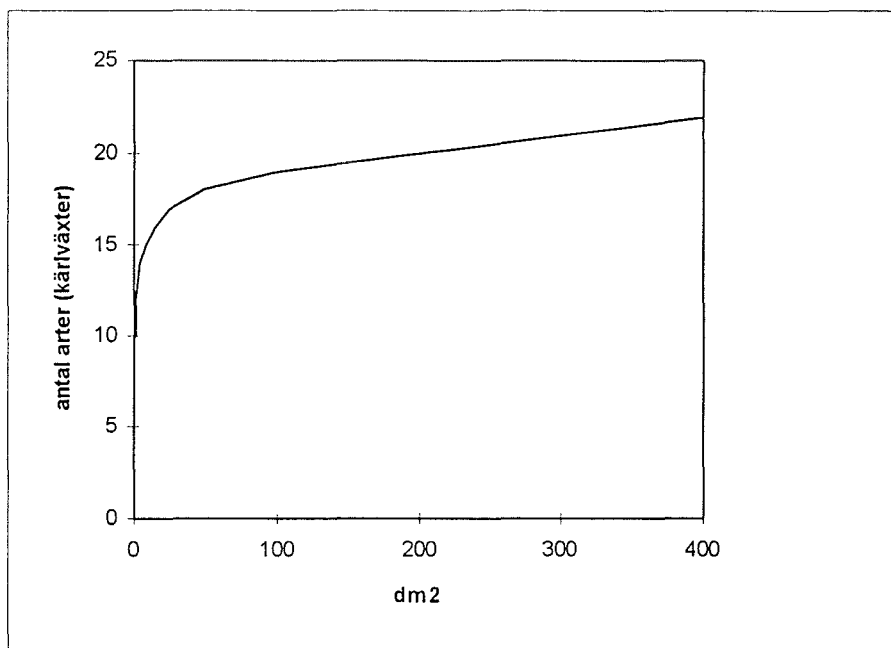
4.2. Metodik

Den vid de utförda art/area-analyserna använda metodiken finns beskriven av Ekstam (1993). Rutramen placeras med sin diagonal i nord-sydlig riktning med utgångspunkt från ett järnrör. Principen är att arter som med någon växt del förekommer inom successivt allt större delytor (1, 2, 4, 9, 16, 25, 49, 100, 200 och 400 dm²) antecknas. Endast de för delytan nytillkomna arterna noteras. De förekommande arterna namnges på det sätt som finns beskrivet i 3.2.. Positionen för järnröret ritas in på karta och syftlinjer och kompassriktningar noteras.

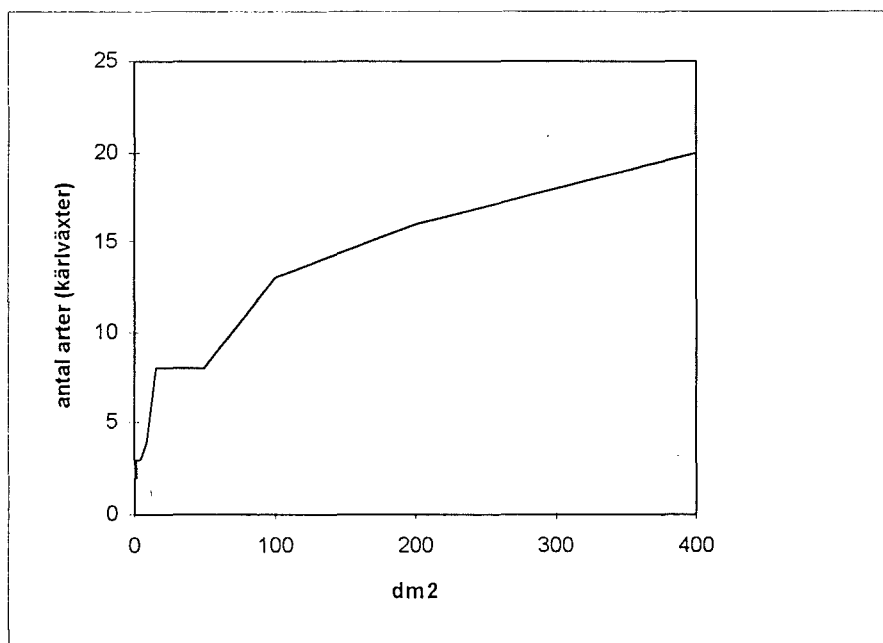
Art/area-analyser utfördes inom detta projekt på Slottsalvaret, Parteby alvar, Gerstad ås, samt vid Svarteberga..

4.3. Resultat

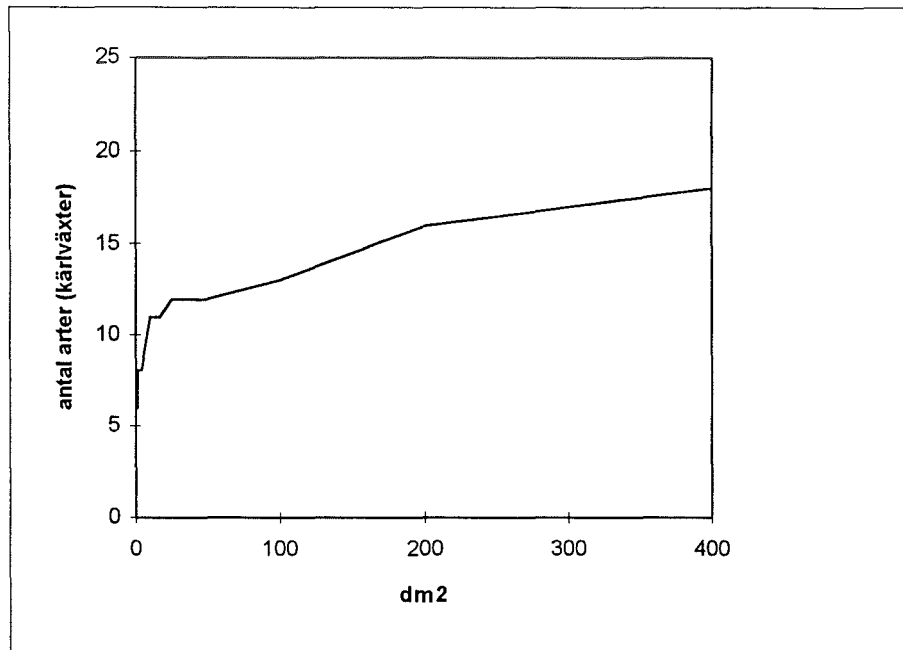
Resultat från två välhävdade och två svagt hävdade fållor valdes ut bland de art/area-analyser som utfördes i uppföljningssyfte. Vegetationstyperna utgjordes av torräng av fårsvingeltyp samt av kalkfuktäng. Resultaten från dessa art/area-analyser redovisas nedan i form av art/area-kurvor och tabeller på det sätt som angivits av Ekstam (1993).



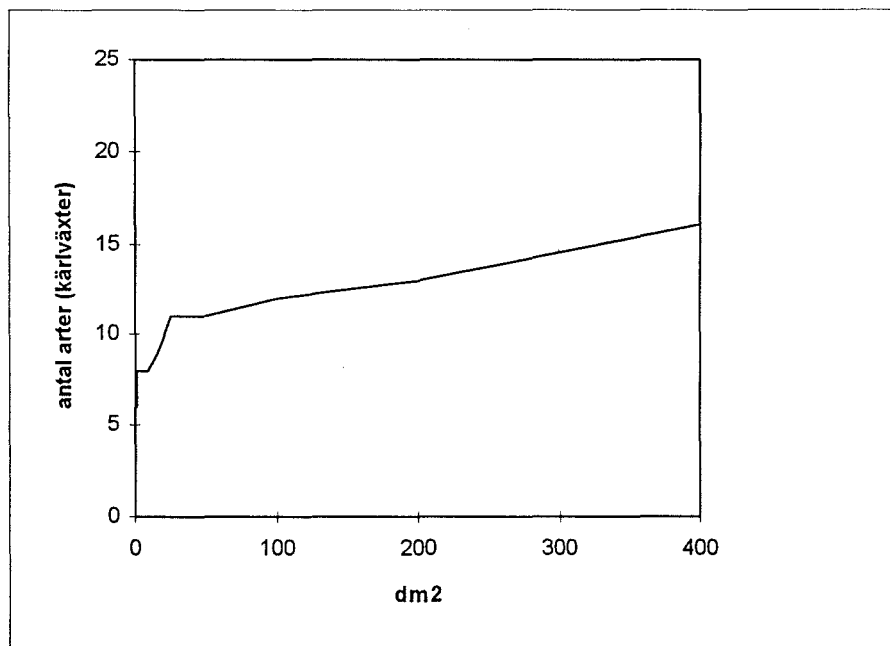
Figur 11. Vålhävddad fårsvingeltorräng, Ottenby.



Figur 12. Svagt hävddad fårsvingeltorräng, Högenäs. Observera att linjens "kantighet" är orsakad av begränsningar i dataprogrammet.



Figur 13. Vålövad kalkfuktäng, Amunds mosse. Observera att linjens "kantighet" är orsakad av begränsningar i dataprogrammet.



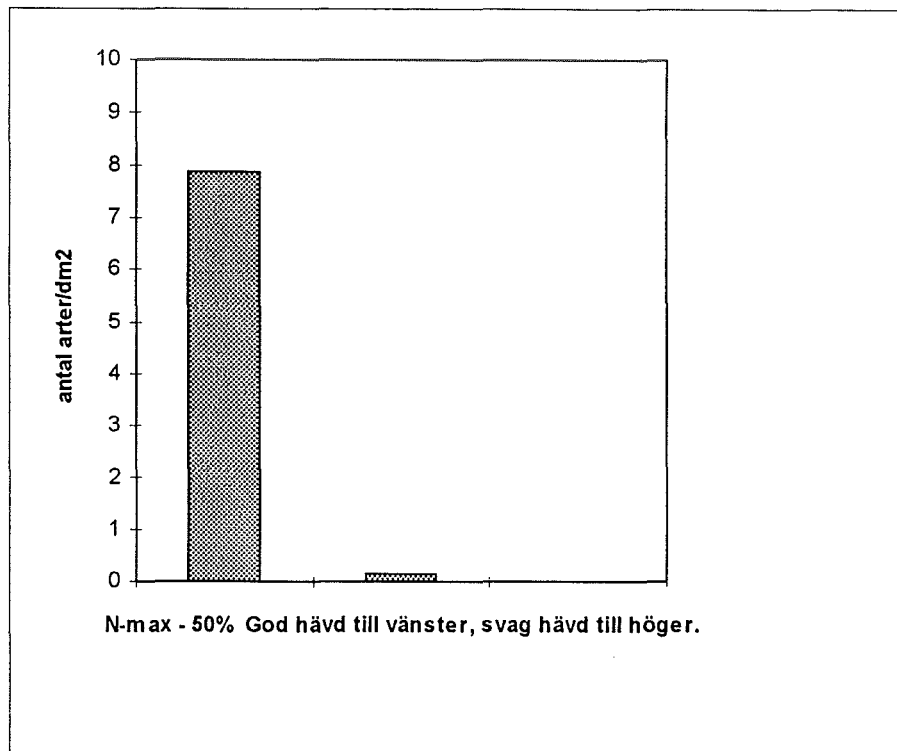
Figur 14. Svagt överövad kalkfuktäng, Amunds mosse. Observera att linjens "kantighet" är orsakad av begränsningar i dataprogrammet.

Färsvingeltorräng	<u>god</u> <u>hävd</u>	<u>svag</u> <u>hävd</u>
Antal arter vid 400 dm ² (N-max)	22	20
Antal arter vid N-max minus 10 %	19,8	18,0
Area vid N-max minus 10 %	186	291
Antal arter/dm ² vid N-max minus 10 %	0,1	0,06
Antal arter vid N-max minus 20 %	17,6	16,0
Area vid N-max minus 20 %	36	199
Antal arter/dm ² vid N-max minus 20 %	0,49	0,08
Antal arter vid N-max minus 50 %	11	10
Area vid N-max minus 50 %	1,4	67,0
Antal arter/dm ² vid N-max minus 50 %	7,9	0,15

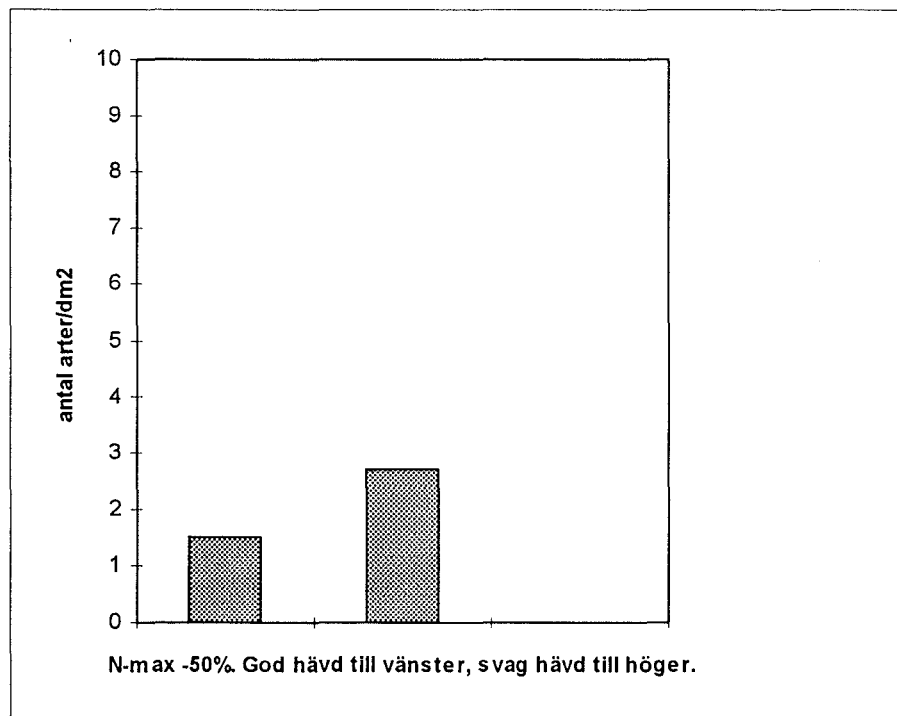
Tabell 1. Torrängar av färsvingeltyp. Värden hämtade ur kurvor i **Figur 11** och **Figur 12**.

Kalkfuktäng	<u>god</u> <u>hävd</u>	<u>svag</u> <u>hävd</u>
Antal arter vid 400 dm ² (N-max)	18	16
Antal arter vid N-max minus 10 %	16,2	14,4
Area vid N-max minus 10 %	197	289
Antal arter/dm ² vid N-max minus 10 %	0,08	0,05
Antal arter vid N-max minus 20 %	14,4	12,8
Area vid N-max minus 20 %	137	172
Antal arter/dm ² vid N-max minus 20 %	0,11	0,074
Antal arter vid N-max minus 50 %	9	8
Area vid N-max minus 50 %	6	3
Antal arter/dm ² vid N-max minus 50 %	1,5	2,6

Tabell 2. Kalkfuktängar. Värden hämtade ur kurvor i **Figur 13** och **Figur 14**.



Figur 15. Vålövad och svagt övad torräng av farsvingeltyp vid N-max -50%.



Figur 16. Vålövad och svagt övad kalkfuktäng vid N-max -50%.

4.4. Diskussion

Det måste först nämnas att resultaten och diskussionen bygger på ett begränsat material. Undertecknad har ej besökt områdena i fält, samtidigt som inget är känt om hur länge det aktuella hävdtilståndet har varit det förhärskande i fällorna. Hävdtilståndet kan vara en för säsongen tillfällig variation, likväl som utgöra en del av en långtgående trend. Det är därför inte möjligt att dra några långtgående slutsatser av materialet. Ambitionen är snarare försöka belysa olika aspekter av metoden.

Välhävdade fällor innehåller normalt ett högre antal arter per ytenhet än fällor med svagare hävd. I en välhävdad fälla bör därför en art/area-kurva öka snabbare nära origo och därefter plana ut mot det maximala artantalet än vad som är fallet i en svagt hävdad fälla. Detta förhållande illustreras väl, trots begränsningarna i dataprogrammet, av de exemplifierade torrängarna av fårsvingeltyp, **figur 11** samt **figur 12**. Det är dock inte möjligt att på samma sätt läsa ut några skillnader i kurvorna vad gäller de exemplifierade kalkfuktängarna, **figur 13** samt **figur 14**. Se nedan.

När diversitetsutvecklingen inom ett och samma växtsamhälle följs över tiden, eller vid jämförelser mellan olika växtsamhällen, fås enligt Ekstam (1993) ett utslagsgivande mått vid den area där hälften av det totala artantalet påträffats. Artdiversiteten uttrycks alltså som arter per dm^2 vid N-max minus 50 %.

I **tabell 1** samt **figur 15** visas detta förhållande mycket tydligt i de exemplifierade torrängarna av fårsvingeltyp. Den välhävdade fällan har ett artantal på 7,9 per dm^2 vid N-max minus 50 % medan den svagt hävdade har ett artantal på 0,15 per dm^2 .

Vad gäller de kalkfuktängar som exemplifierats erhålls dock ett annat resultat, se **tabell 2** och **figur 16**. Den svagt hävdade fällan har ett högre artantal vid N-max minus 50 % än den välhävdade fällan (2,7 mot 1,5 arter per dm^2). Artantalet ligger dock något högre per kvadratdecimeter för den välhävdade fällan både vid N-max minus 20 % och N-max minus 10 % (0,11 mot 0,074 arter per dm^2 respektive 0,08 mot 0,05 arter per dm^2).

En tänkbar förklaring till skillnaderna mellan de bägge vegetationstyperna är, förutom de reservationer som nämnts ovan, att kalkfuktängar består av tätare fältskikt än torrängar av fårsvingeltyp. Därför utgörs, i kalkfuktängar, en mindre andel av kärlväxterna av sådana småvuxna, fröberoende och konkurrenssvaga annueller eller annars kortlivade arter som snabbt reagerar negativt på ett lägre betestryck. Därmed är det tänkbart att en avtagande hävd, vid detta förfarande, visar sig snabbare i art/area-analyser i en torräng av fårsvingeltyp.

En tankegång, som trots det begränsade materialet får anses vara tillräckligt underbyggd, är att försiktighet får vidtas vid artdiversitetsjämförelser mellan olika områden och därvid, utan att känna till hävdhistoriken, dra slutsatser från detta angående skillnader i hävdkvaliteten mellan dessa områden.

Artrika vegetationstyper tenderar att uppvisa en tydligare skillnad mellan välhävdade och svagt hävdade områden. Detta beror på att den relativa skillnaden, orsakad av en i de sista delytorna nyttillkommen art, blir så mycket större i artfattigare miljöer. Efter att ha studerat ett antal art/area-analyser som utförts i havsstrandängar, verkar detta förhållande vara speciellt sant för denna vegetationstyp. Det kan således vara mycket osäkert att, utifrån art/area-kurvor, dra slutsatser angående hävdens tillstånd i sådana artfattiga vegetationstyper som havsstrandängar.

Då kärlväxter ofta förekommer aggregerat är det även av betydelse, för kurvans utseende och därmed möjligheterna till jämförelser med avseende på artdiversiteten, var i en vegetationstyp en art/area-analys läggs ut. Aggregationer inom en art/area-ruta, i en i övrigt homogen vegetationssammansättning, kan medföra en betydande störning av kurvans utseende och därmed dess användbarhet som instrument vid jämförelser.

En faktor som vid uppföljning av naturliga fodermarker styr utläggningen av art/area-rutor, är intentionen att bevaka kvaliteten i de vegetationstyper som innehåller de högsta biologiska värdena. Denna faktor kan dock, enligt Lönnell (1994), ej alltid vara den allena styrande för utläggningen när endast en ruta läggs ut per fålla. I en otillräckligt hävdad fålla, som utgörs av en mindre havsstrandäng samt större arealer med mer triviala frisk- och fuktängar, kommer djuren med största sannolikhet att preferensbeta havsstrandängen. Detta innebär att hävdtrycket kommer att vara bra inom det mindre område där man har de högsta biologiska värdena, samtidigt som största delen av fållan kommer att vara svagt hävdad. Följaktligen skulle en utläggning av rutan i de mer triviala delområdena vara mer motiverat ur uppföljningsynpunkt. En tanke som anknyter till detta är hävdens tillstånd. Ett delområde som är välbetat hyser i dagsläget ett högre värde än ett delområde med svag hävd. I det enskilda fallet får således ett ställningstagande tas till vilket händelseförlopp som är mest motiverat att följa upp; positiva eller negativa förändringar i vegetationsammansättningen.

Se även 3.3.17..

5. ANVÄNDNINGEN AV NÅLSTICKSMETODEN INOM MILJÖÖVERVAKNINGEN.

Som visats inte minst i detta arbete kan vikten av noggrann utvärdering av mätmetoder inte överskattas. Innan någon enskild mätmetod kan rekommenderas, måste alla tänkbara metoder utvärderas och jämföras vad gäller lämpligheten. Denna lämplighet avgörs inte bara av hur väl metoden speglar de faktiska förhållandena och med vilken säkerhet dessa kan kvantifieras, utan är också till stor del avhängig av krävd arbetsinsats och tidsåtgång.

Det är, framförallt av finansiella skäl, av stor vikt att samordning sker vad gäller metodvalet vid miljöövervakningen och den biologiska uppföljningen av skötsel effekter i ängs- och hagmarker, Johansson (1995). En sådan samordning medför sålunda att samma lokaler kan användas vid miljöövervakning av de naturliga fodermarkerna som vid kvantitativ uppföljning av desamma.

Nålsticksmetoden fungerar bra vad gäller de mest frekventa arternas mängdförhållanden i en grässvål, men dess användbarhet begränsas av den stora arbetsinsatsen. Arbetsinsatsen ökar dessutom ju mer lågfrekventa arter man avser analysera. Nålsticksmätningar kommer därmed inte vara möjliga att utföra i den omfattning som krävs för att metoden ska kunna anses vara lämplig vid en yttäckande miljöövervakning. Metoden torde därmed vara användbar endast på ett begränsat antal referenslokaler. Denna bedömningen är gjord utifrån den statistiska utvärderingen. Det är möjligt att andra slutsatser kan dras om andra analysmetoder kan användas, jämför med förordet. Detta återstår dock att undersöka.

6. REFERENSER

Ekstam, U. (1993): Metoder för dokumentation av skötsel effekter på flora och vegetation i ängs- och hagmarker. Utdrag ur manuskript till boken "Har hävden lyckats?" i Naturvårdsverkets serie "Skötsel av naturtyper".

Ekstam, U. & Forshed, N. (1992): Om hävden upphör. I Naturvårdsverkets serie "Skötsel av naturtyper".

Folkesson, B. (1994): Projekt djurtillväxt; dokumentationsmetoder. Opublicerat.

Goodall, D.W. (1952): Some considerations in the use of point quadrats for the analysis of vegetation. Australian Journal of Scientific Research/Ser B Biological Sciences 1-41.

Greig-Smith, P. (1983): Quantitative plant ecology, 3rd ed. Studies in Ecology, Vol. 9. Blackwell Scientific Publ.

Johansson, T. (1995): Muntlig kommunikation.

Jonasson, S. (1988): Evaluation of the point intercept method for the estimation of plant biomass. OIKOS 52, 101-106.

Levy, E.B. & Madden, E.A. (1933): The point method of pasture analysis. New Zealand Journal of Agriculture, 267-279.

Ljungström, L. (1994): Biologisk uppföljning av beteseffekter på flora inom försöksområden i Kalmar län 1994. Opublicerat.

Länsstyrelsen i Kalmar län (1991): Inventering av ängs- och hagmarker. 1991:3 Borgholms kommun.

Lönnel, N. (1994): Kommentarer till utläggning av art/area-provrutor i naturreservat och naturvårdsområden på Öland. Opublicerat.

Nordiska ministerrådet (1984): Vegetationstyper i Norden. Berlings, Arlöv.

SNV (1994): Åtgärdsprogram för sandstäpp. Naturvårdsverket.

Sonesson, M. (1980) Plant communities of the Stordalen mire - a comparison between numerical and non-numerical classification methods. Ecol. Bull. (Stockholm) 30:113-125.



Övervakning av biologisk mångfald: Fältblankett för vegetation - punktfrekvenslinje

Kommun:	Datum	940804
Lokal: Grossmossen 1:1	Cirkelyta	Normal/reservläge
Inv. namn: Patrick Isendahl	Vegetationshöjd:	
Vegetationstyp: Kalkfuktäng		

Art	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m
1 Förna	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
2 Alväxing	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
3 Blåttåtel	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
4 Angsull	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
5 Hundstarr	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
6 Plattsäv	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
7 Slankstarr	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
8 Ängsstarr	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
9 Krypven	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
10 Kärrknipprot	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
11 Blodrot	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
12 Smalfräken	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
13 Småvänderot	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
14 Hirsstarr	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
15 Mossa	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
16 Trädstarr	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
17 Åkermynnta	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
18 Spillning	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●
19 Carex sp	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●	○●●●●

Uteslut linjen om 50% av sticken på en linje hamnar på avvik, underlag

LIU Juni 94

Avvik und: sten, vatten, dike m. kanter, väg m. kanter, stig, körskadad mark, träd, lågor, rishögar, täta busksnår.

Notera: myrstack, spillning (djurart), (bar) humus, (bar)min-jord, (bar) torv.



Övervakning av biologisk mångfald: Fältblankett för vegetation - punktfrekvenslinje

Kommun:	Datum	940804
Lokal: Grossmossen 2:1	Cirkelyta	Normal/reservläge
Inv. namn: Patrick Isendahl	Vegetationshöjd:	
Vegetationstyp:		

Art	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m
1 Förna	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
2 Mossa	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
3 Spillning	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
4 Blåttåtel	●●○●○	●●○●○	●●○●○	●●○●○	●●○●○	●●○●○	●●○●○	●●○●○	●●○●○	●●○●○	●●○●○
5 Blodrot	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
6 Älvaxing	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
7 Hundstarr	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
8 Vitmåra	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
9 Hirsstarr	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
10 Kärringtand	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
11 Smalfräken	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
12 Ängsull	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
13 Darrgräs	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
14 Brudsporre cf	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
15 Äkermyntha	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
16 Slåtterblomma	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
17 Ängsstarr	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
18 Slankstarr	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
19 Ängsvädd	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
20 Trädstarr	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○

Uteslut linjen om 50% av sticken på en linje hamnar på avvik. underlag

LIU Juni 94

Avvik und: sten, vatten, dike m. kanter, väg m. kanter, sug, körskadad mark, träd, lågor, rishögar, täta busksnår.

Notera: myrstack, spülning (djurart), (bar) humus, (bar)min-jord, (bar) torv.

Övervakning av biologisk mångfald: Fältblankett för vegetation
- punktfrekvenslinje

Kommut:

Datum 94 08 04

Lokal: Grossmossen 2:2

Cirkelyta

Normal/reservläge

Inv. namn: Patrick Isendahl

Vegetationshöjd:

Vegetationstyp:

[illegible]

Uteslut linjen om 50% av sticken på en linje hamnar på avvik, underlag

LIU Juni 94

Avvik und: sten, vatten, dike m. kanter, väg m. kanter, stug, körskadad mark, träd, lågor, rishögar, täta busksnår.

Notera: myrstack, spilling (djurart), (bar) humus, (bar)min-jord, (bar) torv.



Övervakning av biologisk mångfald: Fältblankett för vegetation - punktfrekvenslinje

Kommun:	Datum:	
Lokal: Grossmossen 3	Cirkelyta	Normal/reservläge
Inv. namn: Patrick Isendal	Vegetationshöjd:	
Vegetationstyp:		

	Art	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m
1	Förna	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
2	Blåttåtel	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
3	Ångsull	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
4	Mossa	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
5	Hundstarr	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
6	Smalfräken	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
7	Slankstarr	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
8	Åkermynta	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
9	Vattenmåra	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
10	Älväxing	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
11	Ångsstarr	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
12	Blodrot	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
13	Trådstarr	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
14	Hirsstarr	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
15	Färsvingel	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
16	Småvänderot	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
17	Darrgräs	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●

Uteslut linjen om 50% av sticken på en linje hamnar på avvik, underlag

LIU Juni 94

Avvik und: sten, vatten, dike m. kanter, väg m. kanter, stög, körskadad mark, träd, lågor, risbogar, täta busksnår.

Notera: myrstack, spillning (djurart), (bar) humus, (bar)min-jord, (bar) torv.

Om användning av nålsticksmetoden för vegetationsanalys

Sammanfattning

I denna skrift behandlas den s k nålsticksmetoden och dess användning för att uppskatta vegetationsparametrar. Vidare behandlas bestämning av undersökningsomfattning som behövs för att upptäcka förändringar i dessa parametrar.

Innehåll

1	Bakgrund	2
2	Nålsticksmetoden	3
2.1	Metodik	3
2.2	Karakteristika	4
2.3	Tre områden	5
2.3.1	Högsmossen	6
2.3.2	Norra Bäck	7
2.3.3	Grossmossen	9
2.4	Skattning av vegetationsstorheter	10
2.4.1	Uppskattning av täckningsgrad hos arter	10
2.4.2	Uppskattning av biomassa hos arter	10
2.4.3	Uppskattning av "percentage of sward" hos arter	11
3	Bestämning av undersökningsstorlek	11
3.1	Täckningsgradsförändring	11
3.2	Förändring hos flera arter	17
3.3	Sammanfattning	23
3.4	Styrkefunktion	25

1 Bakgrund

Inventering av växter utgör utan tvekan ett svårt problem. Svårigheterna är både av statistisk och biologisk karaktär. En sådan elementär sak som att bestämma de olika arterna i ett område kan ställa till avsevärda problem. Hur skiljer man på olika arter i fält om man endast har tillgång till vegetativa delar utan de arts specifika karaktärer som florornas nycklar använder sig av? Artsammansättningen i ett område varierar också säsongvis. Vår- och höstblommande arter sätter sin specifika prägel på floran i ett område. Utgörs de av perenner finns det en möjlighet att upptäcka dem när de inte blommar, men annuella kan vara betydligt svårare att hitta. Tidpunkten för inventeringen kommer direkt att återspeglas i frekvensuppskattningar av arterna. Speciellt om vi använder frekvenskaraktistik som grundar sig på relativa jämförelser mellan olika arter. En spridning av inventeringstillfällen över säsongen är således nödvändig för att kunna greppa säsongsdynamiken i växtsamhället.

Om vi jämför frekvensen för en art mellan olika inventeringstillfällen är det rimligt att inte leta efter de små förändringarna i första hand, dessa bör vi förvänta oss av naturliga skäl, utan efter kraftiga variationer. Dessa indikerar att något avgörande för växternas livssituation har inträffat. Det kan också vara av intresse att undersöka de långsiktiga förändringarna i växtsamhället, men då kan det i ett första skede räcka med att studera hur artsammansättningen varierar.

Ett annat väsentligt problem utgöres av de olika arternas förökningsstrategier. Om vi har klonbildande arter hur skall vi värdera deras frekvens relaterat arterna med förökningsstrategier som bygger på ett utbyte av gener mellan olika individer? Om vi har olika exemplar av en klonbildande art som växer nära varandra är det fullt möjligt att det är fråga om samma individ (genom). Denna enda individ av en art kan representera en avsevärd biomassa i ett område, utspritt på många små enheter, samtidigt som de andra arterna representerar den väsentliga genetiska variationen i området. Hur skall biomassa kontra genetisk variation värderas ur t ex diversitets- och stabilitetssynpunkt? Detta är inte alldeles självklart. En klar målsättning för inventeringsobjektet underlättar valet av inventeringsmetod. Är det biomassan, växtsamhället eller någon specifik art som är viktig?

Både ur statistisk synpunkt och med hänsyn till inventeringsobjekten är det rimligt att försöka minimera effekterna av själva inventeringarna så mycket som möjligt. Nålsticksmetodens styrka är dess icke förstörande teknik. Kombinerar den med ett vettigt stickprovsförfarande, där man kan få en överblick över hur många stickprov man behöver för att uppnå nödvändig precision med hänsyn till de centrala frågeställningarna kan man ytterligare minimera effekterna på miljön utan att tappa nödvändig precision i undersökningen. En minimering av stickprovstorleken har också väsentliga ekonomiska fördelar.

Nålsticksmetoden bygger på att man inte skördar växterna, utan gör en artbestämning och frekvensuppskattning av dessa direkt i fält. Därefter kombineras den med olika modeller för att uppskatta biomassan (Jonasson 1988) eller vid uppskattning av täckningsgrad (Goodall 1952).

Inventeringen av växterna med hjälp av nålsticksmetoden kan ske via slumpvis utvalda punkter i området eller längs en slumpvis vald linje, transektförfarandet. Ett problem med transektförfarandet är dess systematiska natur. Resultatet av inventeringen kan då bli kräftigt beroende av strukturer i t ex berggrund, jordartsförhållanden eller topografi, (Moore & Chapman 1986, s 456). Uppfrysningsmarker i alpina områden men även alvarmarker är exempel på områden där man kan förvänta sig att det finns underliggande strukturer i markförhållandena som direkt kan påverka växternas utbredning.

För att få en uppfattning om hur nålsticksmetoden längs en transekt fungerar i praktiken har fältprotokollen från lokalerna Högsmossen, Grossmossen samt Norra Bäck analyserats med avseende på artsammansättning samt hur artfrekvensen f_i varierar med antalet ramar (23 stick). I det senare fallet har två av de vanligaste arterna studerats, älvväxing (*Sesleria caerulea*) samt blåttåtel (*Molinia caerulea*). Genom att studera hur variansen (eventuellt standardavvikelsen) för skattningarna av den relativa frekvensen för arterna varierar, inom respektive mellan närliggande ramar finns det en möjlighet att avgöra om det finns ett beroende. Vad som orsakar beroendet, systematiken i transektförfarandet eller inhomogeniteter i arternas utbredning kan vara svårare att avgöra. Men variansen av skattningarna kan i många sammanhang vara betydligt intressantare att studera än medelnivåerna. Utgångspunkten vid analysen av fältprotokollen har varit att inventeringarna har utförts i överensstämmelse med anvisningarna, efter en rak sammanhållen linje. En homogen vegetationstyp har valts subjektivt. För att transekten inte skall gå utanför denna har linjen brutits på 2 av tre lokaler.

Nomenklaturen följer Norsk og Svensk flora (Lid 1974).

2 Nålsticksmetoden

2.1 Metodik

En ram med en längd på ca 1m. har 21 eller 23 positioner med lika avstånd (vanligtvis 5 cm). I denna undersökning har en ram med 23 positioner använts. I varje position nedförs en nål (med viss diameter, vanligtvis $d = 2$ mm). De arter som träffas av nålen när den förs nedåt, antecknas (dels första gången de träffas, dels (ibland) antalet gånger de träffas). Proceduren genomförs för samtliga positioner i ramen.

Ramen placeras på olika platser i vegetationsområdet och proceduren för varje position genomförs på dessa platser. Valet av platser kan ske på olika sätt.

a) Platserna väljs genom ett obundet slumpmässigt urval av positioner i vegetationsområdet.

b) Platserna väljs utmed en transekt vars startpunkt och riktning väljs med någon slumpmekanism.

Nålsticksmetoden är en mätningssmetod för kartläggning av artrikedom och artfrekvens för växter.

Man önskar använda metoden för att *beskriva*

- 1) en arts mångfald (frekvens)

- 2) sammansättning av arter (relativa frekvenser)
- 3) artrikedomen (närvaro av olika arter)

Vidare önskar man använda metoden för att upptäcka *förändringar* i

- 1) en arts mångfald (frekvens)
- 2) sammansättning av arter (relativa frekvenser)
- 3) artrikedomen (närvaro av olika arter)

En sådan förändring kan omfatta såväl *olika lokaler* (vilket då uttrycks som *skillnader* mellan lokalerna) som *olika tidsperioder* (vilket då betecknar en tidseffekt eller tidsförändring).

2.2 Karaktéristika

Av de på detta sätt, i de olika positionerna och ramplatserna, erhållna frekvenserna av olika arter, sammanställs till ett antal olika mått. De viktigaste är:

1. *Relativ frekvens av en art*: Låt h_{ik} beteckna antal gånger som art i påträffades (första gången) i de 23 hålen i ramen i position k . Låt vidare $f_i = \sum_{k=1}^R h_{ik}$ beteckna det totala antal hål (bland de $23R$ hålen) i vilken arten påträffats. Här betecknar R antalet olika rampositioner, antingen utmed en transekt eller slumpvis utvalda positioner i vegetationen. Den relativa frekvensen definieras som $f_i/23R$.
2. *Relativ förekomst*: (Abundance) Relativa frekvensen av arten. Denna beräknas som den absoluta frekvensen f_i för arten i relation till totalfrekvensen $F = \sum_{i=1}^A f_i$ där A betecknar de olika arter som förekommer. Den relativa förekomsten är således $r_i = f_i/F$ (antalet träffar för en art/totala antalet träffar för alla arter).
3. *Artantal*: Antal olika arter som påträffats i de $23R$ hålen, dvs A . Det absolut enklaste diversitetsmåttet vi kan använda är att räkna antalet arter i området. Det är grovt men robust med hänsyn till övervägandena mellan genom och biomassa.

Dessutom beräknas andra storheter som

4. *Täckningsgraden*: Den experimentella täckningsgraden definieras av antalet punkter av 100 - den procentuella andelen punkter - vid vilka kontakt med arten erhöles: Den procentuella täckningen (eng: Percentage of cover). Uttryckt i h_{ik} blir denna $t_i = \sum_{k=1}^R h_{ik} 100/23R$ dvs $100f_i/23R$ uttryckt i procent. Observera att förhållandet mellan t_i och f_i är konstant för alla i , dvs för alla arter.
5. *Arttäckningen*: Den täckning som en art bidrar med till totala yttäckningen:

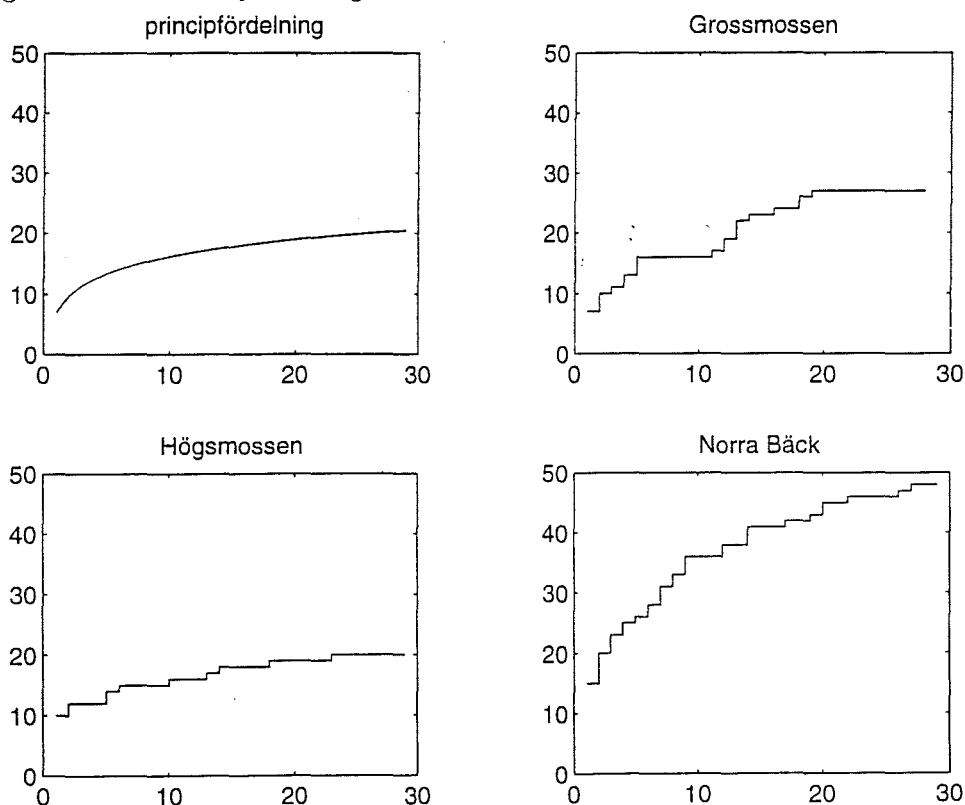
$$(t_i / \sum_{j=1}^A t_j) * \text{"percentage of ground with any vertical cover"}$$

Denna kan även uttryckas som $r_i * \text{"percentage of ground with any vertical cover"}$. Här utgör marktäckningen ("percentage of ground with any vertical cover") den andel (i procent) av marken som täcks av vegetation av olika slag.

6. »Andel i grässvålen»: (eng: Percentage of sward) anger den proportion som en art bildar i den totala kvantiteten av vegetation. Den bestäms vanligen i torrsvikt (genom biomassan).
7. *Täckningsupprepning*: (eng: Cover repetition) $f'_i - f_i$ (för varje nålstick) för en art i anger det antal gånger som arten träffas på återigen utöver första gången, när nålen förs ned genom vegetationen. (Ibland räknas även första gången in i detta (Goodall, 1952).

2.3 Tre områden

För att beskriva ett områdes kvalité användes olika diversitetsmått, (McNaughton & Wolf 1979). Diversitetsmåttarna består i allmänhet av två komponenter, en huvudkomponent som mäter artrikedomen (artantalet), samt en komponent som viktar varje art med dess abundans (individerikedom). Om vi endast använder huvudkomponenten som diversitetsmått, artantalet oviktat med hänsyn till abundansen, får vi ett grovt men med hänsyn till svårigheten att särskilja olika genom i fält ett robust diversitetsmått.



Figur 1. Ackumulerat antal arter per ram.

En erfarenhet inom ekologin är att antalet arter, A , i ett stickprov vanligtvis ökar med

logaritmen av stickprovsstorleken, (McNaughton & Wolf 1979), t ex som:

$$A = a + b \log(R)$$

där a och b är specifika konstanter för just det område och R motsvarar i detta fall antalet ramar. I Figur 1 är fördelningen av antalet arter plottade mot antalet använda ramar (23 stick), dels för en principiell teoretisk fördelning samt för de olika inventeringsområdena. Den viktigaste iakttagelsen är att de vanligaste arterna i ett område hittas i de första stickproven. För att täcka in de rara arterna krävs det ett efterhand större stickprov.

Beräkningarna kommer att exemplifieras från tre lokaler i odlingslandskapet på Öland där, inventeringarna utfördes sommaren 1994 (se nedan), samt uppgifter från Bredfjället, ett skogsområde i Göteborg och Bohuslän.

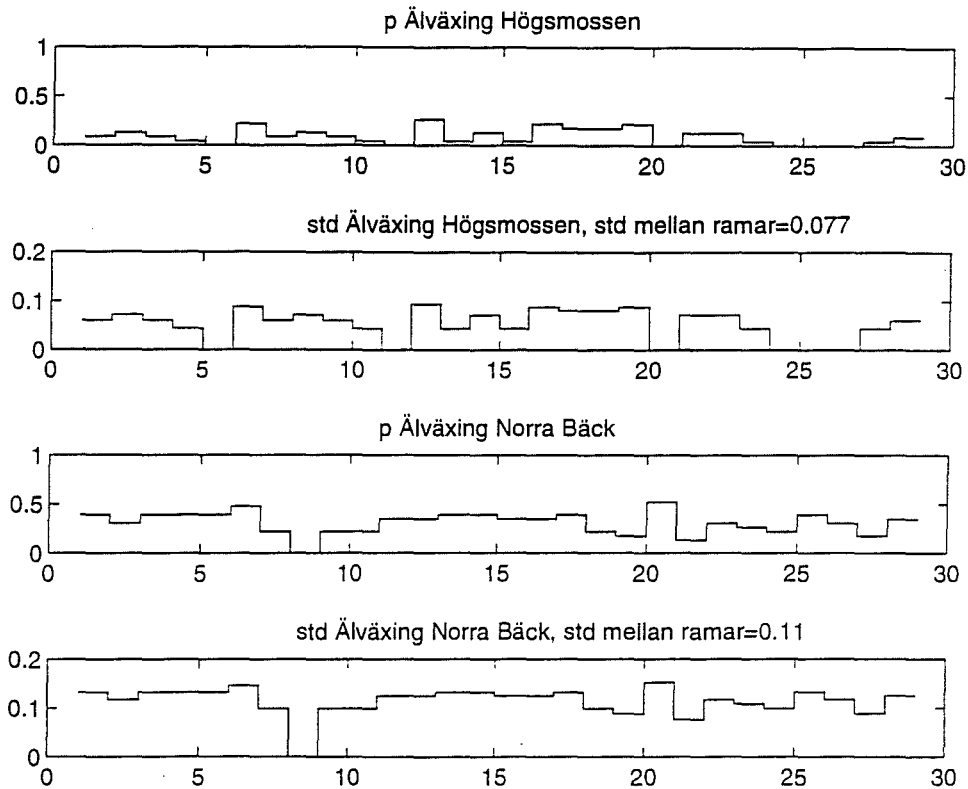
2.3.1 Högs mossen

Vid inventeringen av Högs mossen lades transekten ut i ett så homogent område som möjligt, (okulär besiktning). Transekten är alltså inte slumpvis utvald, detta innebär att resultatet av inventeringen strikt gäller för transekten men svårigen kan relateras till resten av lokalen. På Högs mossen påträffades 19 olika arter (ospecificerad mossa exkluderad). I de första 23 sticken (första ramen) upptäcktes hälften av arterna, 50%. Efter 10 ramar har 80% av arterna påträffats. (15 av 19 arter). Den sist påträffade arten ängsvädd (*Succisa pratensis*) hittas först vid 23:e ramen, den näst sista vid 18:e. Den information angående artantalet som tillförts från 18:e till 28:e ramen är minimal, 1 ny art på totalt 230 stick. Informationen från en transekt måste anses som ett sammanhållet stickprov. Om man enbart är intresserad av att undersöka vilka arter som finns i det homogena området kan man avbryta insamlingen längs denna transekt och istället komplettera med ytterligare transekter. Därigenom kan vi erhålla en uppskattning av variationen mellan de olika stickproven. Detta hjälper oss att värdera resultatet.

Om man däremot vill kunna detektera en förändring i täckningsgrad måste ett betydligt större antal stick användas (se avsnitt 3.2).

Om vi studerar artlistan över Högs mossen är de olika arternas miljökrav liknande (Lid, 1974). Arterna är relaterade till fuktiga miljöer och många av dem är även kalktåliga. Bilden av hur de nya arterna uppträder är helt vad man kan förvänta sig i en homogen miljö. Men hade vi haft flera stickprov, slumpvis och oberoende utvalda, hade slutsatserna kunnat vara ännu starkare.

Variationen av frekvensen för blåtåtel och älvväxing i Högs mossen är mindre framträdande än för blåtåtel i Norra Bäck respektive älvväxing i Gross mossen, (Figur 2, 3, 4). Skillnaderna mellan standardavvikelsen mellan ramarna (0.11 respektive 0.077) samt inom ramarna är små.



Figur 2. Ramvis skattning av frekvensen för Älväxing

2.3.2 Norra Bäck

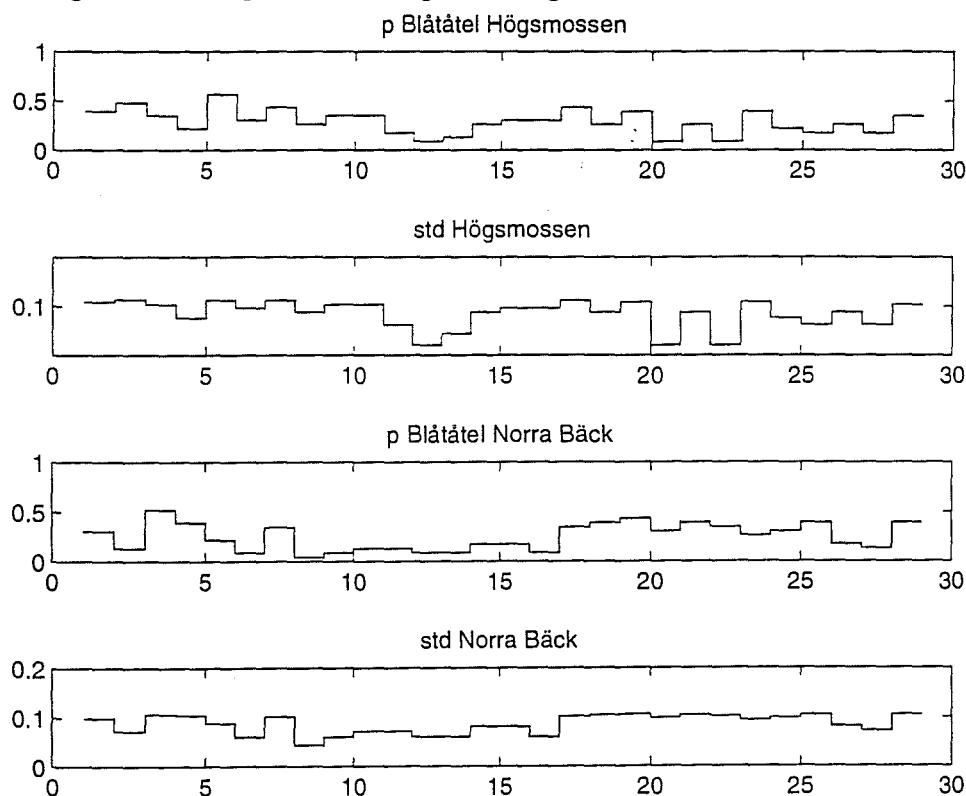
Lokalen karakteriseras, enligt inventeringsprotokollet som en friskäng. Det innebär att det finns arter från både torra och fuktiga miljöer. Lokalen är alltså inte homogen relaterat arternas fuktighetskrav. Vid undersökningen visade sig att denna lokalen är betydligt artrikare, 47 arter, exklusive mossor, påträffades. I den första ramen påträffas 15 arter, endast 31% av de påträffade arterna. Det är först efter 4 ramar som mer än 50% av arterna noterats. Därefter, med något undantag tillkommer en eller ett par nya arter per ram. Efter 14:e ramen minskar antalet nya arter ytterligare, men det finns ingen indikation på att det inte skulle finnas flera arter. Artsammansättningen verkar inte på något sätt vara täckt som på föregående lokal.

Om vi studerar artlistan från Norra Bäck visar den på en mer heterogen sammansättning än för Högs mossen. Många av arterna kan karakteriseras som kalktåliga men de skiljer sig åt i krav på fuktighet, allt ifrån torra backmiljöer till fuktängar och myrmarker (Lid, 1974). Älväxing (*Sesleria caerulea*) och blåtåtel (*Molinia caerulea*) dominerar tillsammans med fårsvingel (*Festuca ovina*) de två första arterna kopplade till fuktiga miljöer den sista till torra. Det finns också en del ruderalarter närvarande t ex engelskt rajgräs (*Lolium perenne*) och humlelucern (*Medicago lupulina*). Trenden är dock tydlig, arter med

krav på torra miljöer tillsammans med fuktkrävande. Om vi t ex studerar hur frekvensen av blåttåtel ändras efterhand finns där en tydlig skillnad mellan de mittersta sticken och de första samt sista. Först hög frekvens därefter låg och sedan återigen en hög frekvens, (Figur 3). Däremot finns inte samma mönster i utbredningen av älväxing i denna lokalen, (Figur 2). Om vi jämför standardavvikelsen mellan ramarna och inom ramarna, är de av samma storleksordning för älväxing medan för blåttåtel är standardavvikelsen mellan ramarna ($\text{std}=0.134$) något större än inom ramarna. Däremot är det inte säkert att den sista skillnaden är statistiskt signifikant.

Av de inventerade arterna blommar större delen under högsommarperioden. Det finns också exempel på vårblomande arter samt höstblomande. Inget anmärkningsvärt angående fördelningen med hänsyn till blomningsperioden.

Med utgångspunkt från artlistan finns det klara indikationer på att miljön är heterogen. Diversitetsförändringen per ram ger inte riktigt samma bild, om det varit fråga om en storskalig variation mellan torrt och fuktigt borde man kunna se det som en markerad förändring av antalet nytillkomna arter. Däremot kan det då tolkas som att det t ex finns en fuktighetsgradient i området, eller någon småskalig spatial eller temporal variation. Fårsvingel t ex är tuvbildande och kan i kombination med starka uppfrysningsrörelser skapa upphöjda torrare ställen, (Sjörs, 1967). Homogenitetskravet är alltså inte uppfyllt. Är då heterogeniteten så pass storskalig att det går att enkelt stratifiera området?



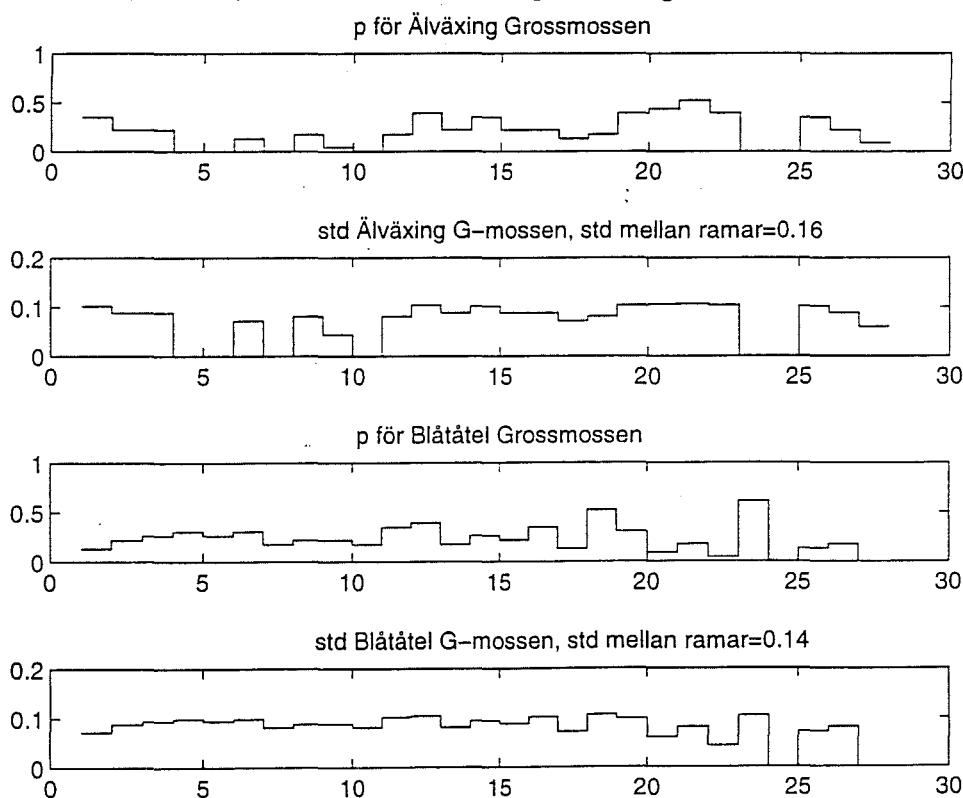
Figur 3. Ramvis skattning av frekvensen för Blåttåtel.

2.3.3 Grossmossen

Vid inventeringen av Grossmossen påträffades 27 olika arter. När vi studerar hur många nya arter som tillkommer per ram visar det sig att efter de första fem ramarna har 16 arter (59%) påträffats. Därefter tillkommer det inte några nya arter förrän efter ytterligare 5 ramar. Då påträffas efterhand 11 nya arter. De sista 8 ramarna tillför inte någon ny information angående artrikedomen. Variationen jämfört med Norra Bäck är betydligt storskaligare. Relaterat till Högmossen verkar Grossmossen vara en sammansättning av två skilda men homogena miljöer.

Längs hela transekten finns det 14 gemensamma arter, t ex blåtåtel, älväxing, ängsull och hundstarr, i den första delen av transekten återfinns två specifika arter, plattsäv (*Blysmus compréssus*) samt krypven (*Agrostis stolonifera*) medan i den andra delen återfinns 11 specifika arter, t ex darrgräs (*Briza média*), brudsporre (*Gymnadenia conopsea*), slätterblomma (*Parnassia palustris*) samt fårsvingel (*Festuca ovina*).

Om vi jämför variationen av frekvenserna för älväxing och blåtåtel i Grossmossen (Figur 4) verkar blåtåtel ha en jämnare förekomst än älväxing, i båda fallen är standardavvikelsen för frekvensen mellan ramarna (0.14 respektive 0.16) större än inom ramarna (ca 0.10 för båda arterna). Detta är ett tecken på heterogenitet.



Figur 4. Ramvis skattning av frekvensen för Blåtåtel och Älväxing i Grossmossen.

2.4 Skattning av vegetationsstorheter

De från nålsticksmetoden beräknade storheterna, avser att uppskatta olika storheter i vegetationen. Dessa är exempelvis

Täckningsgrad hos arter: (T_i) Den procentuella andelen av marken som täcks av en art i . Dessa storheter för olika arter summerar till $C = \sum_{j=1}^B T_j$ där B anger det totala antalet arter i vegetationen. Observera att $B \geq A$ (det funna antalet arter i vegetationen). Här utgör C = "percentage of ground with any vertical cover" den s k marktäckningen.

Den täckning som en art bidrar med till den totala yttäckningen:

$$\frac{T_i}{\sum_{j=1}^B T_j} * \text{percentage of ground with vertical cover.}$$

Marktäckningen: C = "percentage of ground with any vertical cover", den s k marktäckningen utgör den andel (i procent) av marken som täcks av vegetation (av olika slag).

Biomassa hos olika arter: Biomassan hos en art (exvis i gram) utgör massan av arten i vegetationen.

2.4.1 Uppskattning av täckningsgrad hos arter

Täckningsgraden hos art i (T_i) uppskattas med t_i . Denna skattning är ofta en överskattning av täckningsgraden hos arten. Detta har visats genom tester i vegetation (Goodall, 1952, Table 1,2) och kan också visas teoretiskt (se Appendix A). Orsaken till detta är utbredningen hos nålen som tenderar att ge större träffsannolikhet med nålen än vad den reella täckningsgraden anger. Skevheten i skattningen (bias) ökar i regel med nålens diameter. Den skevhet som erhålles i skattningen beror bl a på täckningsmönstret hos arten. Även om beroendet av nåldiameterna är relativt komplicerat, är ett linjärt beroende i skevheten av nåldiametern en tämligen bra approximation om täckningsgraden inte är alltför stor (dvs nära 100%). Hur ett sådant linjärt beroende ser ut beror dock på arten och dess täckningsgrad. En korrigering av skattningen är således artberoende.

Den relativa frekvensen första-kontakter ($100f_i/23R$) ger ett estimat av täckningsgraden medan den relativa frekvensen av kontakter ($100f'_i/23R$) ger ett estimat av "projected plant area", PPA, (se Jonasson, 1992, Goodall, 1952).

2.4.2 Uppskattning av biomassa hos arter

Biomassan hos en art kan skattas med hjälp av f'_i , det totala antalet kontakter med arten (ej enbart den första kontakten per nålstick), Jonasson (1988). Biomassan relaterar sig ofta med god precision, linjärt till f'_i . Det är dock, till skillnad mot Jonasson (1988), ofta lämpligare att betrakta biomassan som den oberoende variabeln och antalet kontakter f'_i

som den beroende variabeln vid upprättandet av sambandet mellan de två variablerna (kalibreringskurvan), och sedan med invers prediktion (kalibrering) estimerar biomassa från antalet kontakter. Än lämpligare är, i detta sammanhang, poisson-regression istället för vanlig regression eftersom variansen i antalet kontakter i regel ökar med antalet kontakter och antalet kontakter är en heltalsvariabel. Biomassan per kontakt (Jonasson, 1988) eller antalet kontakter per gram biomassa, varierar från art till art, och en kalibreringskurva får därför upprättas för varje art.

2.4.3 Uppskattning av "percentage of sward" hos arter

"Percentage of sward" kan, för art i , skattas med $f'_i / \sum_{j=1}^A f'_j = t'_i / \sum_{j=1}^A t'_j$ där $t'_i = f'_i / 23R$ (Levy and Madden, 1933, Goodall, 1952). Detta förutsätter dock att samma linjära relation gäller mellan biomassa och träfffrekvensen f'_i för alla arter. Detta gäller dock ej generellt (Jonasson, 1988).

3 Bestämning av undersökningsstorlek

Vid uppläggningsen av undersökningen vill man veta hur stora förändringar som det finns möjlighet att upptäcka med en viss insats, samt hur stor insats som behövs för att upptäcka en förändring av viss storlek. Hur stor arbetsinsats som krävs beror förändringar är som man vill upptäcka samt hur man bär sig åt för att försöka upptäcka förändringen.

Vi skall begränsa oss till problemet med att upptäcka förändringar i arttäckningsgraden.

3.1 Täckningsgradsförändring

Även om en arts empiriska täckningsgrad överskattar artens täckningsgrad, lämpar den sig väl att skatta förändringar, (t ex i biomassa (Jonasson 1988), eller täckningsgrad). En användning av den empiriska täckningsgraden utan korrigering av skevheten i skattningen förutsätter dock att skevheten i skattningen inte är alltför starkt beroende av täckningsgraden, då i annat fall en förändring i täckningsgraden överskattas. Formeln

$$R = (2kCV/d)^2 \quad (3.1)$$

där $k = 1.96$, vid 95% signifikansnivå (och styrka 95%) och CV är variationskoefficienten, σ_r/m_r , bygger på ett normalantagande för närvarofrekvensen bland 23 stick (dvs antal träff per ram). Storheten R anger då antal ramar (segment) som behövs för att upptäcka en skillnad på d % i den genomsnittliga träfffrekvensen per ram vid användandet av t -test vid denna prövning.

Formeln (3.1) uttrycker den storlek (arbetsinsats) som behövs för att med ett stickprov av storlek n upptäcka en avvikelse från specificerad medelnivå m_r med d % vid en variationskoefficient CV . Den uttrycker emellertid inte den arbetsinsats (stickprovsstorlek) som behövs för att i två stickprov (av storlek n) avgöra huruvida det föreligger skillnader

mellan fördelningarna. Den arbetsinsats som krävs här är i regel större pga de variationer och avvikelser som finns i bägge stickproven.

Låt p_i och q_i beteckna träffsannolikheten vid de två tillfällena.

En formel för stickprovsstorleken ges av

$$n \approx \frac{(c_{\alpha/2} \sqrt{2\bar{p}_i(1-\bar{p}_i)} + c_{1-\beta} \sqrt{p_i(1-p_i) + q_i(1-q_i)})^2}{(p_i - q_i)^2} \quad (3.2)$$

där $\bar{p}_i = (p_i + q_i)/2$, (Fleiss, 1973, s 28). Några värden på n enligt (3.2), då q_i utgör en 10%, 20% resp 30% förändring från p_i ges i tabellen nedan.

p_i	q_i	%	n
0.50	0.45	10	2583
	0.40	20	639
	0.35	30	279
0.40	0.36	10	3814
	0.32	20	930
	0.28	30	401
0.25	0.225	10	7508
	0.20	20	1805
	0.175	30	768
0.10	0.09	10	22282
	0.08	20	5304
	0.07	30	2237

Tabell 1: Stickprovsstorlek

($c_{1-\beta} = 1.64$, $c_{\alpha/2} = 1.96$ vilket motsvarar 95% styrka vid ett test på nivån 5%.)

Den metodik som härvid används för att upptäcka förändring i täckningsgraden baseras på de erhållna frekvenserna för art i , vid de två tillfällena, för f_i resp g_i vid de n sticken vid vardera tillfället. Bilda

$$z_i = \frac{t_i - u_i}{\sqrt{(t_i + u_i)(100 - \frac{t_i + u_i}{2})/n}}$$

där $t_i = 100 \cdot f_i/n$ och $u_i = 100 \cdot g_i/n$ eller alternativt

$$z_i = \frac{f_i - g_i}{\sqrt{(f_i + g_i)(1 - \frac{f_i + g_i}{2n})}}$$

Om $|z_i| > 1.96$ föreligger en signifikant skillnad i täckningsgrad.

Exempel. Vid Bredfjället erhöles år 1986 vid 600 stick, 226 st träffar av arten kruståtel (*Deschampsia flexuosa*) (motsvarar 37.7% av de 600 sticken) och år 1991 erhöles vid 600 stick 257 träffar (42.9%). Vi får

$$z_i = \frac{37.7 - 42.9}{\sqrt{(37.7 + 42.9)(100 - \frac{37.7+42.9}{2})/600}} = \frac{-5.2}{\sqrt{80.6(100 - \frac{80.6}{2})/600}} = -1.8$$

eller alternativt

$$z_i = \frac{226 - 257}{\sqrt{(226 + 257)(1 - \frac{226+257}{2 \cdot 600})}} = \frac{-31}{\sqrt{483(1 - \frac{483}{1200})}} = -1.8$$

Det gäller här att $|z_i| = 1.8 < 1.96$. Det föreligger ingen signifikant skillnad i täckningsgrad mellan åren.

Ett alternativt framställningssätt som kommer att användas vid flera arter är följande: Antag att vi försöker upptäcka förändring i träfffrekvensen (täckningsgraden) från en tidpunkt till en annan genom att för varje art jämföra de erhållna frekvenserna för arten vid ett antal (n) stick vid vardera tillfället. För test av $p_i = q_i$ använder vi ett χ^2 -test för arten i baserat på f_i och g_i vilket ger teststorheten

$$Q_i = \frac{(f_i - g_i)^2}{(f_i + g_i)(1 - (f_i + g_i)/2n)}$$

med approximativ χ^2 -fördelning med 1 frihetsgrad om ingen förändring skett dvs $p_i = q_i$.

	Träff	Miss	Summa stick
Tidpunkt 1	f_i	$n - f_i$	n
Tidpunkt 2	g_i	$n - g_i$	n
	$f_i + g_i$	$2n - f_i - g_i$	$2n$

Ofta anges träffarna i relativa frekvenser (i procent av antal stick). $t_i = 100f_i/n$ resp $u_i = 100g_i/n$. Då får vi

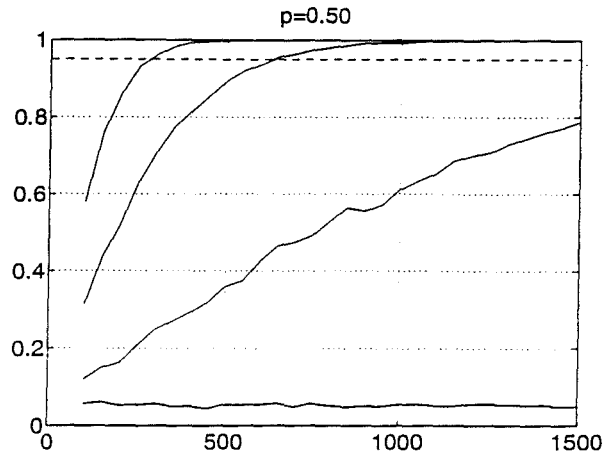
$$Q_i = \frac{n(t_i - u_i)^2}{(t_i + u_i)(100 - (t_i + u_i)/2)}$$

Om $Q_i > \chi^2_{0.05}(1) = 3.84$ föreligger en signifikant skillnad i träffsannolikheterna.

Utgångspunkten för bestämning av storleken på försöket är att se till att en förändring av en viss given storlek, skall kunna upptäckas med hög grad säkerhet. Denna chans att observera en befintlig skillnad beskrivs av testens styrkefunktion.

Nedan anges styrkefunktionen¹ för denna test för en art med träffsannolikhet $p_i = 0.5$.

¹De här angivna styrkefunktionerna har uppskattats med simulering och är av denna anledning något hackiga.

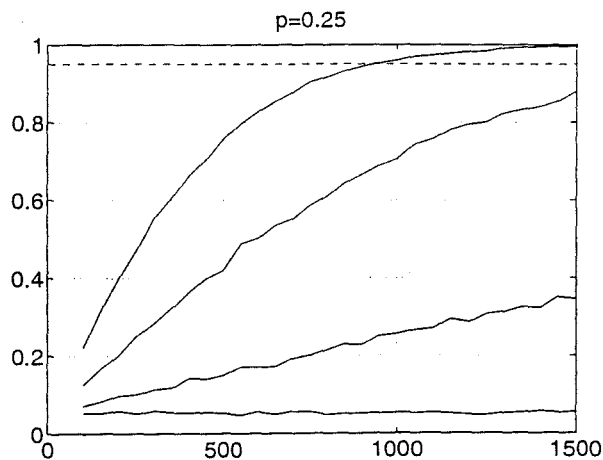


Figur 5. Styrka som funktion av n vid test av art med träfffrekvens 0.5. Undre till övre kurva: $q = [0.5], [1.1 \cdot 0.5], [1.2 \cdot 0.5]$ resp $[1.3 \cdot 0.5]$.

Genom att i detta diagram avläsa vid y -värdet 0.95 erhålles (vid 20% förändring) den erforderliga stickprovsstorleken $n \approx 650$ för att med 95% säkerhet upptäcka en förändring av denna storlek.

Alternativt kan man genom att avläsa y -värdet för fixt n -värde erhålla sannolikheten med vilken en viss förändring (10%, 20% eller 30%) kommer att upptäckas (styrkan i testen) vid given stickprovsstorlek. Exempelvis är chansen att en förändring på 20% upptäcks vid en stickprovsstorlek på $n = 400$ c:a 82%. Vid stickprovsstorleken 250 är chansen att upptäcka förändringen c:a 60%.

Styrkefunktionen vid test med 10%, 20% resp 30% förändring av $p = 0.25$ anges i figuren nedan.



Figur 6. Styrka som funktion av n vid test av art med träfffrekvens 0.25. Undre till övre kurva: $q = [0.25], [1.1 \cdot 0.25], [1.2 \cdot 0.25]$ resp $[1.3 \cdot 0.25]$.

Detta test ger en försöksstorlek i samma storleksordning som den enligt formeln (3.2). Detta beror på att testerna som beräkningarna baseras på är lika.

En alternativ metodik som i hög grad bygger på att de olika positionerna utmed transekten med stor noggrannhet kan återfinnas vid uppföljningen, utgår från förändringarna i närvaro och frånvaro av olika arter i de olika positionerna. Detta kräver naturligtvis hög noggrannhet vid utläggning av transekt och vid bokföring av de individuella hålens närvaro/frånvaro frekvens.

Låt n_i vara antal stick i vilken art i finns år 2, om den ej fanns där år 1, eller om den ej finns år 2 om den fanns där år 1, dvs antalet positioner i vilka en förändring har skett från år 1 till år 2 (eller tidpunkt 1 till tidpunkt 2). Låt vidare N_i vara antalet positioner (stick) i vilka arten finns år 2 om den ej fanns där år 1.

Om ingen ändring i täckningsgrad skett från år 1 till år 2, så är en förändring från frånvaro till närvaro av arten i en position (stick), lika sannolik som förändring från närvaro till frånvaro. Givet att en förändring har skett i positionen (från närvaro till frånvaro eller vice versa), är stora avvikelser i N_i från $n_i/2$ en indikation på en förändring i täckningsgrad från år 1 till år 2.

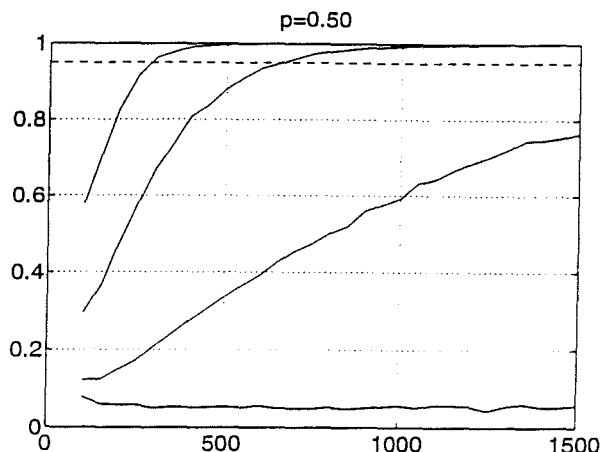
Detta är ett teckentest baserat på de stick i vilka en förändring skett, (McNemar, 1947). Låt $M_i = (2N_i - n_i)^2/n_i$. Om $M_i > \chi_{0.05}^2(1) = 3.84$ föreligger en signifikant förändring i träffsannolikhet.

		Tidpunkt 2		Summa stick
		Frånvaro	Närvaro	
Tidpunkt 1	Frånvaro	$n - N_i$	N_i	n
	Närvaro	$n_i - N_i$	$n - n_i + N_i$	n

Om arten har hög eller låg täckningsgrad och ingen förändring sker blir i regel n_i/n (där n är totalantalet stick) liten, medan om täckningsgraden är c:a 0.5, blir n_i/n i storleksordningen 0.5. Det förväntade antalet positioner i vilket förändringar sker är $n2p_i(1-p_i)$, så den erforderliga arbetsinsatsen är c:a $n = n_i/2p_i(1-p_i)$ vilken för $p_i = 0.25$ är $n_i/8/3$.

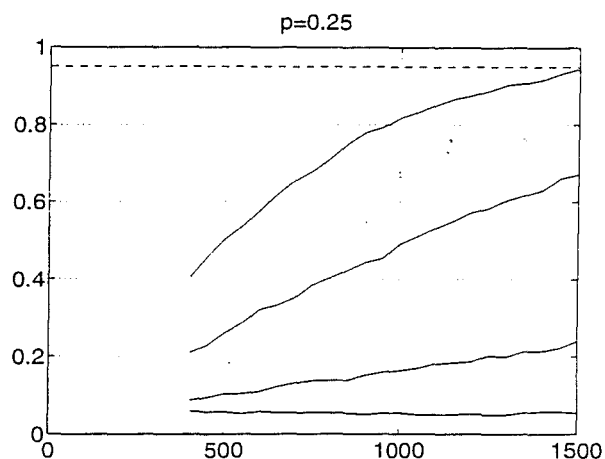
En förändring i täckningsgrad från p_i till q_i motsvarar en förändring i sannolikheten för övergång från frånvaro till närvaro från 0.5 till $p_{i0} = \frac{(1-p_i)q_i}{(1-p_i)q_i + (1-q_i)p_i}$.

Styrkefunktionen vid test med 0%, 10%, 20% resp 30% förändring av $p = 0.50$ anges i figuren nedan.



Figur 7. Styrka som funktion av n vid test av art med träfffrekvens 0.50. Undre till övre kurva: $q = [0.50], [1.1 \cdot 0.50], [1.2 \cdot 0.50]$ resp $[1.3 \cdot 0.50]$.

Styrkefunktionen vid test med 0%, 10%, 20% resp 30% förändring av $p = 0.25$ anges i figuren nedan.



Figur 8. Styrka som funktion av n vid test av art med träfffrekvens 0.25. Undre till övre kurva: $q = [0.25], [1.1 \cdot 0.25], [1.2 \cdot 0.25]$ resp $[1.3 \cdot 0.25]$.

Den arbetsinsats som krävs (n) är i samma storleksordning (om än något större) än den som bygger på frekvensräkning i transekten. Speciellt är den erforderliga insatsen större vid liten täckningsgrad (jfr Fig 6 och Fig 8). Den är dessutom mer arbetskrävande då den kräver noggrann bestämning av positionernas placering utmed transekten. Metoden har dock fördelen att den är mindre känslig för förändringar utmed transekten. Sådana förändringar utmed transekten kan lätt dölja förändringar från år till år om en metod som bygger på hög grad av homogenitet används.

3.2 Förändring hos flera arter

Antag att vi försöker upptäcka förändring i träfffrekvensen (täckningsgraden) från en tidpunkt till en annan genom att för varje art jämföra de erhållna frekvenserna för arten vid ett antal (n) stick vid vardera tillfället. Beteckna de erhållna frekvenserna för art i , för f_i resp g_i för de två tidpunkterna. Ett chi2-test för varje art baserat på f_i och g_i ger teststorheten

$$Q_i = \frac{(f_i - g_i)^2}{(f_i + g_i)(1 - (f_i + g_i)/2n)}$$

med approximativ χ^2 -fördelning med 1 frihetsgrad om ingen förändring skett.

Ett vanligt sätt att kombinera dessa är till

$$Q = \sum_{i=1}^A \frac{(f_i - g_i)^2}{(f_i + g_i)(1 - (f_i + g_i)/2n)} = \sum_{i=1}^A Q_i$$

med approximativ χ^2 -fördelning med A frihetsgrader om ingen förändring skett. Om $Q > \chi_{0.05}^2(A)$, finns en signifikant förändring hos någon (några) arter.

Exempel. Vid Bredfjället erhöles år 1986 resp 1991 vid 600 stick följande antal träffar av 3 olika arter; kruståtel (*Deschampsia flexuosa*), blåbär (*Vaccinum myrtillus*), lingon (*Vaccinum vitis-idaea*)

Art	1986	1991
Kruståtel	226 (37.7%)	257 (42.9%)
Blåbär	192 (32.0%)	148 (24.6%)
Lingon	23 (3.8%)	37 (6.1%)

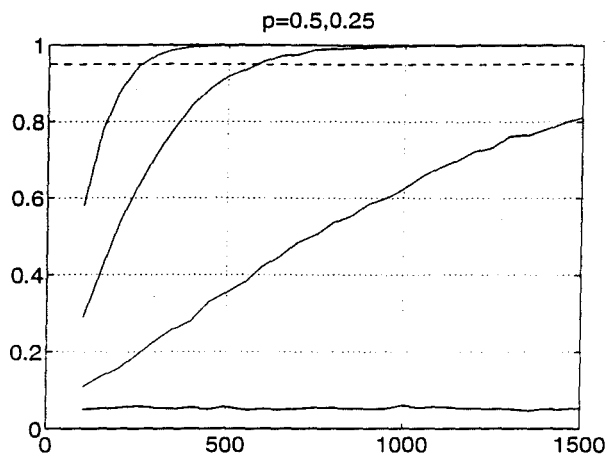
Tabell 2: Bredfjället

Vi får

$$\begin{aligned} Q &= \frac{(226 - 257)^2}{(226 + 257)(1 - \frac{226+257}{2 \cdot 600})} + \frac{(192 - 148)^2}{(192 + 148)(1 - \frac{192+148}{2 \cdot 600})} + \frac{(23 - 37)^2}{(23 + 37)(1 - \frac{23+37}{2 \cdot 600})} \\ &= 3.33 + 7.95 + 3.44 = 14.71 \end{aligned}$$

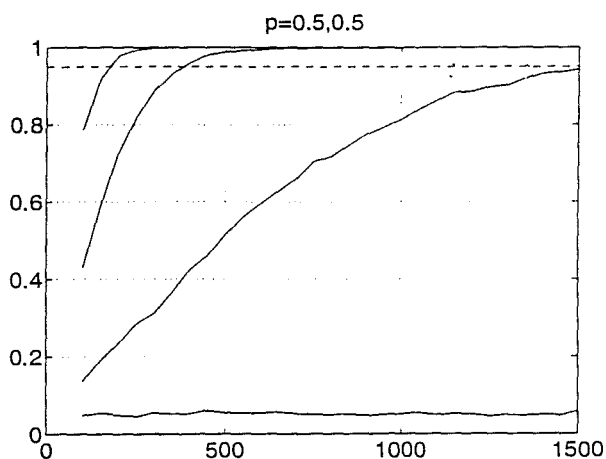
Det gäller här att $Q = 14.71 > \chi_{0.05}^2(3) = 7.81$. Det föreligger en signifikant skillnad i täckningsgrad mellan åren.

Om förändringarna sker i flera arter blir naturligtvis chanserna större att man kommer att kunna hitta förändringar. Nedan visas styrkefunktionen för test baserat på Q , vid två arter med träffsannolikheter $p_1 = 0.5$ resp $p_2 = 0.25$.



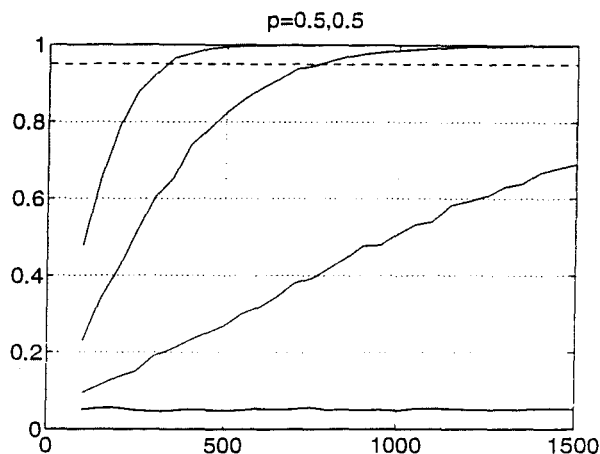
Figur 9. Styrkefunktion för Q vid test av arter med träfffrekvenser $q = [0.5, 0.25], [1.1 \cdot 0.5, 1.1 \cdot 0.25], [1.2 \cdot 0.5, 1.2 \cdot 0.25]$ resp $[1.3 \cdot 0.5, 1.3 \cdot 0.25]$.

(Här betecknar exempelvis $q = [1.1 \cdot 0.5, 1.1 \cdot 0.25]$ att träffsannolikheterna q_1 och q_2 för art 1 och 2, båda har förändrats 10% från 0.5 resp 0.25.) I Figur 10 visas styrkefunktionen för test baserat på Q , vid två arter, båda med träffsannolikheter 0.5.



Figur 10. Styrkefunktion för Q vid test av arter med träfffrekvenser $q = [0.5, 0.5], [1.1 \cdot 0.5, 1.1 \cdot 0.5], [1.2 \cdot 0.5, 1.2 \cdot 0.5]$ resp $[1.3 \cdot 0.5, 1.3 \cdot 0.5]$.

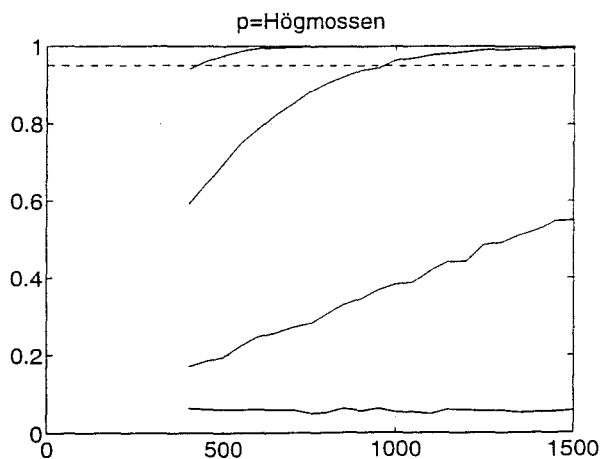
Styrkan hos testen påverkas naturligtvis av hur omfattande förändringen är. Om en förändring sker endast i en art men testen sker på flera arter finns det större risk att man missar förändringen. Nedan visas styrkefunktionen vid 0%, 10%, 20% resp 30% förändring i en av arterna.



Figur 11. Styrkefunktion för Q vid test av arter med träfffrekvenser $q = [0.5, 0.5], [1.1 \cdot 0.5, 0.5], [1.2 \cdot 0.5, 0.5]$ resp $[1.3 \cdot 0.5, 0.5]$.

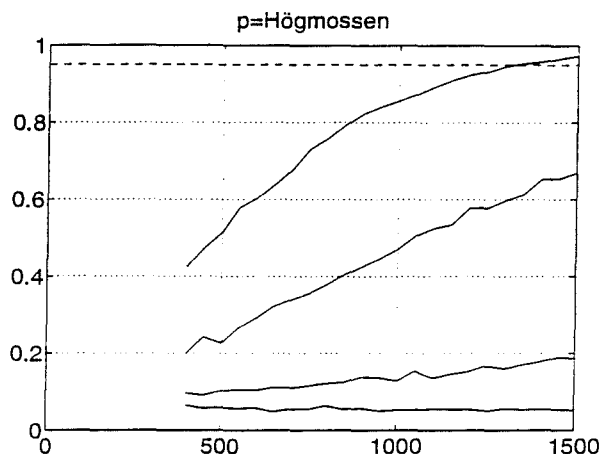
Denna styrkefunktion bör jämföras med den i Figur 5 som visar styrkan hos test av en art med träfffrekvens 0.5 vilken ändrar sig 10%, 20% resp 30%.

Vi visar till sist en artfrekvens (täckning) liknande den hos de 7 mest frekventa arterna i Högmossen. Dessa har en träffsannolikhet i storleksordningen 0.281, 0.250, 0.148, 0.144, 0.093, 0.036, 0.026. Styrkefunktionen för 10%, 20% resp 30% förändring i frekvenserna visas i figuren nedan.



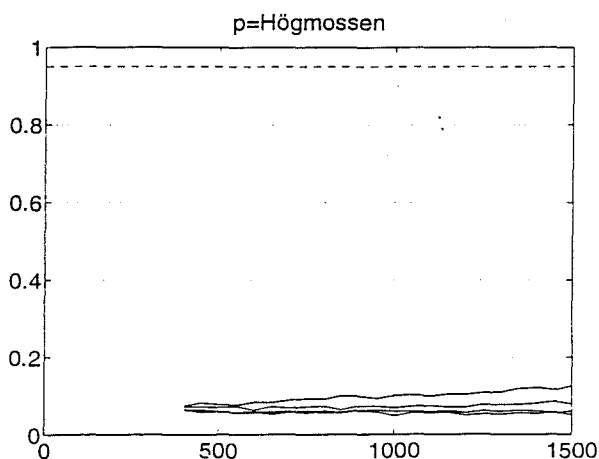
Figur 12. Styrkefunktion för Q vid test av arter med träfffrekvenser $q = p, 1.1p, 1.2p$ resp $1.3p$.

Om förändringen på 10%, 20% resp 30% endast sker hos den mest frekventa arten så ser styrkefunktionen ut som i figuren nedan.



Figur 13. Styrkefunktion för Q vid test av arter med träfffrekvenser q där den största träfffrekvensen i p ökat med 0%, 10%, 20% resp 30%.

Om istället förändringen sker för den minst frekventa arten så ser styrkefunktionen ut som i figuren nedan.



Figur 14. Styrkefunktion för Q vid test av arter med träfffrekvenser q där den minsta träfffrekvensen i p ökat med 0%, 10%, 20% resp 30%.

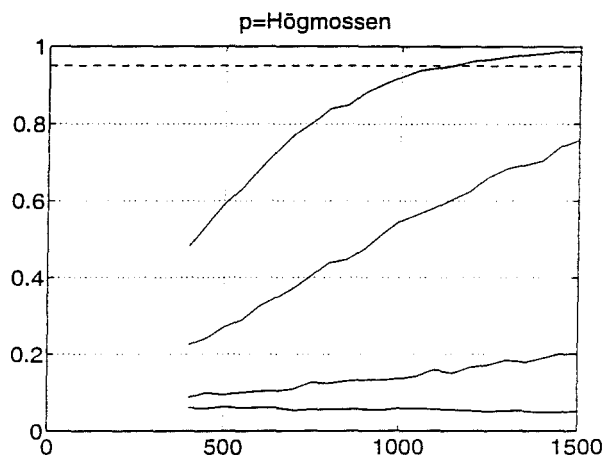
Ett alternativ till Q är att använda

$$M = \max(Q_1, Q_2, \dots, Q_A)$$

dvs den största av $Q_1, Q_2, \dots, Q_A$, för att hitta förändringar i någon av arterna. Om $M > \chi^2_{1-(1-0.05)^{1/A}}(1)$, finns en signifikant förändring i någon (några) av arterna. Denna

test är känsligare om det förväntas att förändringarna sker endast i en eller fåtal arter, medan testen baserat på Q är känsligare om förändringarna sker i flertalet arter.

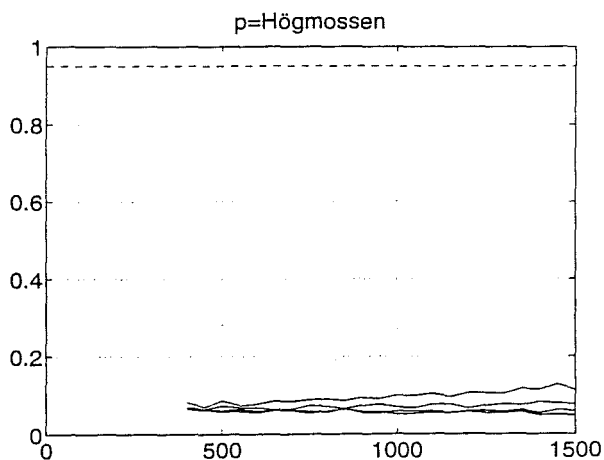
Om förändringen på 10%, 20% resp 30% sker i enbart den största frekvensen så ser styrkefunktionen ut som i figuren nedan.



Figur 15. Styrkefunktion för M vid test av arter med träfffrekvenser q där den största träfffrekvensen i p ökat med 0%, 10%, 20% resp 30%.

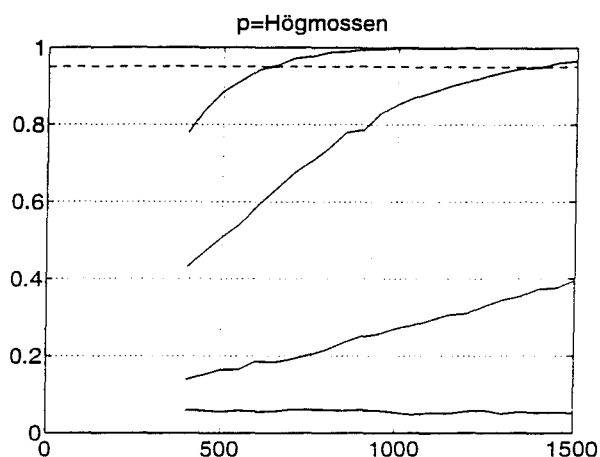
Denna styrkefunktion bör jämföras med Figur 13. Styrkefunktionen har ökat något och arbetsinsatsen (n) för att uppnå hög styrka (95%) minskar något.

Om istället förändringen sker i den minsta frekvensen så ser styrkefunktionen ut som i figuren nedan.



Figur 16. Styrkefunktion för M vid test av arter med träfffrekvenser q där den minsta träfffrekvensen i p ökat med 0%, 10%, 20% resp 30%.

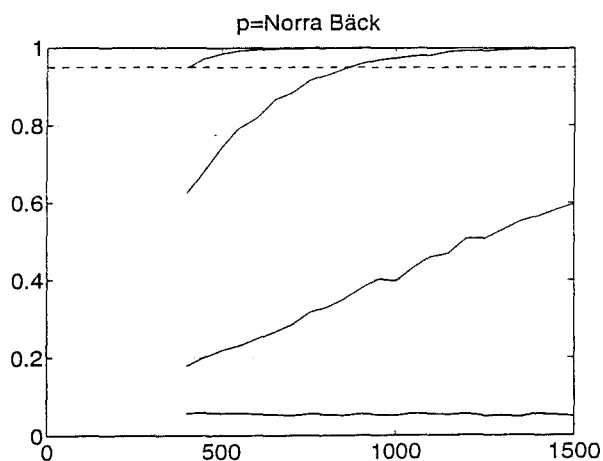
Styrkefunktionen för 0%, 10% , 20% resp 30% förändring i alla frekvenserna visas i figuren nedan.



Figur 17. Styrkefunktion för M vid test av arter med träfffrekvenser $q = p, 1.1p, 1.2p$ resp $1.3p$.

Denna styrkefunktion bör jämföras med Figur 12. Här minskar styrkefunktionen väsentligt jämfört med den baserad på Q och arbetsinsatsen (n) för att uppnå hög styrka (95%) ökar väsentligt.

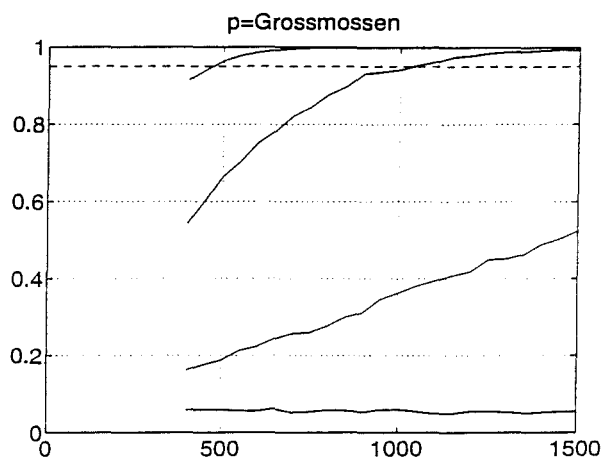
Vi visar också en arttäckning liknande den hos de 7 största arterna i Norra Bäck. Dessa har en träffsannolikhet i storleksordningen 0.307, 0.247, 0.216, 0.084, 0.076, 0.059, 0.054. Styrkefunktionen för 10%, 20% resp 30% förändring i frekvenserna visas i figuren nedan.



Figur 18. Styrkefunktion för Q vid test av arter med träfffrekvenser $q = p, 1.1p, 1.2p$ resp $1.3p$.

Vi visar också en artfrekvenstäckning liknande den hos de 7 största arterna i Grossmossen. Dessa har en träffsannolikhet i storleksordningen 0.242, 0.206, 0.201, 0.105, 0.080, 0.080, 0.026.

Styrkefunktionen för 0%, 10%, 20% resp 30% förändring i frekvenserna visas i figuren nedan.



Figur 19. Styrkefunktion för Q vid test av arter med träfffrekvenser $q = p, 1.1p, 1.2p$ resp $1.3p$.

Den stickprovsstorlek som erfordras i Grossmossen för att upptäcka en 20% förändring med hög grad av säkerhet (0.95) är 1100 stick. Motsvarande siffra i Högs mossen (jfr Figur 12) är c:a 950 stick samt i Norra Bäck ca 850 stick.

Alternativt kan man säga att styrkan vid en fix stickprovsstorlek, t ex 1000 stick är något lägre i Grossmossen (0.90 vid 20% förändring) än i t ex Högs mossen (0.96 vid 20% förändring) men skillnaderna är inte dramatiska.

3.3 Sammanfattning

Hur stor arbetsinsats som behövs för att upptäcka en förändring i täckningsgrad beror på

- hur vegetationssammansättningen ser ut (dvs $p = (p_1, p_2, \dots, p_A)$). Detta innebär att det är svårt att bedöma arbetsinsatsen innan artsammansättningen och deras täckningsgrader är uppskattade.
- hur stor förändringen är. (Detta består exempelvis i en beskrivning av 10%-ig eller 20%-ig förändring i täckningsgraden),
- hur förändringen ser ut. (Vad innebär en 20% förändring? Sker förändringar i alla arter, vissa arter eller enbart någon art.)
- hur försöken att upptäcka förändringar ser ut. (Kommer Q eller M att användas för att försöka hitta förändringar).

- den grad av säkerhet med vilken man vill kunna upptäcka förändringarna av given storlek. En mycket hög grad av säkerhet kostar mycket i stickprovsstorlek. En minskning av stickprovsstorlek till hälften innebär långt ifrån en minskning av denna säkerhet till hälften.

Om arterna har mycket olika täckningsgrad så bestäms undersökningsstorleken väsentligen av den art i vilken förändringarna sker och som har störst täckningsgrad. Om denna art har liten täckningsgrad krävs stor insats, om arten har stor täckningsgrad krävs liten insats.

Långa transekter kan medföra heterogenitet. Sådan heterogenitet kan medföra att förändringar i täckningsgrad döljs.

Det finns tendenser att variationen inom ramar är mindre än variationen mellan ramar, även om det inte kan signifikant påvisas. Ett sådant fenomen ger upphov till underskattning av osäkerheten i täckningsgradsskattningarna.

Förfarandet att gå utmed en transekt i ett område gör att det saknas möjlighet att bedöma homogeniteten i området.

En strategi med flera (möjligtvis kortare) slumpvis utlagda transekter ger möjligheter till jämförelser mellan transekter och ger grund för bedömning av homogeniteten i området.

	Förändring från ett ett år till nästa		
	10%	20%	30%
	Antal stick per år		
	> 1500	900	400

Tabell 3: Stickprovstorlek för att med 95% säkerhet hitta skillnader

Dessa siffror anger den stickprovsstorlek som behövs *varje år* för att upptäcka en förändring från ett år till nästa av den angivna storleken.

Alternativt kan man tänka sig att mäta ett antal år med ett mindre antal stick per år. Man tänker sig en gradvis förändring från år till år och därvid undrar hur många år man bör hålla på för att med hög grad av säkerhet upptäcka en sådan förändring.

Antal stick per år	Förändring per år			
	5%	10%	15%	20%
200	9	5	4	3
400	7	4	3	3
600	6	4	3	3
900	5	3	3	2
1200	5	3	3	2
1400	5	3	2	2
1500	4	3	2	2

Tabell 4: Hur många år behövs för att med 95% säkerhet hitta skillnader

Dessa bestämningar av arbetsinsatsen (tidsomfattningen) är beräknade med utgångspunkt från styrkefunktionen för

$$Q = \sum_{i=1}^A \sum_{k=1}^r \frac{n(f_{ik} - \bar{f}_i)^2}{\bar{f}_i(n - \bar{f}_i)}$$

där f_{ik} är frekvensen hos art i år k och $\bar{f}_i = \frac{1}{r} \sum_{k=1}^r f_{ik}$ är medelfrekvensen för art i över de olika åren. Om ingen förändring har skett, har Q en approximativ χ^2 fördelning med $(r-1)A$ frihetsgrader. Om $Q > \chi_{0.05}^2((r-1)A)$, finns en signifikant förändring hos någon (några) arter.

3.4 Styrkefunktion

Styrkefunktionen för en test baserad på Q definieras av

$$P(Q > a),$$

dvs sannolikheten för ett signifikant resultat. Här har a valts så att det är liten risk att påstå att det föreligger en effekt om så ej är fallet.

Vid en art och träffsannolikheter p_i och q_i vid de två tidpunkterna, kan styrkefunktionen approximeras med

$$1 - \Phi\left(\frac{c_{\alpha/2} \sqrt{2n\bar{p}_i(1 - \bar{p}_i)} - n(p_i - q_i)}{\sqrt{n(p_i(1 - p_i) + q_i(1 - q_i))}}\right)$$

(Fleiss, 1973) där $\bar{p}_i = (p_i + q_i)/2$, $c_{\alpha/2} = 1 - \Phi(\alpha/2)$ och

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-u^2/2} du$$

Uttryck för styrkefunktionen för en test baserad på Q är i regel ganska komplex, speciellt om flera arter ingår. Ett sätt att snabbt få en bild av hur denna ser ut, är genom simulering. Vid en sådan bestäms den relativa frekvensen av antalet gånger som en test ger indikation på signifikant förändring vid olika grad av förändring och olika stickprovsstorlekar.

Nedan anges ett exempel på en sådan simuleringsrutin som använts för uppskattning av styrkefunktionen i Figur 5.

```
hold off
p=[0.5]';
for aa=1:4,
if aa==1, q=p; end;
if aa==2, q=1.1*p; end;
if aa==3, q=1.2*p; end;
```

```

if aa==4, q=1.3*p; end;
B=length(p);
nn=[100:50:1500]';
Ppp=[]; f=[]; g=[];
LL=length(nn);
for l=1:LL,
n=nn(l);
a=chi2pct(0.05,B);
NN=5000;
Pp=0;
for k=1:NN,
for i=1:B,
if n*p(i)*(1-p(i))<10,
f(i)=randbin(n,p(i));
else
f(i)=floor(n*p(i)+randn*sqrt(n*p(i)*(1-p(i))));
end
if n*q(i)*(1-q(i))<10,
g(i)=randbin(n,q(i));
else
g(i)=floor(n*q(i)+randn*sqrt(n*q(i)*(1-q(i))));
end
end % i
Q=sum((f-g).^2./((f+g).*(1-(f+g)/(2*n))));
if Q>a, Pp=Pp+1; end;
end % k
Ppp(l)=Pp/NN;
end % l
plot(nn,Ppp)
drawnow
hold on
axis([0,1500,0,1])
title('p=0.50','FontSize',20)
end; % aa

```

Rutinen är skriven i det programmeringspråk som finns inbyggt i MATLAB™. Mot-
svarande rutin för uppskattning av styrkefunktionen i Figur 13 är:

```

hold off
p=[0.281,0.25,0.148,0.144,0.093,0.036,0.026];
for aa=1:4,
if aa==1, q=p; end;

```

```

if aa==2, q=[1.1*0.281,0.25,0.148,0.144,0.093,0.036,0.026]; end;
if aa==3, q=[1.2*0.281,0.25,0.148,0.144,0.093,0.036,0.026]; end;
if aa==4, q=[1.3*0.281,0.25,0.148,0.144,0.093,0.036,0.026]; end;
B=length(p);
nn=[400:50:1500]';
Ppp=[]; f=[]; g=[];
LL=length(nn);
for l=1:LL,
n=nn(l);
a=chi2pct(0.05,B);
NN=5000;
Pp=0;
1
for k=1:NN,
for i=1:B,
if n*p(i)*(1-p(i))<10,
f(i)=randbin(n,p(i));
else
f(i)=floor(n*p(i)+randn*sqrt(n*p(i)*(1-p(i))));
end
if n*q(i)*(1-q(i))<10,
g(i)=randbin(n,q(i));
else
g(i)=floor(n*q(i)+randn*sqrt(n*q(i)*(1-q(i))));
end
end % i
c=sum((f-g).^2./((f+g).*(1-(f+g)/(2*n))));
if c>a, Pp=Pp+1; end;
end % k
Ppp(l)=Pp/NN;
end % l
plot(nn,Ppp)
drawnow
hold on
axis([0,1500,0,1])
title('p=Högmossen','FontSize',20)
end % aa

```

Referenser

- [1] Fleiss, J.L. (1973): *Statistical Methods for Rates and Proportions*. New York: Wiley.
- [2] Goodall, D.W. (1952): Some considerations in the use of point quadrats for the analysis of vegetation. *Australian Journal of Scientific Research/Ser B Biological Sciences* 1-41
- [3] Jonasson, S. (1988): Evaluation of the point intercept method for the estimation of plant biomass. *OIKOS* 52, 101-106.
- [4] Jonasson, S. (1992): Plant responses to fertilization and species removal in tundra related to community structure and clonality. *OIKOS* 63, 420-429.
- [5] Levy, E.B. and Madden, E.A. (1933): The point method of pasture analysis. *N.Z. Journal of Agriculture*, 267-279.
- [6] Lid, J. (1974): *Norsk og Svensk Flora*. Oslo: Det Norske Samlaget.
- [7] McNaughton, S.J. and Wolf, L.L. (1979): *General Ecology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- [8] McNemar, Q. (1947): Note on the sampling error of the difference between correlated proportions or percentages. *Psychometrika* 12, 153-157.
- [9] Moore, P.D. and Chapman, S.B. (1986): *Methods in Plant Ecology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- [10] Sjörs, H. (1967): *Nordisk växtgeografi*. Stockholm: Bonniers.

Peter Gustafson
 Inst f Matematisk statistik
 Lunds Universitet
 Box 118
 221 00 Lund

Björn Holmquist
 Inst f Matematisk statistik
 Lunds Universitet
 Box 118
 221 00 Lund