

Nestedness hos floran i naturreservat av alvartyp på Kinnekulle

Projektkurs i ekologi, C-nivå, 5 p.

Författare
Ingrid Bertilsson
a99ingbe@student.his.se
Ekologprogrammet åk 3

Handledare
Annie Jonsson
annie.jonsson@his.se
Institutionen för vård och natur
Högskolan i Skövde, Box 408
541 28 Skövde, Sweden

Extern handledare
Johanna MacTaggart
johanna.mactaggart@gotene.se
Götene kommun
Miljö/bygg-korridor
533 80 Götene, Sweden

Sammanfattning

Sammansättningen av artfloran på alvarmarkerna på Kinnekulle har formats både geologiskt, med stora kalkhällsområden, och historiskt, med lång beteshävd. Denna historik har gett en unik flora där arter såsom kalknarv, *Arenaria gothica*, återfinns. Idag finns delar av dessa alvarmarker skyddade som naturreservat medan andra planeras att restaureras. Relationen i flora mellan sju delområden har studerats i området genom att undersöka grad av nestedness. Som hjälp med bearbetning av data har datorprogrammet Nestcalc nyttjats. Nested subsets (undergrupper av arter) av de större områdenas artförekomst återfinns i de mindre delområdena som ett tecken på fragmentering av ett ursprungligen stort habitat. Med tanke på områdenas olika hävdhistoria och bakgrunden till inventeringarna som ligger till grund kan alltför långtgående slutsatser dock inte dras om hur de olika nested subsets relaterar till varandra.

Fortsatta studier med nestednessmodellen kan vara en del av uppföljningen av det utökade reservatets utveckling. Uppföljningen kan ge information både om hela systemets nestedness men också var olika arter befinner sig i detta system. Arter som ligger väl till att sprida sig ytterligare kan identifieras.

Innehållsförteckning

1. Introduktion.....	4
2. Metod.....	6
2.1 Nestedness	6
2.1.1 <i>Nestedness Temperature Calculator Program</i>	7
2.1.2 <i>Att mäta ordning och oordning</i>	8
2.1.3 <i>Idiosynkratiska arter och områden</i>	9
2.2 Inventeringsdata och områden.....	10
2.3 Databearbetning.....	11
3. Resultat	13
4. Diskussion	15
Referenser	19
Bilaga 1.....	20

Nestedness hos floran i naturreservat av alvartyp på Kinnekulle

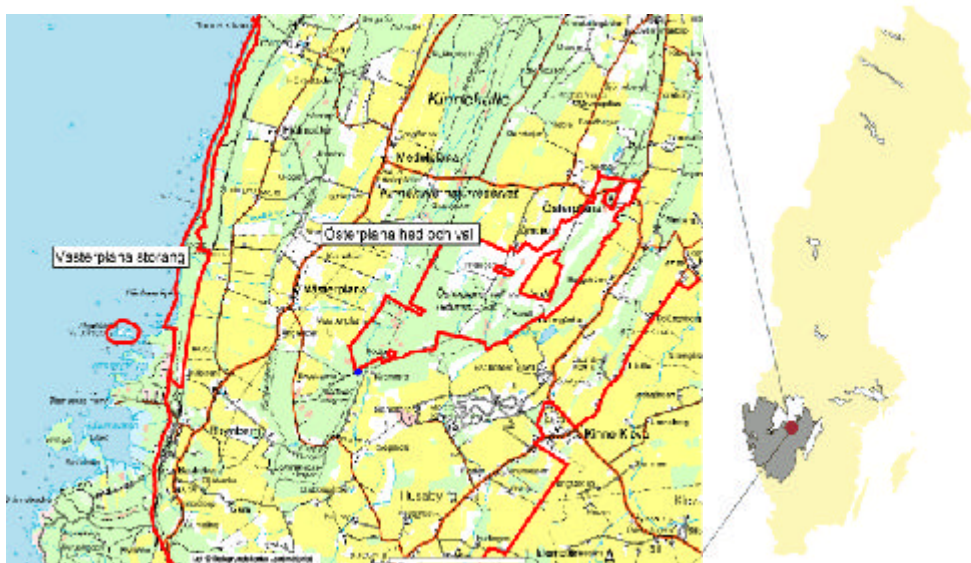
1. Introduktion

Kinnekulle är som ett av Skaraborgs plataberg ett mycket skyddsvärt naturområde. Unik natur som ädellövskogar, rikkärr och alvarmarker finns representerade (Bertilsson et al., 2002). Kinnekulle är ett naturvårdsområde samt ingår i Natura 2000-nätverket inom Europeiska Unionen (EU) (Länsstyrelsen, Västra Götaland, 2006a). Fram till juni 2006 pågår en förstudie för att bedöma möjligheten för Vänerskärgården med Kinnekulle att bli biosfärområde (Götene kommun, hämtat 060213). Det är UNESCO, FN's organ för utbildning, vetenskap och kultur, som, inom programmet "Man and Biosphere", utser biosfärområden (Primack, 2002). Dessa skall ha särskilt skyddsvärda natur-och/eller kulturvärden (Götene kommun, hämtat 060419). Syftet är att bevara kulturell och biologisk mångfald, att främja den ekonomiska utvecklingen i området och att stödja projekt som relaterar till bevarande och ekologiskt hållbar utveckling lokalt (Primack, 2002, sid 490).

Geologin och historiken hos markerna förklarar närvaron av de botaniska arter som finns representerade på berget. Geologiskt är Kinnekulle uppbyggt av bergarter som under tidsåldern kambriosilur sedimenterade ovanpå urberget i flera lager: sandsten, alunskiffer, kalksten, lerskiffer och, på toppen, den basiskt vulkaniska bergarten olivindiabas. Denna hätta av diabas, Högekullen, skyddar mot erosion (Bertilsson et al., 2002; Lindström et al., 2000). Sedimenteringen och den följande erosionen har gett Kinnekulle en karaktäristisk form där terrasser, kallade klevlar, sprider sig som ringar ned från Högekullen. Jordarten på berget består huvudsakligen av mager moränjord, men hällen går också ofta i dagen (Bertilsson et al., 2002). Den magra moränjorden ger näringsfattiga växtförhållanden som gynnar långsamväxande, låga arter (Pehrson, 1994). Skiffer- och kalkrika hällar som går i dagen ger däremot näringsrika växtförhållanden som ger möjlighet till en artrik flora (Bertilsson et al., 2002).

Historiskt har markerna på Kinnekulle en mycket lång beteshävd. Man förstår av Linnés beskrivningar att berget på 1700-talet framförallt bestod av lövängar. Även om stora delar av markerna också odlats upp eller planterats med barrskog efter laga skifte i mitten av 1800-talet hölls betesmarkhävderna också igång på flera områden vilket gett en långvarig kontinuitet för floran (Bertilsson et al., 2002). Detta har gjort att ingen art kunnat ta överhand över andra, utan lämnat möjligheten för många arter att samsas på en liten yta (Pehrson, 1994).

Alvar är en unik landskapstyp av hedkaraktär belägen på kalkhällmarker. Denna landskapstyp finns endast på Öland och Kinnekulle i Sverige. En unik art för dessa områden är kalknarven som endast växer på dessa lokaler (Mossberg & Stenberg, 2005; Bertilsson et al., 2002). Alvarmarkerna på Kinnekulle återfinns på dess östra sida i form av kalkhällmarker som går i dagen på grund av bergets terrassartade form. Delar av dessa, som bland annat inte är lämpade för plantering, har fått överleva som naturbetesmarker med lång hävd. Österplana hed återfinns söder om Österplana kyrka och är, sammanhängande med Österplana vall, naturreservat (figur 1). Det hävdas via röjning och bete. I naturreservatet återfinns också ett rikkärr, där bland annat flera orkidéarter trivs (Bertilsson et al., 2002).



Figur 1. Karta över naturreservatet Österplana hed och vall. (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2006c)

Mindre partier av kalkhällmark som går i dagen finns också, bland annat vid Martorp (Bertilsson et al., 2002). Martorp är ett av de områden som är planerade att restaureras för att bevara naturbetesmarker och bli naturreservat. Hit hör också områdena Österplana norra, Törnsäter och Bestorp (bilaga 1) (Beckman, 2004; Länsstyrelsen i Västra Götaland, 2006b).

En fördel med att utöka reservatsstorlekar är att större områden kan hålla större populationer och fler arter. Små reservat gör att fler populationer ligger närmre sin "minimum viable population" (MVP), "minsta livskraftiga population", det vill säga den populationsstorlek som minst behövs för att arten skall ha rimlig chans att överleva inom en överskådlig framtid. Begreppet "minimum dynamic area" (MDA), "minsta habitatyta", är också av vikt. Olika arter kräver olika storlek på sina habitat för överlevnad. Vissa arter kräver också mer buffertzoon runt den ostörda kärnzonen av habitatet för att trivas och överleva (Primack, 2002).

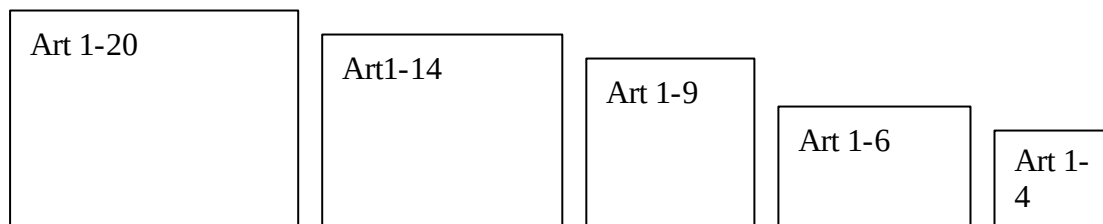
Som en modell bland många för att undersöka ekologiska system finns nestednessmodellen (Atmar & Patterson, 1993). Denna kan både matematiskt och grafiskt beskriva hur artinnehållet inom närliggande områden relaterar till varandra, men också ge fingervisningar om hur fortsatta insatser bör ske. Syftet med den här studien är att studera alvarmarker på Kinnekulle och på så sätt också få kunskap om modellen för nestedness. Inventeringar från det befintliga naturreservatet Österplana hed (med tre delområden) samt fyra områden som planeras bli naturreservat i nära anslutning till Österplana hed studeras. Frågor att besvara är:

- Kan ett mönster av nestedness skönjas?
- Finns arter som tydligt visar möjlighet att svara positivt på insatser i något/några reservat, det vill säga finns väl representerade i områden omkring?
- Kan modellen om nestedness nyttjas i detta fall för uppföljning av de utökade naturreservatsområdena?

2. Metod

2.1 Nestedness

Fragmentering av habitat orsakar ett hot mot den biologiska mångfalden (Aics Research, 1993). Vanligtvis fördelar sig arterna i fragmenterade landskap som "nested subsets". Detta mönster innebär att artförekomsten i de mindre habitaterna är subsets (undergrupper) vars arter alla förekommer i de större habitatområdena, som alltid innehåller fler arter (figur 2).



Figur 2. Olika storlek på habitaterna (fyrkanterna) ger olika antal arter möjlighet att överleva. Vid perfekt nestedness finns alla arter från mindre habitat representerade i de större.

Mekanismen bakom detta mönster är olika arters varierande behov av storlek på och resurser i ett habitat. När den känsligaste arten, det vill säga den art som ligger närmast MVP, dör ut i ett habitat tar en annan art vid som den mest hotade. Om det mönstret upprepas kommer "nestedness" att uppstå (Aics Research, 1993; Atmar & Patterson, 1993). Sammansättningen av arter i varje delområde sker alltså inte slumpvis, utan följer ovanstående mönster. Habitat som isolerats, inte fragmenterats, visar andra nestednessmönster (oftast mindre tydliga) då deras artsammansättning snarare verkar bero på koloniseringsförmåga hos arterna, inte vem som är känsligast för utdöende (Patterson & Atmar, 2000).

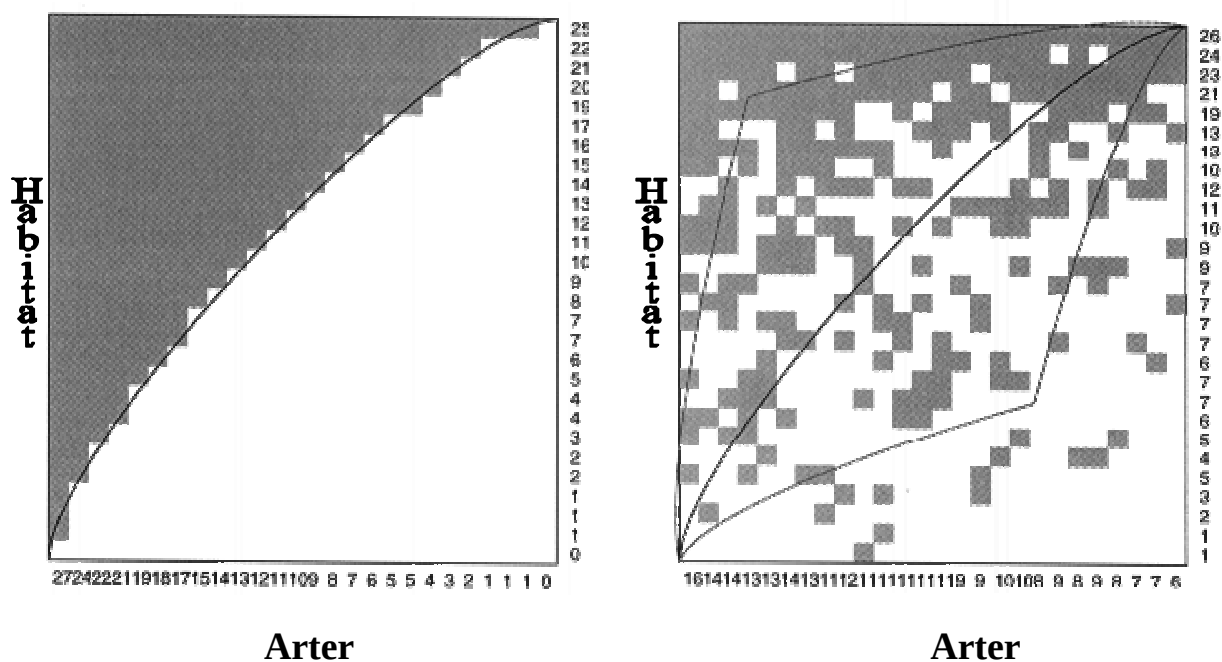
Om arterna skulle ha lika känslighet för MVP och MDA skulle alltså sammansättningen inte bli nested subsets utan helt slumpmässig för de olika habitaterna. Detta beror på att det skulle vara stokastiska faktorer som bestämde vilken art som skulle dö ut om ett större område fragmenterades till mindre. Lika väl som att ett av habitaterna innehöll arterna 1-9 skulle det kunna innehålla arterna 10-18, eller arterna 5-8, 10, 13 och 15-17 eller vilken annan kombination som helst. Endast storleken på habitatet skulle bestämma antalet arter som fanns representerade.

En annan orsak till nestedness kan vara att en art som finns i mer överflöd än andra har relativt större sannolikhet att kolonisera andra habitatområden. Faktorer som hänger ihop med öbiogeografen, det vill säga att avstånd mellan habitatområden och, som sagts ovan, storleken på dessa spelar roll för artantalet, kan också vara orsak till nestedness. Arter med god spridningsförmåga återfinns i fler områden och storleken på områdena kan ha betydelse eftersom olika arter har olika behov av habitatstorlek för att etablera sig. Vilka arter som samspelar sinsemellan inom systemet spelar också stor roll för hur nestednessmönstret ter sig. (Wright et al., 1998). Exempelvis har olika arter olika spridningsmönster och förmåga att etablera sig, vilket ger olika förutsättningar för både konkurrerande och andra samspelsmönster.

2.1.1 Nestedness Temperature Calculator Program

För att undersöka hur artförekomsten i respektive habitatområde förhåller sig till varandra har Bruce Patterson och Wirt Atmar utvecklat modellen som analyserar nestedness. Det Windowsbaserade datorprogrammet "Nestedness Temperature Calculator Program" (Nestcalc) mäter ordningen av nestedness i så kallade närvarande – frånvarandematriser. Programmet kan fritt laddas hem (*Nestedness Temperature Calculator Program*, 1993) och är ett lättarbetat instrument för modellen om nestedness.

Med koppling till egenskaper hos värme och entropi beskrivs systemet. Ett perfekt ordnat system kan kallas för kallt, 0°-gradigt, jämförbart med fruset vatten (figur 3) (*Nestedness Temperature Calculator Program*, 1993; Atmar & Patterson, 1993). Där total ordning råder sägs systemet vara maximalt varmt, 100°-gradigt, jämförbart med vattenånga. Detta varma system innebär minskad överlevnad över tid för alla populationerna (*Nestedness Temperature Calculator Program*, 1993; Atmar & Patterson, 1993). Ett system med perfekt nestedness känns igen då gränslinjen, den linje som separerar ockuperat och oockuperat område i matrisen, helt följer diagonalen från nedre, vänstra hörnet till övre, högra hörnet i matrisen (Patterson & Atmar, 2000).



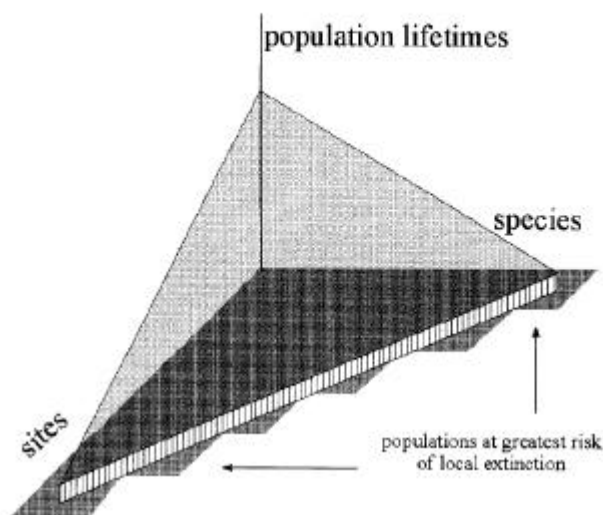
Figur 3. Dessa exempelmatriser innehåller båda 28 områden och 26 arter. Den vänstra matrisen visar hur nästan perfekt nestedness ter sig. Temperaturen i detta system är 0,03°. Fyllnaden är 37,7 %, men antalet unexpected-rutor är i princip noll. Fyllnaden i den högra matrisen är också 37,7 %. Däremot är antalet unexpected-rutor mycket hög, det vill säga fyllda rutor nedan och till höger om gränslinjen eller tomma rutor ovan och till vänster om linjen. Siffrorna efter y-axeln beskriver hur många arter som finns i respektive habitat, siffrorna längs x-axeln hur många habitat som arten finns i (Atmar & Patterson, 1993).

De olika habitatöarna från ett fragmenterat landskap ordnas i en matris i Nestcalc. I matrisens kolumner markeras förekomst eller ej av varje aktuell art (0=frånvarande, 1=närvarande). På raderna följs de olika habitatöarna (figur 3). Om exempelvis art 15 förekommer i habitat 3

markeras rutan i kolumn 15 och rad 3. För att beskriva hur många av matrisens rutor som är markerade används begreppet fyllnad. Är exempelvis 50 rutor av en matris' 100 markerade sägs fyllnaden vara 50%. Fyllda rutor nedanför och till höger om gränslinjen i matrisen, liksom tomma rutor över och till vänster om gränslinjen kallas unexpected-rutor. Detta begrepp grundar sig på att detta är rutor som man inte kan förvänta sig vid perfekt nestedness. Matrisen packas i programmet så att man kommer mot en så optimal nestedness som den aktuella datan kan ge. Detta innebär att arter respektive habitat hamnar på olika ställen i en matris utifrån kopplingen hur många arter som finns per habitat (följs via y-axeln) respektive hur många habitat som har förekomst av en viss art (x-axeln) (Atmar & Patterson, 1993). Ursprungligen har modellen arbetats fram för fauna, men kan också användas vid inventeringar av flora. Genom ett continuum ses extremerna perfekt nestedness till total slumpmässighet i modellen (Aics Research, 1993).

2.1.2 Att mäta ordning och oordning

I programmet måste datan först packas maximalt, det vill säga i matrisen skall antalet frånvarande/närvarande rutor som avviker från perfekt nestedness vara så få som möjligt. Packningen sköts automatiskt av datorprogrammet efter kommando om detta. Avvikande rutor kallas oväntade (unexpected). Dessa uppkommer alltid i par eftersom gränslinjen markerar perfekt nestedness, där kvoten är noll (figur 3). Genom packningen visas inte bara vilka arter som finns i vilka habitat utan också vilken den hypotetiska utdöendeordningen är och habitatens förutsättningar att härbärgera ett stort antal arter. Det atrikaste (som antas vara artvänligast) habitatet återfinns på översta raden i matrisen och den mest förekommande arten längst till vänster. Ju längre åt höger en lokal population återfinns, desto större är risken för utdöende, $P(e)$ (där P står för probability, sannolikhet, och e för extinction, utdöende). Ju längre ned den dessutom finns desto större är risken för utdöende, $P(e)$ (figur 5) (Atmar & Patterson, 1993).

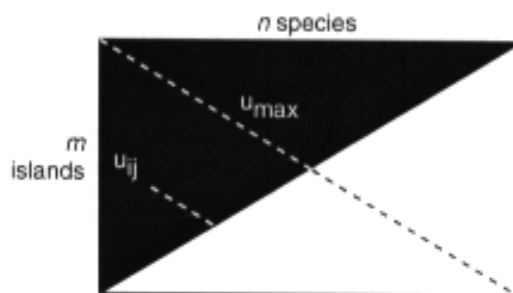


Figur 4. Hypotetiskt samband mellan populationernas överlevnad beroende på deras position i matrisen. Den mest vittspridda arten i de mest resursinnehållande habitaterna har störst chans till lång överlevnad. Längs gränslinjen (framkant) återfinns de populationer som löper störst risk att dö ut (Patterson & Atmar, 2000).

Linjen som separerar ockuperat och oockuperat område i matrisen kan kallas gräns för förekomst respektive utdöende. Ju närmre denna linje en lokal population ligger desto närmre är populationen sin MVP och desto större är risken för utdöende. På detta sätt kan lokal unexpectedness, u_{ij} , beräknas för varje ruta i matrisen. Detta görs genom att lägga linjer, parallella med diagonalen som löper från övre, vänstra hörnet till nedre, högra hörnet i matrisen, kallad $U_{\max}$. Formeln är

$$u_{ij} = (d_{ij} / D_{ij})^2$$

där d_{ij} är längden från aktuell cell till gränslinjen och D_{ij} är längden på hela linjen genom matrisen som löper genom art j inom område i (figur 5) (Atmar & Patterson, 1993; Patterson & Atmar, 2000).



Figur 5. $U_{\max}$ är den linje i matrisen som löper från övre, vänstra hörnet till det nedre, högra. Parallellt till denna linje läggs de specifika linjer man vill undersöka, u_{ij} ger lokal unexpectedness för respektive art och område, det vill säga för varje ruta i matrisen (Atmar & Patterson, 1993).

Temperaturen, T , i systemet beräknas med hjälp av vad som kallas total unexpectedness, U . Vid perfekt nestedness är $U=0$. U beräknas med formeln

$$U = \frac{1}{mn} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m u_{ij}$$

där m står för antalet områden och n antalet arter. Formeln för temperatur är

$$T = kU$$

Där $k = 100 / U_{\max}$ (Atmar & Patterson, 1993).

2.1.3 Idiosynkratiska arter och områden

Idiosynkratiska arter är de arter som avviker mest i nestednessmatrisen genom att de formar sig som "stråk" genom denna, med tomma respektive fyllda rutor där de ej förväntas enligt

modellen om nestedness. Dessa avvikande mönster kan inte förklaras av stokastiska faktorer (miljö, demografi, genetik eller katastrofer). Stokastiska orsaker till avvikande mönster formar sig mer otydligt genom att sudda ut skärpan hos gränslinjen (Atmar & Patterson, 1993). Orsaken bakom synkroniseringen av avvikande arter är istället biogeografisk. Synkroniseringen kan förklaras av företeelser såsom immigration av arter efter att isolering av ett habitat försvunnit eller då exempelvis generalister blir utkonkurrerade av specialister. Vissa särdrag i naturen kan också ge idiosynkratiska arter. Exempelvis kan en flod ge vissa delområden vissa särdrag biotopmässigt som ger möjlighet för, för systemet i övrigt, udda arter att etablera sig och överleva. I varma system, som inte uppvisar nested subsets utan istället formar sig mer via slump, erhålls fler utstickare än i kalla system, som ju rör sig mot perfekt nestedness. Att mäta idiosynkratiska temperaturer kan alltså avslöja en del av den biogeografiska historiken (Atmar & Patterson, 1993).

Formeln för att räkna ut idiosynkratiska arter är

$$I_{(j)} = k / m \sum u_{ij}$$

där $I_{(j)}$ står för idiosynkratisk temperatur hos arten. K är $100 / U_{\max}$ och m är antal områden samt u_{ij} definieras som ovan (Atmar & Patterson, 1993).

Den aktuella formeln för beräkning av idiosynkratiska områden är

$$I_{(i)} = k / n \sum u_{ij}$$

där $I_{(i)}$ står för idiosynkratisk temperatur i område i och n är antal arter (Atmar & Patterson, 1993).

2.2 Inventeringsdata och områden

Atmar & Patterson (1993) konstaterar att en nestednessmatris är en ögonblicksbild av nuet. För att i en nestednessmatris kunna jämföra inventeringar från planerade och befintliga reservat på Kinnekulles alvarmarker bör alltså inventeringarna tidsmässigt ligga så nära som möjligt. De yngre florainventeringar som finns över de välhävda naturreservaten av alvartyp på Kinnekulle är dock inte kompletta. Den senaste inventeringen som gjorts på Österplana hed är ängs- och betesmarkinventeringen från 2002-2004 (figur 6). Här har man genom att ströva i området inventerat den förekommande floran. En hektar har täckts på cirka en timme (Alfred Akersten, Lantbruksenheten Länsstyrelsen Västra Götaland, personlig kontakt, 3 februari, 2006).



Figur 6. Områden enligt ängs- och betesmarkinventeringen från 2002-2004. Österplana hed (98A-IYD) är 35,8 ha stort, Österplana mitt (8EE-KII) 71,2 ha och Norr om Österplana kyrka (22C-IGB) 1,2 ha. 8A6-AHG är inte del av reservatet i dagsläget och heller inte inventerat (Alfred Akersten, personlig kontakt, 3 februari, 2006).

De planerade reservaten är bättre inventerade, det vill säga med flera provrutor längs 1-2 linjer per tänkt område (Martorp, Österplana norra, Törnsäter och Bestorp) under 2004 (bilaga 1). Dessa områden har en klart sämre hävd, alltifrån ytor som tidigare varit planterad med barrskog till öppna, men dåligt hävdade ytor finns kvar (Beckman, 2004).

För att kunna jämföra så olika inventerat material har denna studie utgått från ängs- och betesmarksinventeringen 2002-2004, den enklast utförda inventeringen, kompletterat med information om heden från Länsstyrelsen (Länsstyrelsen, Västra Götaland, 2006c). Att använda data på detta sätt görs under antagandet att det välhävdade reservatet innehåller samtliga befintliga arter inom de planerade utökningarna av reservat.

2.3 Databearbetning

De förekommande flora- och gräsarterna i tre delområden på Österplana hed (enligt ängs- och betesinventeringen 2002-2004 områdena: 22C-IGB, 98A-IYD, 8EE-KII) har sammanställts i en lista (tabell 1). Därefter har arter från denna lista som också förekommit i fyra planerade reservat noterats som närvarande i respektive av dessa habitat, sammanlagt sju områden att jämföra i matrisen (tabell 2). Den mer omfattande artlistan från planerade reservat har därutöver lämnats därhän.

Tabell 1. Förekommande arter i ängs- och betesmarksinventeringen, i bokstavsordning (Alfred Akersten, personlig kontakt, 3 februari, 2006). Respektive art formar sin kolumn i matrisen. I tredje kolumnen i tabellen ses hur många habitat arten förekommer i.

1.	Axveronika	(<i>Veronica spicata</i>)	3
2.	Backnejlika	(<i>Dianthus deltoides</i>)	1
3.	Backsippa	(<i>Anemone vulgaris</i>)	1
4.	Backtimjan	(<i>Thymus serpyllum</i>)	4
5.	Bockrot	(<i>Pimpinella saxifraga</i>)	7
6.	Brudbröd	(<i>Filipendula vulgaris</i>)	6
7.	Brudsporre	(<i>Gymnadenia conopsea</i>)	1
8.	Darrgräs	(<i>Briza media</i>)	7
9.	Flugblomster	(<i>Ophrys insectifera</i>)	1
10.	Grusbräcka	(<i>Saxifraga tridactylites</i>)	3
11.	Guckusko	(<i>Cypripedium calceolus</i>)	1
12.	Gullviva	(<i>Primula veris</i>)	4
13.	Gulmåra	(<i>Galium verum</i>)	6
14.	Gökblomster	(<i>Lynchis flos cuculi</i>)	3
15.	Hirsstarr	(<i>Carex panicea</i>)	3
16.	Honungsblomster	(<i>Herminium monorchis</i>)	2
17.	Jungfrulin	(<i>Polygala vulgaris</i>)	3
18.	Kalknarv	(<i>Arenaria gothica</i>)	3
19.	Knägräs	(<i>Sieglingia decumbens</i>)	3
20.	Kärrknipprot	(<i>Epipactis palustris</i>)	1
21.	Prästkraige	(<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>)	3
22.	Rosettjungfrulin	(<i>Polygala amarella</i>)	4
23.	Rödkämpar	(<i>Plantago media</i>)	3
24.	Spåstistel	(<i>Carlina vulgaris</i>)	2
25.	Stor fetknopp	(<i>Sedum reflexum</i>)	3
26.	St pers nycklar	(<i>Orchis mascula</i>)	2
27.	Svinrot	(<i>Scorzonera humilis</i>)	1
28.	Tistelsnyltrot	(<i>Orobancha reticulata</i>)	1
29.	Vildlin	(<i>Linum cathicum</i>)	3
30.	Ängshavre	(<i>Helictotrichon pratense</i>)	2
31.	Ängsstarr	(<i>Carex hostiana</i>)	1
32.	Ängsvädd	(<i>Succisa pratensis</i>)	3
33.	Ögontröstarter	(<i>Euphrasia sp.</i>)	1

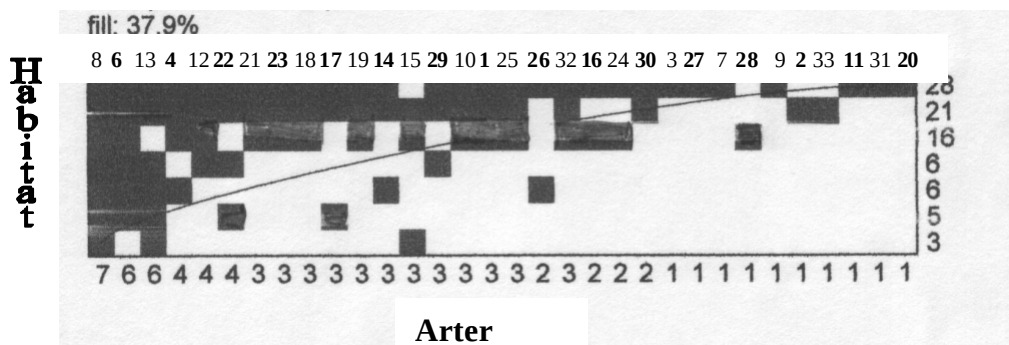
Tabell 2. Aktuella områden som studerats. Norr om Österplana kyrka, Österplana hed och Österplana mitt ingår i nuvarande reservat. Övriga områden är planerade reservatsområden (Alfred Akersten, personlig kontakt, 3 februari, 2006; Beckman, 2004). Varje områden formar en egen rad i matrisen.

Delområde	Hävdstatus	Antal arter i delområdet
N om Österplana kyrka 22C-IGB	Välhävdad	17
Österplana hed 98A-IYD	Välhävdad	29
Österplana mitt 8EE-KII	Välhävdad	22
Martorp	igenväxt / lite barrskogsplanterad	6
Österplana norra	igenväxt / barrskogplanterad	7
Törnsäter	låg hävd	7
Bestorp	låg hävd	4

En matris skapades i Word som txt-fil. Denna bearbetades i Nestcalcprogrammet. Efter packning kunde systemtemperatur beräknas. Även idiosynkratiska arter respektive områden har beräknats.

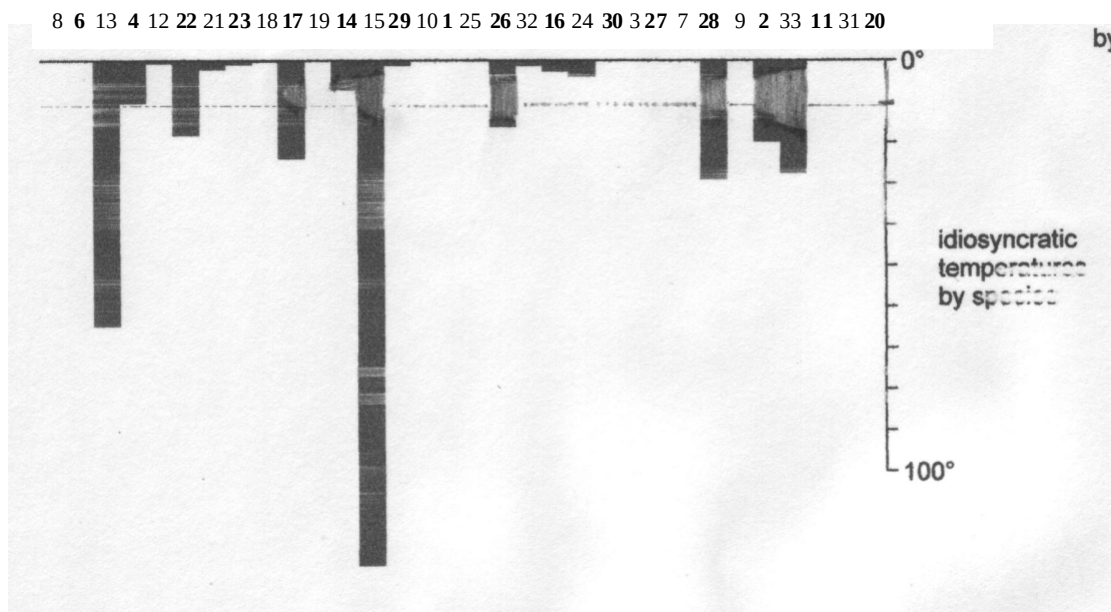
3. Resultat

Resultaten som erhöles via Nestcalc programmet var att matrisen hade en fyllnad till 37,9 % (figur 7). Temperaturen på systemet ligger på 11,6°. Några arter har tomma rutor väl över och till vänster om gränsen för överlevnad. Detta innebär goda möjligheter till uppfyllnad av dessa tomma rutor eftersom arten finns närvarande i omgivande områden. Det är i första hand de tre arter gulmåra (*Galium verum*), rosettjungfrulin (*Polygala amarella*) och backtimjan (*Thymus serpyllum*).

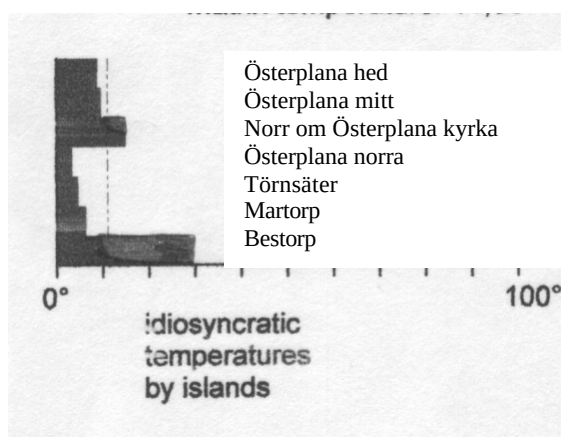


Figur 7. Matrisen för nestedness hos sju delområden på alvarmark på Kinnekulle. X-axeln anger förekomst av respektive art och y-axeln anger respektive delområdes artantal. Matrisen har en fyllnad på 37,9 %. Flest arter, 29 stycken, fanns i ett av reservatets nuvarande delområden, Österplana hed (98A-IYD). Österplana mitt (8EE-KII) följer därefter. I fallande ordning därpå finns områdena Norr om Österplana kyrka (22C-IGB), Österplana norra, Törnsäter, Martorp och Bestorp. Några arter ligger väl till för att sprida ut sig. Detta är gulmåra (kolumn 3, rad 3 räknat från origo), rosettjungfrulin (kolumn 6, rad 3) och backtimjan (kolumn 4, rad 4). Antal habitat som innehåller en viss art följs på x-axeln och antal arter per habitat på y-axeln. Ovanför matrisen ses artnumren enligt tabell 1.

Flera arter sticker ut som idiosynkratiska (figur 8). Mest utmärkande är hirsstarr, *carex panicea*, som visar högst temperatur men även gulmåra, *Galium verum*, ligger över 60°. Två områden har också en högre temperatur än systemet. Tydligast är Bestorp med en temperatur på nästan 30°. Norr om Österplana är endast något varmare än systemet med knappt 15° (figur 9).



Figur 8. Idiosynkratiska arter, det vill säga arter som visar varmare temperatur än systemet i helhet, ses här. Artnumren över figuren följer tabell 1, ordningen är densamma som i figur 8. Den streckade linjen är systemets temperatur, 11,6°. Hirsstarr, *Carex panicea*, visar högst temperatur men även gulmåra, *Galium verum*, ligger väl över 60°.



Figur 9. Staplarna i figuren representerar de olika delområdena. Två delområden håller en högre temperatur än systemets i helhet (11,6°): Norr om Österplana kyrka (ca 15°) och Bestorp (knappt 30°).

4. Diskussion

Att analysera data med nestednessmodellen kan bland annat ge svar på en del av ett större områdes historik. I detta fall, alvarmarkerna på Kinnekulle, finns delvis ”facit i hand” eftersom en hel del kunskap om områdets historik finns. Ett stort habitat av alvarmarker har under de senaste cirka 200 åren fragmenterats till mindre. I denna studie visar den erhållna matrisen över nestedness detta, där grupperingar av nested subsets framkommer.

Wright et al. (1998) menar att många ytmässigt små områden relativt till de stora i matrisen ger relativt tomma matriser. Detta eftersom mindre områden härbärgerar färre arter, vilket i matrisen ger effekten att fler områden har färre arter. Detta fenomen ses i den aktuella matrisen (figur 7), där samtliga inventerade växter finns med. En matris med låg fyllnad men med ett mönster av tydlig nestedness och låg systemtemperatur, borde indikera habitat som härbärgerar arter med relativt stora MDA och MVP, därav den låga fyllnaden. Det samtidigt tydliga mönstret av nestedness med låg systemtemperatur talar för ett relativt stabilt habitat där stor del av resurserna nyttjas. Man kan tänka sig att detta mönster ses i mycket specifika, ovanliga habitattyper, där arter evolverat fram att klara denna miljö. I bevarandesammanhang är detta klart intressant eftersom detta ofta är arter som ligger i riskzon för utdöende, lokalt eller i större sammanhang. Fyllnaden i denna studie, 37,9%, är inte en ovanligt låg fyllnad (Atmar & Patterson, 1993). En analys av området med en mer komplett inventering som rådata skulle kunna ge bättre besked om både systemets fyllnad och dess temperatur. I detta fall erhöles en systemtemperatur på 11,6°. Detta talar för ett mönster av nested subsets hos floran men med en viss ordning i subseten.

Områden som sticker ut idiosynkratiskt förklaras av att flera områden ligger under restaurering och att de olika delområdena därmed har mycket olika hävdstatus. Vålhävdade områden ger ju möjlighet för fler arter att finna livsrum än hos sämre hävdade områden. För en mer korrekt jämförelse borde alltså samtliga områden hålla samma hävdstatus. Dessutom utfördes inventeringen i området Bestorp på en fuktäng, tidigare ett öppet område nära ett torp, vilket alltså ger lite andra förutsättningar för artsammansättningen. De arter som är idiosynkratiska kan vara det av olika orsak. Flera av de idag dåligt hävdade områdena har ändå en historik av hävd och här kan alltså rester av den ursprungliga floran sticka ut som idiosynkratiska. En annan orsak till idiosynkratiska arter och områden är troligen att det finns biogeografiska skillnader mellan områdena. Nämnas bör tillgången till rikkärr i område Österplana hed, vilket gynnar flera orkidéarter, och det något annorlunda biotopområdet som Bestorp utgör i och med fuktängen. Österplana hed, som bara är näst största område, återfinns högst i matrisen (med flest arter), troligen beroende på tillgången till rikkärrsbiotopen inom området.

Den mest uppenbara arten som sticker ut, idiosynkratisk, i denna studie är gulmåra, *Galium verum*. Orsaken till detta kan grunda sig i de enklare inventeringsformerna. Gulmåra är ju en vanlig växt på torra marker, alltifrån hedar till vägrenar (Mossberg & Stenberg, 2005). Vid en enklare inventering kanske man inte brytt sig om att notera en vanligt förekommande art. Detta kan även gälla ytterligare en idiosynkratisk art i studien, hirsstarr, *Carex panicea*, som är vanlig över i stort sett hela Sverige på fuktiga marker (Mossberg & Stenberg, 2005).

Under antagandet att samtliga inventerade områden har lokala populationer med likvärdig livskraft kan slutsatser dras om risk för utdöende. Detta är arter med flera unexpectedrutor

ovanför gränslinjen och som dessutom befinner sig långt till höger i matrisen. Lokala populationer, inom de undersökta områdena, som ligger mest i riskzon för utdöende är backnejlika (*Dianthes deltoides*) som endast inventerats inom området Österplana mitt. Backnejlikan är dock en vanligt förekommande art i Sverige (Mossberg & Stenberg, 2005) vilket innebär att bevarandevärdet jämfört med andra, mer sällsynta arter inom området är lägre. En sådan sällsynt art som också visat stor utdöenderisk i studien är tistelsnyltrot (*Orobanche reticulata*) som endast återfanns i området Norr om Österplana kyrka.

I matrisen kan man också utläsa vilka arter som ligger väl till för att kolonisera nya områden, det vill säga arter som företrädesvis återfinns långt till höger i matrisen och med endast enstaka luckor av fyllnaden, unexpectedrutor, ovanför och till vänster om gränslinjen. Gulmåra (*Galium verum*), backtimjan (*Thymus serpyllum*) och rosettjungfrulin (*Polygala amarella*) är sådana arter. Darrgräs (*Briza media*), gullviva (*Primula veris*), axveronika (*Veronica spicata*) och stor fetknopp (*Sedum reflexum*) är arter som ligger stabilt vid gränslinjen utan uppvisande av unexpectedrutor. Dessa bidrar alltså till en lägre systemtemperatur.

Situationen att en mängd inventerad data från planerade reservat inte använts i denna studie utgör en risk för resultatets riktighet. Risken med selektionen som skett inom inventerad data är att graden av nestedness visar sig högre än den egentligen är. De planerade reservaten kan faktiskt innehålla hävdgynnade eller hotade arter som i dagsläget inte finns i det befintliga reservatet Österplana hed. Exempelvis ses *Trollius europaeus*, smörboll, i inventeringen från Bestorp. Cam et al. (2000) menar till och med att arter som lätt missas vid inventeringar kan vara de arter som minst troligt delas av två områden. Dock är antagandet om att de välhävdade, större markerna innehåller samtliga arter från de planerade områdena inte orimligt, ett antagande som dessutom är en del av teorin bakom nestedness. Med tillgängligt material bör man ändå utgå från den datamängd som är enklast inventerad eller värderad då den utgör mindre risk för felkälla än att utgå från de mer noggrant inventerade markerna.

En annan aspekt kring inventering av data är kunskapen hos inventaren och hur noggrann denne är. I denna studie har data använts som inventerats av två olika personer som inte synkroniserat sina kunskaper. Dessa har använt två skilda inventeringsmetoder, strövtåg i området (ängs- och betesmarksinventeringen 2002-2004) respektive provytor (Beckman, 2004) längs linjer. Även detta är en faktor som kan vara (är!) en felkälla. Inventernas kunskaper är av stor vikt för att fastställa arter, inte minst då flera snarlika arter finns i området. I Nils Albertsons avhandling från 1946 (Albertson, 1946) har författaren förutom sina egna kunskaper nyttjat ett flertal olika artexperter, respektive expert specialist på sin artfamilj, för att få optimal artbestämning. Hans inventering löpte över flera år och gällde hela Österplana hed. Lavar, mossor och kärlväxter studerades. Inte mindre än 311 kärlväxter blev funna i denna inventering. En longitudinell studie där en liknande inventering utfördes idag, 60 år senare, skulle ge goda besked om utvecklingen av floran på Österplana hed!

Vilket värde spelar nestedness för att ge underlag för hur man planerar insatser för bevarande? Skillnaden mellan flora och vegetation är en viktig distinktion i denna fråga. Med flora avses de arter som finns närvarande. Vegetation är sammansättningen av växtsamhället, alltså inte enbart vilka arter som finns närvarande utan i vilken mängd de förekommer och hur de samspelar med djursamhället (Ekstam & Forshed, 1996, sid 66). Nestednessmatriser beskriver enligt dessa definitioner floran, men inte vegetationen. I bevarandebiologiska hänsyn är mängdförekomst en viktig faktor som nestedness alltså inte mäter. För att få med denna

information krävs från början andra data än vad denna studie nyttjat, där artens förekomst i mängd specificeras, exempelvis med individräkning eller täckningsgrad.

Styrkan i nestednessmodellen ligger i andra aspekter. Man kan diskutera om bedömning med nestedness som enda metod för att bedöma bevarandeinsatser räcker, vilket är tveksamt. Som komplement till andra metoder kan modellen ändå ge mer styrka åt de resultat man erhåller. Inte minst kan nestedness ge bra besked om vilken effekt skötseln av marken ger vad gäller att behålla biologisk mångfald. Perfekt nestedness, med en närmast 0°-gradig matris, kan tolkas som att befintliga habitatområden nyttjas optimalt vad gäller storlek och resurser, det vill säga maximalt antal arter finns närvarande. Omvänt kan en oordnad matris, med högt gradtal, berätta att områdena inte försörjer det antal arter som egentligen skulle kunna finnas. Eftersom hävdgynnade arter trivs i habitat med en viss mängd störningar såsom bete, ges utrymme för många arter att samsas i dessa habitat då ingen ges möjlighet att ta överhand. Vid upprepade uppföljningar av exempelvis naturreservat kan alltså nestednessmodellen ge tydliga besked om skötselinsatserna är sådana att de faktiskt förstärker artantalet. Atmar & Patterson (1993) konstaterar att upprepade inventeringar och nestednessberäkningar ger en tydlig bild av hur systemets temperatur och därmed utvecklingsriktning är. I detta fall har dessutom sammanhängande delområden inom det befintliga naturreservatet värderats sinsemellan. Detta kan vara ytterligare ett användningsområde för modellen. Att följa temperaturkurvan av idiosynkratiska arter respektive områden ger möjlighet att följa varje enskild art eller område i förhållande till helhetens utveckling.

Ett annat nyttoområde för nestednessmodellen är i samband med nybildning av reservat. Närhet till fortfarande hävdade marker ökar möjlighet till spridning av arter till områden som är planerade för restaurering. Men andra ingångsförutsättningar, som hävdavbrottets längd och grad av igenväxning, spelar stor roll för sköselframgång och kostnader (Johansson & Hedin, 1995). I nestednessmodellen visar luckorna i matrisen, företrädesvis mot övre vänstra hörnet, vilka arter som kan ha störst möjlighet att nyetablera sig i restaurerade områden. Ju högre gradtal desto öppnare är matrisen och desto svårare kan en stabilisering mot perfekt nestedness vara. Dessa olika mönster kan ge en del av underlaget för att ta beslut om reservatsbildning eller ej. Cam et al. (2000) påpekar också vikten av uppföljning av luckor i matrisen även av den anledningen att få bort eventuella felkällor som uppstått i samband med en inkorrekt inventering.

Kan då nestednessberäkningar ge besked om SLOSS- frågan (single large or several small) vad gäller reservatsbildning? Vid kalla system kan man lätt säga att det enda, större reservatet är att föredra (Atmar & Patterson, 1993). Detta eftersom flera små reservat, som inte kan härbärgera lika många arter som stora områden, mycket snabbare riskerar att tappa arter mot en enda, mer vanlig uppsättning av arter. Atmar & Patterson (1993) kallar detta avslappning av systemet. Men i ett varmt system är närvaron av arter mindre säker. De dör snabbare undan men ger då också snabbare möjlighet till rekolonisation menar Atmar & Patterson (1993).

I samband med skötsel av naturreservat, befintliga eller tänkta, finns också kostnader. Som en del av beslutsunderlaget kan nestednessmodellen också ge stöd för ekonomiska beslut. Nyckel till lång överlevnad för en art är upprätthållande av en minsta behövliga habitattyta, MDA. Statistiskt betecknas detta av de arter som återfinns vid $-2s$ (standardavvikelser) gränsen i matrisen. MVP kan vara svår att beräkna medan arean är lättare. Här har man nytta av formeln för öbiogeografi, $S=cAz$, där S är antal arter, A är area, c är en konstant och z är en exponent för avstånd. Har man alltså en areaberäkning, avstånd från en tänkbar artpool och

tillgång till konstanten c kan potentiellt artantal beräknas (Atmar & Patterson, 1993). Detta kan i sin tur användas för att ge ett underlag till kostnadskalkyler.

Sammanfattningsvis kan konstateras att nestedness finns närvarande i de områden som inkluderats i denna studie. Med tanke på områdenas olika hävdhistoria och kvalitén på inventeringarna som ligger till grund kan alltför långtgående slutsatser dock inte dras om hur de olika nested subsets relaterar till varandra. Med stor sannolikhet grundar de sig dock på en gemensam historik fram till för cirka 150 år sedan, i samband med införandet av laga skifte.

Kalkhällmark är ju en mycket specifik marktyp som också ger en specifik florasammansättning. Då temperaturen i systemet inte är alltför hög, $11,6^{\circ}$, borde systemet kunna stabilisera sig i samband med restaurering och skötsel. Det påbörjade arbetet med att restaurera markerna runt nuvarande reservat, och därmed minska fragmenteringen, borde dels kunna förstärka populationsstorleken hos vissa arter i områden de redan finns i och dels ge möjlighet till spridning av arter över områdesgränserna, då etablerings – och överlevnadsmöjligheterna förstärks i samband med återupptagen hävd.

Referenser

- Albertson, N. (1946) *Österplana hed ett alvarområde på Kinnekulle*. Uppsala: Almqvist & Wiksells boktryckeri AB.
- Aics Research, Inc. (1993) *Nestedness Temperature Calculator Program* Tillgängligt på Internet: <http://www.aics-research.com/nestedness/tempcalc.html> [Hämtad 06.01.18.].
- Atmar, W. & Patterson, B.D. (1993) The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat. *Oecologia* **96**: 373-382.
- Beckman, M. (2004) *Vegetationsinventeringar på Kinnekulle sommaren 2004, bilaga 6*. Life-projektet Kinnekulle. Mariestad: Länsstyrelsen Västra Götaland.
- Bertilsson, A., Aronsson, L-E., Bohlin, A., Börjeson, G., Geijer, M., Ivarsson, R., Janson, O. & Sahlin, E. (2002) *Västergötlands flora*. BTJ Tryck AB, Lund.
- Cam, E., Nichols, J.D., Hines, J.E. & Sauer, J.R. (2000) Inferences about nested subsets structure when not all species are detected. *Oikos* **91**: 428-434.
- Ekstam, U. & Forshed, N. (1996) *Äldre fodermarker*. Naturvårdsverkets Förlag, Värnamo.
- Götene kommun. *Förstudie om biosfärområde*. Tillgängligt på Internet: http://www.vanerkulle.se/archive/dokument/Projektbesk_hemsida.doc [hämtat 06.02.13.].
- Johansson, O. & Hedin, P. (1995) *Restaurering av ängs-och hagmarker* Tryckindustri, Solna.
- Lindström, M, Lundqvist, J & Lundqvist, T. (2000) *Sveriges geologi från urtid till nutid*, (2:a upplagan). Studentlitteratur, Lund.
- Länsstyrelsen, Västra Götaland (2006a) *Kinnekulle naturvårdsområde*. Tillgängligt på Internet: <http://www.vastkuststiftelsen.se/VisaNaturres3.asp?id=592> [hämtat 06.02.06.].
- Länsstyrelsen Västra Götaland (2006b) *Projekt Kinnekulle*. Tillgängligt på Internet: <http://www5.o.lst.se/projekt/kinnekulle/> [hämtat 06.02.13.].
- Länsstyrelsen, Västra Götaland (2006c) *Österplana hed och vall* Tillgängligt på Internet: <http://www.vastkuststiftelsen.org/VisaNaturres3.asp?id=360> [hämtat 06.02.03.].
- Mossberg, B & Stenberg, L. (2005) *Den nya nordiska floran*, (2:a upplagan). PDC Tangen, Norge.
- Nestedness Temperature Calculator Program* (1993) [Datorprogram] Aics Research, Inc. Tillgängligt på Internet: <http://www.aics-research.com/nestedness/tempcalc.html> [Hämtad 06.01.18.].
- Patterson, B.D. & Atmar, W. (2000) *Analyzing species composition in fragments*. Bonn. Zool. Monogr. 46.
- Pehrson, I. (1994) *Naturbetesmarker*. Biologisk mångfald och variation i odlingslandskapet. Jönköping: Jordbruksverket.
- Primack, R.B. (2002) *Essentials of conservation biology*, (3:e upplagan). Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA.
- Wright; D.H., Patterson, B.D., Mikkelsen, G.M., Cutler, A. & Atmar, W. (1997) A comparative analysis of nested subset patterns of species composition. *Oecologia* **113**: 1-20.

Bilaga 1.

Inventerade områden, tänkta för utökade naturreservat: Martorp, Bestorp, Österplana norra och Törnsäter. Inventering har skett i rutor längs linjer vid de röda punkterna (Beckman, 2004). Österplana kyrka återfinns vid pilen.

