



Ängs- och betesmarkinventeringen TUVA – en multivariat analys av miljöfaktorer och växtsamhällen

Sonja Stendera & Ulf Grandin

Institutionen för miljöanalys
SLU
Box 7050, 750 07 Uppsala

Ängs- och betesmarkinventeringen TUV A – en multivariat analys av miljöfaktorer och växtsamhällen

Sammanfattning

I denna rapport presenteras en första djupgående explorativ analys av de data som samlats in i Ängs- och betesmarksinventeringen, sammanfattade i databasen kallad TUVÅ. Databasen består av mer än 48 000 objekt som har inventerats på olika miljövariabler och växtarter. Utöver den explorativa analysen testades dessutom om objekt som erhållit och inte erhållit ekonomiskt stöd för bevarande av natur- och kulturvärden skiljer sig. Vi har även undersökt om det föreligger skillnader mellan olika stora objekt och om det finns geografiska skillnader. Som en första åtgärd reducerades storleken på datasetet genom att manuellt plocka bort redundanta variabler. Därefter undersökte vi om det fanns några samband och gradienter hos både miljöfaktorer och växtsamhällen genom främst multivariata ordinationstekniker som principalkomponent- och korrespondensanalys.

Resultaten visade skillnader både i uppsättning av miljöfaktorer som lokalbeskrivningar, habitatkaraktärer etc. och i sammansättning av växtsamhällen, mellan objekt av olika storleksordningar och objekt som erhållit eller inte erhållit ekonomiskt stöd. Dessutom fanns det geografiska skillnader i både objektskaraktärer och växtsamhällen.

Analysen av vilka miljöfaktorer som är viktiga för fördelningen av växtarter mellan olika TUVÅ-objekt (med datasetet uppdelat i 32 undergrupper) visade att av totalt 106 testade variabler var det 44 som hade en signifikant inverkan på artsammansättningen. Den viktigaste variabeln var förekomst av marin strand, följt av olika vegetationstyper och kulturrelaterade variabler som närvaro eller frånvaro av murar, byggnader, hässjor och odlingsrösen. De sista två variablerna indikerar en lång hävdtradition på vissa marker vilket förmodligen gynnat det urval av arter som ingått i inventeringen. Å andra sidan var många variabler som är viktiga ur bl.a. ett kulturhistoriskt perspektiv av underordnad betydelse för sammansättningen av de växtarter som ingått i ängs- och betesmarksinventeringens artlista. Dessa variabler omfattar t.ex. befolkningstäthet och olika mått på kulturpåverkan i form av kulturväxter, dammar eller fuktdrag samt tio olika Natura 2000-områden. Något förvånande hade inte heller habitatbeskrivningarna äng eller bete inte någon signifikant inverkan på variationen inom växtsamhällena. Troligen återspeglar sig resultatet av dessa två olika skötselåtgärder i andra växtarter än de som ingått i ängs- och betesmarksinventeringen.

Uppdraget

Uppdraget har gått ut på att göra en första djupgående explorativ analys av de data som samlats in i Ängs- och betesmarksinventeringen, sammanfattade i databasen kallad TUVA. Databasen innehåller en stor mängd data och objekten som ingår varierar på flera olika sätt. För att få ett mer hanterbart dataset och tolkningsbara resultat har vi haft i uppdrag att undersöka hur datasetet kan reduceras i storlek utan att förlora i skärpa eller ackuratess. Vi har också haft i uppdrag att genom multivariata analystekniker förutsättningslöst söka efter samband och gradienter i datamaterialet. Uppdraget ingår i en mer omfattande studie vars slutgiltiga mål är att på olika sätt undersöka hur ängs- och betesmarker med olika typ av ekonomisk ersättning förändrat sig över tiden samt att se på vilket sätt marker med olika ersättning skiljer sig sinsemellan. I detta uppdrag finns dock ingen tidsmässig aspekt då det fortfarande saknas relevanta data för en sådan uppföljning. Utöver den explorativa analysen av den mycket omfattande TUVA-databasen har det dock ingått i uppdraget att undersöka om det går att se någon skillnad mellan objekt som erhållit och inte erhållit ekonomiskt stöd för bevarande av natur- och kulturvärden.

Dataunderlag och generell metodik

Dataunderlaget som har använts för analyser utgörs av TUVA-databasen som består av 48 527 betes- och ängsmarksobjekt, fördelad över hela Sverige, och omfattade totalt 213 miljö- och artvariabler. De 213 variablerna beskriver lokalitet, arealstorlek, befolkningsfördelning inom 2 olika radier, olika landskapselement, vegetationstyper (markvegetation, buskar, träd, kulturväxter), andel av Natura 2000-områden, markförhållanden, 69 kärlväxter, 3 svamparter och 6 olika trädtyper.

För att hitta mönster och samband i TUVA-databasen har vi använt olika varianter av den multivariata analysteknik som kallas ordination. Ordination är ett samlingsnamn för ett flertal besläktade statistiska tester och används bl.a. för att:

- minska komplexiteten i data,
- reducera antalet dimensioner,
- hitta och illustrera likheter och olikheter mellan objekt.

Med dimension menas i detta fall alla mätbara och omätbara faktorer som påverkar de objekt man studerar. Inom vegetationsekologi är det t.ex. alla biotiska och abiotiska faktorer som påverkar vilka arter som växer på en viss plats. Många av dessa är omöjliga att mäta men avspeglar sig indirekt i sammansättningen av växtarter. I en ordination reducerar man alla dessa faktorer, eller dimensioner, till oftast två gradienter som visar den största variationen i det dataset man analyserar. Dessa två gradienter, eller axlar, kan man plotta mot varandra i ett diagram. I ett sådant s.k. ordinationsdiagram

kommer objekt (provytor) som liknar varandra i med avseende på de variabler man använt för att beskriva objekten att hamna nära varandra och objekt som är olika varandra att hamna långt ifrån varandra. Axel 1 visar alltid den största variationen hos de data man analyserar och i ett ordinationsdiagram låter man alltid axel 1 vara den horisontella axeln.

Ordinationsaxlar har inga enheter i traditionell mening. Man kan dock i efterhand kontrollera om objektens koordinater längs en axel korrelerar med någon variabel som inte ingått i själva beräkningarna. Det är t.ex. vanligt att man gör en ordination med artsammansättning som ingående data och att man efter det att provytorna fördelats längs ordinationsaxlar tolkar fördelningen m.h.a. olika miljövariabler. Om man hittar en god korrelation mellan provytors position längs en axel och någon testad miljövariabel kan man anta att variationen längs den axeln till stor del beror av det testade variabeln.

Det finns många olika typer av ordinationer eftersom beräkningarna i en ordination skiljer sig mellan olika former av data och frågeställningar. En familj av ordinationstekniker syftar till att enbart beskriva mönster, medan en annan familj även försöker förklara funna mönster. I denna studie har vi använt båda dessa typer av ordinationstekniker. För att hitta generella mönster har vi använt oss av principalkomponentanalys (PCA) och korrespondensanalys (CA), och för att försöka förklara likheter och olikheter mellan olika ängs- och betesmarker har vi använt så kallad "kanonisk korrespondensanalys" (CCA). I en kanonisk korrespondensanalys har man två dataset, ett med beroende variabler som beskriver de objekt man studerar, t.ex. olika växtarter i en provyta, och ett med mera oberoende omvärlds- eller förklaringsvariabler, här t.ex. landskapselement och markförhållanden.

Arbetsgången för analysen av TUVA data illustreras i figur 1. I ett första steg har vi förberett data genom att:

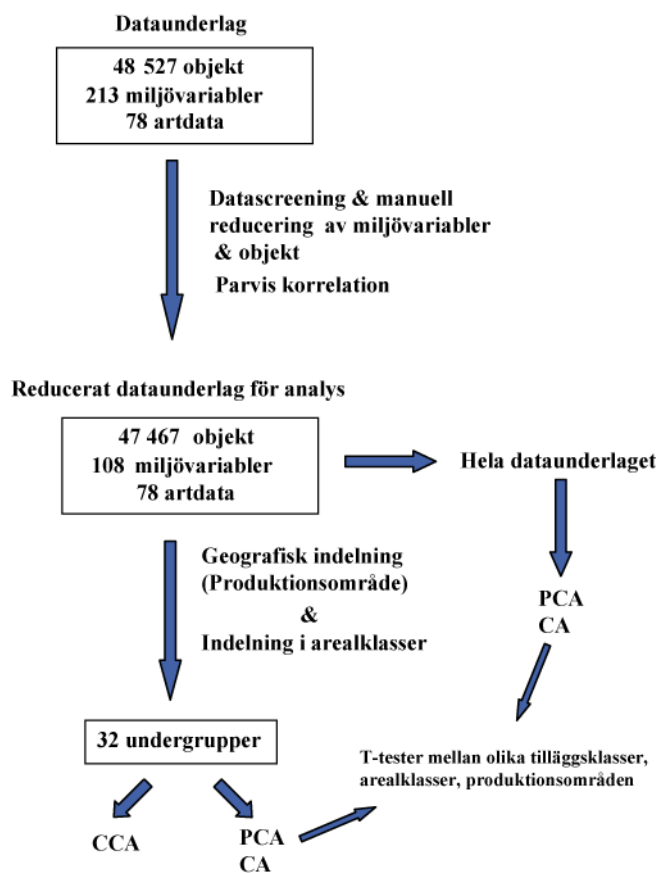
1. utvärderat och rensat databasen manuellt genom borttagning av redundanta variabler ($n = 27$) och objekt ($n = 1060$) som saknar data i någon eller flera variabler. Med redundanta variabler menas variabler som är fullständigt korrelerade till någon annan variabel, och därför överflödiga,
2. utfört en parvis korrelationsanalys för att hitta eventuell autokorrelation mellan variabler och på så sätt ytterligare reducera överflödiga variabler i databasen,
3. transformerat kategoriska variabler till s.k. "dummy-variabler" där varje klass i en kategorivariabel blir en ny egen variabel som har värdet 0 eller 1, för att kunna använda kategoriska data i numeriska analyser.

I nästa steg har vi använt olika multivariata metoder för att söka efter generella mönster och illustrera likheter och olikheter mellan olika marker. Detta har skett i sex steg:

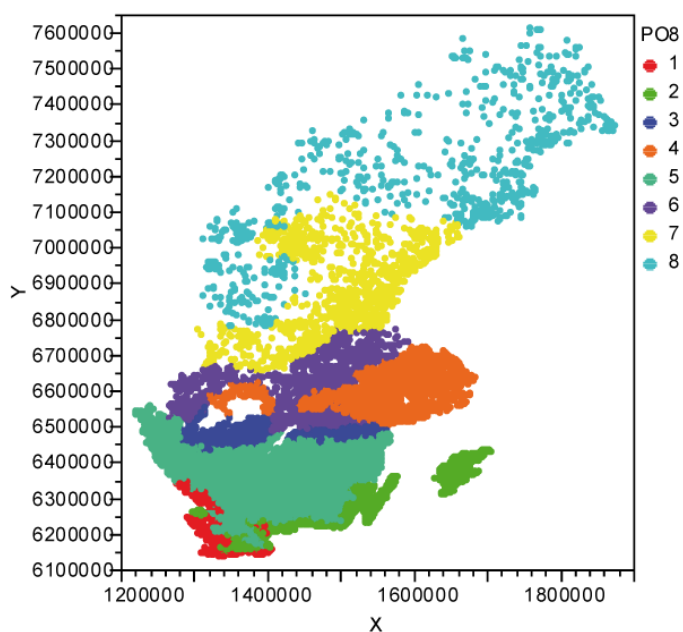
1. en principalkomponentanalys (PCA) med miljöfaktorer och en korrespondensanalys på artdata (kärlväxter, svamp, trädtyper) på hela datamaterialet för att hitta ev. gradienter och mönster på en nationell skala,
2. indelat datamaterialet i 4 arealklasser och 8 produktionsområde (Figur 2) som resulterade i sammanlagt 32 undergrupper för att studera geografiska skillnader och framförallt underlätta analys och illustration av resultat,
3. testat de objektrelaterade principalkomponenterna från hela datasetet och de 32 undergrupperna i en variansanalys (Tukey's HSD) för att hitta skillnader mellan tilläggsklasser, geografiska områden och arealklasser,
4. studerat skillnader mellan växtsamhällen i betes- och ängsmarker genom korrespondensanalyser på artdata (kärlväxter, svamp, trädtyper) i de 32 undergrupperna var för sig, med efterföljande variansanalyser för att testa skillnader mellan objekt,
5. studerat samband mellan miljöfaktorer (t.ex. befolkningsantal, landskapselement, geografiskt läge) och växtsamhällen genom kanonisk korrespondensanalys (CCA) för var och en av de 32 undergrupperna,
6. slutligen, för att hitta de miljöfaktorer som förklarar variationen i växtartsammansättning använde vi CCA med Monte Carlo permutationer ($p < 0,05$; med Bonferroni-korrektion).

Analys av samband mellan variabler

De 186 variabler som fanns i TUVAs databasen indelades i 108 oberoende variabler, dvs. beskrivande miljövariabler och 78 beroende variabler som utgjorde en artmatris som beskriver förekomsten av 69 olika kärlväxtarter, 3 svamparter och 6 variabler som representerar olika trädtyper. För att ytterligare reducera storleken på datamatriken jämfördes de 108 oberoende miljövariablerna i en parvis korrelationsanalys för att undersöka om några variabler var starkt korrelerade med varandra och därmed kunna uteslutas från analysen. Parvis korrelation med Pearson's korrelationskoefficient r anger styrkan av det linjära sambandet mellan två variabler. Ett exakt linjärt samband mellan två variabler får värdet +1 eller -1 beroende om variablerna är positivt eller negativt relaterade. Om det saknas ett samband blir korrelationen noll. Om två variabler visar ett starkt korrelationssamband kan man överväga att stryka den ena variabeln. Ingen av de 108 variablerna visade dock ett tillräckligt starkt samband för att misstänka att deras autokorrelation kan påverka analysen. Därför behölls alla variabler och användes i senare analyser.



Figur 1. Flödesschema som visar arbetetsgången för databearbetning och analyser av TUVA-databasen.



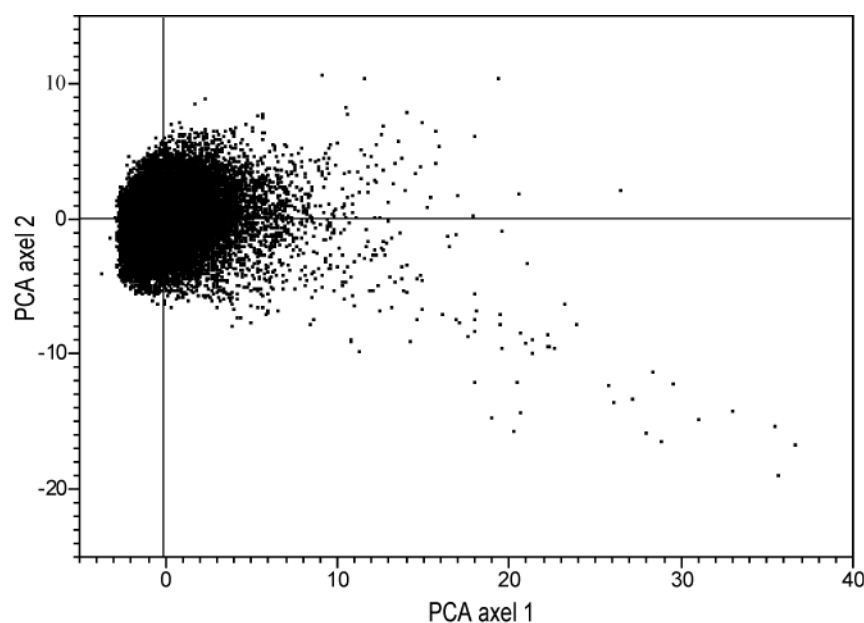
Figur 2: Samtliga TUVA-objekt, indelade i åtta produktionsområden (PO8).

Tabell 1: Förklarande (miljövariabler) och beroende (signalarter) variabler av TUVA-databasen som användes i analyser.

Variabel	Enhet		
Förklarande variabler			
Markslog: Bete	Dummy variabel	Sandblottor	Klassificerad 0-3****
Markslog: Äng		Bar jord	"
Areal	ha	Typ bar jord (Blöt mark/Utfordring)	Dummy variabel
Befolkning: Inom 1 km ² från objekt	antal	Hävdstatus: Ingen	% av total area
Befolkning: Inom 10 km ² från objekt	antal	Hävdstatus: Svagt	"
Avstånd till brukningscentrum	m	Hävdstatus: Vål	"
Landskapsförändring: Bebyggelse	Klassificerad 0-3*	Produktionshöjande åtgärder: Ingen	% av total area
Landskapsförändring: Exploatering	"	Produktionshöjande åtgärder: Svagt	"
Landskapsförändring:	"	Produktionshöjande åtgärder: Tydlig	"
Markanvändning	"	Beroende variabler	
Hägnader (längd): Mur	Klassificerad 0-3**	Kärlväxter (n = 69)	Klassificerad 0-3****
Hägnader (längd): Trägardegränd	"	Jordsvamp	Binär (0 = nej, 1 = ja)
Hägnader (längd): Gropavall	"	Ädelsvamp	"
Byggnader	antal	Ängssvamp	"
Landskapselement		Träd: Hamlade	Antal
Odlingssrösen	antal	Träd: Värdefulla	"
Stentippar	"	Träd: Grova	"
Diken inom fossil åker	"	Träd: Dött	"
Fossil åker, äldre/ej äldre	"	Träd: Hålträd	"
Bro	"	Träd: total antal	"
Brunn/Källa	"	Indelningsklasser	
Dike/kanal	"	Tilläggsklass	% av total areal
Dämmen	"	0 (n = 19062)	Ingen tillägg
Fägata	"	1 (n = 7037)	0,0004-90 %
Grindstolpe	"	2 (n = 2739)	90-95 %
Husgrund	"	3 (n = 7042)	95-99 %
Hässja	"	4 (n = 11587)	99-100 %
Kolbotten	"	Arealklasser	ha
Silång/Dammäng	"	A (n = 1311)	0-0,1
Tjärdal	"	B (n = 10020)	1-2
Väg	"	C (n = 13155)	2-5
Vägbank	"	D (n = 10451)	>5
Annat	"	Produktionsområden (n = 8)	
Kulturväxter (n = 8)		*0 = ingen, 1 = liten, 2 = måttlig, 3 = påtaglig; **0 = 0, 1 = <50 m, 2 = 50-200 m, 3 = >200 m; ***0 = ingen, 1 = ingen-viss, 2 = tydlig; ****0 = 0, 1 = <10m ² , 2 = >10 m ² .	
Natura 2000-områden (n = 33)	Andel av total areal		
Vegetation: Frisk	% täckning		
Vegetation: Fuktig	"		
Vegetation: Torr	"		
Vegetation: Våt	"		
Bryn	Klassificerad 0-3**		
Kronträd: Halvöppet	% Kronprojektion		
Kronträd: Inget/enstaka	"		
Kronträd: Slutet	"		
Kronbuskar: Halvöppet	% Kronprojektion		
Kronbuskar: Inget/enstaka	"		
Kronbuskar: Slutet	"		
Vatten			
Bäck	Klassificerad 0-3**		
Strand (marin)	"		
Strand (limnisk)	"		
Vät/kalkbleke	Antal		
Småvatten/damm	Antal		
Fuktdråg	Binär (0 = nej, 1 = ja)		
Mosse	"		
Källpåverkad	"		
Kärr	"		
Översilad häll	"		
Stenbundenhet	Klassificerad 0-3***		

Analys av oberoende variabler

Samband mellan de oberoende variablerna, och deras fördelning mellan objekt i TUVAs databasen testades med hjälp av principalkomponentanalys (PCA). I en PCA analys tilldelas varje objekt en koordinat som beskriver objektets position längs ordinationsaxlar. I denna rapport har vi bara sett till den första och andra ordinationsaxeln, även om det teoretiskt finns lika många axlar som det finns variabler i en ordination. För att undersöka om det fanns skillnader i position i PCA-diagrammet mellan tilläggsklasser (oavsett indelning i antingen arealklass eller produktionsområde), arealklasser (oavsett produktionsområdesindelning eller tilläggsklasser), produktionsområde (oavsett tilläggs- eller arealklassindelning) testades koordinaterna från PCA analysen av hela datamaterialet såväl från PCA analyser av de olika undergrupperna i en ANOVA med Tukey's HSD post hoc-tester. Dessutom testades skillnader mellan tilläggsklasser inom varje arealklass respektive inom varje produktionsområde. Slutligen testades skillnader mellan produktionsområdena inom varje arealklass. Resultaten från alla dessa tester visar likheter och skillnader mellan olika klasser av objekt med avseende på de variabler som vi klassat som oberoende, dvs. lokalbeskrivningar, habitatkaraktärer, etc. men inte växtarter.

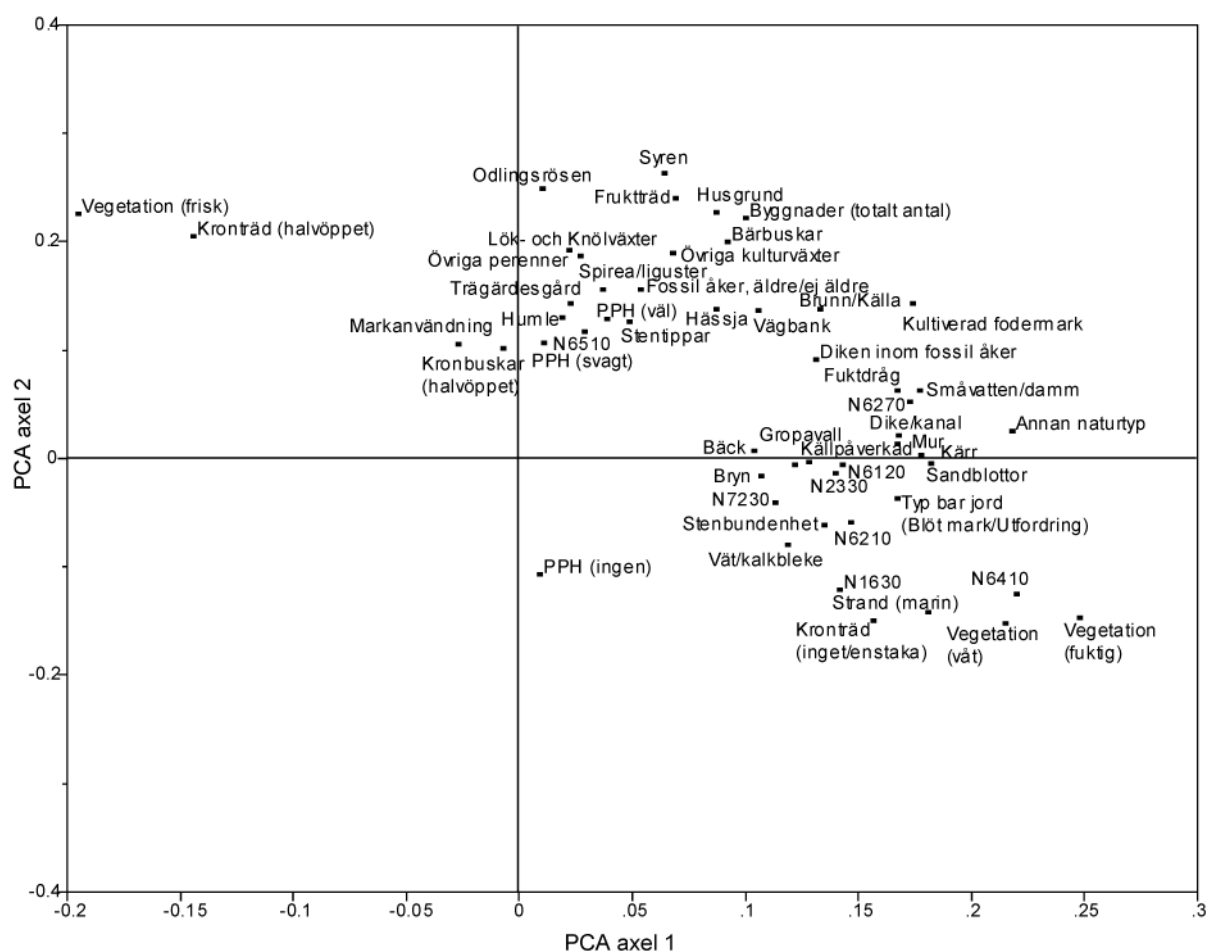


Figur 3: PCA diagram som visar samtliga objekt som ingår i TUVAs databasen ($n = 47\,467$), fördelade efter likhet och olikhet i 108 olika variabler som beskriver objekten. Variablerna fördelning presenteras i figur 4. Egenvärden axel 1: 0,034; axel 2: 0,034.

Tabell 2: Miljövariabler från alla TUVA inventeringsobjekt (n= 47 467), och som ingått i analysen presenterad i figur 3. Fet stil anger de viktigaste variablerna för fördelningen av objekten (egenvektorer > 0,2). N visar hur många gånger variabeln varit med i CCA-ordinationerna i figurerna 11-18.

Beskrivningsvariabel	Axel 1	Axel 2	N				
X koordinat	-0,003	-0,027	1	N5130	0,099	-0,023	2
Y koordinat	-0,003	-0,018	1	N6110	0,017	-0,027	2
Produktionsområde (n = 8)	0,009	-0,005	0	N6120	0,143	-0,007	0
Markslog: Bete	0,012	0,030	0	N6150	0,000	0,000	1
Markslog: Äng	-0,007	-0,033	0	N6170	0,000	0,000	0
Areal	-0,006	0,006	3	N6210	0,147	-0,060	9
Befolkning inom 1 km ² från objekt (antal)	0,003	0,043	0	N6230	0,061	0,012	2
Befolkning inom 10 km ² från objekt (antal)	-0,005	0,035	0	N6270	0,173	0,052	0
Avstånd till brukningscentrum	-0,023	0,014	0	N6280	0,085	-0,051	4
Landskapsförändring				N6410	0,220	-0,125	3
Bebyggelse	0,007	-0,009	0	N6430	0,057	0,020	1
Exploatering	0,017	0,017	0	N6450	0,033	-0,025	1
Markanvändning	-0,027	0,105	0	N6510	0,029	0,117	0
Hägnader (längd)				N6520	-0,016	-0,003	4
Mur	0,167	0,013	14	N6530	-0,029	0,012	0
Trägårdesgård	0,023	0,143	0	N7140	0,099	0,042	2
Gropavall	0,122	-0,007	0	N7160	0,000	0,000	1
Byggnader (totalt antal)	0,100	0,221	12	N7220	0,000	0,000	1
Landskapselement				N7230	0,113	-0,041	10
Odlingsrösen	0,010	0,248	8	N8230	0,068	-0,025	0
Stentippar	0,049	0,126	0	N8240	0,012	-0,021	1
Diken inom fossil åker	0,131	0,091	0	N9070	0,035	0,009	2
Fossil åker, äldre/ ej äldre	0,054	0,155	0	Kultiverad fodermark	0,174	0,143	0
Bro	0,085	0,050	0	Annan naturtyp	0,218	0,024	0
Brunn/Källa	0,133	0,137	0	Vegetation (frisk)	-0,195	0,225	19
Dike/kanal	0,168	0,021	1	Vegetation (fuktig)	0,248	-0,148	22
Dämmen	0,033	0,013	0	Vegetation (torr)	0,039	-0,012	13
Fägata	0,063	0,099	0	Vegetation (våt)	0,215	-0,153	3
Grindstolpe	0,059	0,051	1	Bryn	0,107	-0,017	0
Husgrund	0,087	0,226	0	Kronräd (halvöppet)	-0,144	0,204	2
Häsjä	0,087	0,137	9	Kronräd (inget/enstaka)	0,157	-0,150	14
Kolbotten	0,009	-0,015	0	Kronräd (slutet)	-0,004	0,071	0
Silång/Dammäng	0,032	-0,016	1	Kronbuskar (halvöppet)	-0,007	0,101	0
Tjärdal	-0,007	0,009	1	Kronbuskar (inget/enstaka)	0,027	-0,073	0
Väg	0,097	0,087	0	Kronbuskar (slutet)	0,059	0,012	0
Vägbank	0,106	0,136	0	Bäck	0,104	0,007	0
Annat	0,058	0,011	0	Strand (marin)	0,181	-0,142	23
Kulturväxter				Strand (limnisk)	0,072	-0,045	0
Bärbuskar	0,092	0,199	0	Vät/kalkbleke	0,119	-0,080	14
Fruktträd	0,069	0,239	0	Småvatten/damm	0,177	0,062	0
Humle	0,019	0,130	0	Fuktdråg	0,167	0,062	0
Lök- och Knölväxter	0,022	0,191	0	Mosse	0,059	0,026	1
Spirea/liguster	0,037	0,155	0	Källpåverkad	0,128	-0,004	0
Syren	0,064	0,263	0	Kärr	0,178	0,003	0
Övriga perenner	0,027	0,187	0	Översilad håll	0,060	0,041	0
Övriga kulturväxter	0,068	0,189	0	Markförhållanden:			
Natura 2000-områden (n = 33)				Stenbundenhet	0,135	-0,062	0
N1310	0,087	-0,072	2	Markförhållanden: Sandblottor	0,182	-0,005	1
N1330	0,074	-0,045	8	Markförhållanden: Bar jord	0,086	0,024	0
N1630	0,142	-0,122	9	Markförhållanden: Typ bar jord (Blöt mark/Utfordring)	0,167	-0,037	0
N2130	0,041	-0,026	1	Hävdstatus (ingen)	-0,013	-0,019	1
N2320	0,000	0,000	0	Hävdstatus (svagt)	0,028	-0,008	0
N2330	0,140	-0,014	0	Hävdstatus (väl)	0,045	0,045	0
N4010	0,081	-0,023	0	PPH* (ingen)	0,009	-0,108	5
N4030	0,055	-0,026	1	PPH* (svagt)	0,011	0,106	0
N4060	0,000	0,000	0	PPH* (väl)	0,039	0,128	0

*produktionshöjande åtgärder



Figur 4: PCA-diagram som visar likheter och skillnader mellan de viktigaste (koordinater > 0,1) oberoende miljövariablerna (n = 52) som ingår i TUVAs-databasen. Denna fördelning av miljövariabler ligger till grund för spridningen av objekt i figur 3.

Sett till hela datamaterialet gick det inte att finna några signifikanta skillnader mellan de olika tilläggsklasserna (ANOVA). Tester av skillnader mellan de olika tilläggsklasserna inom produktionsområden eller arealklasser visade att det endast var i arealklass D som det gick att detektera några skillnader ($p = 0,02$) mellan tilläggsklasser (Figur 5a).

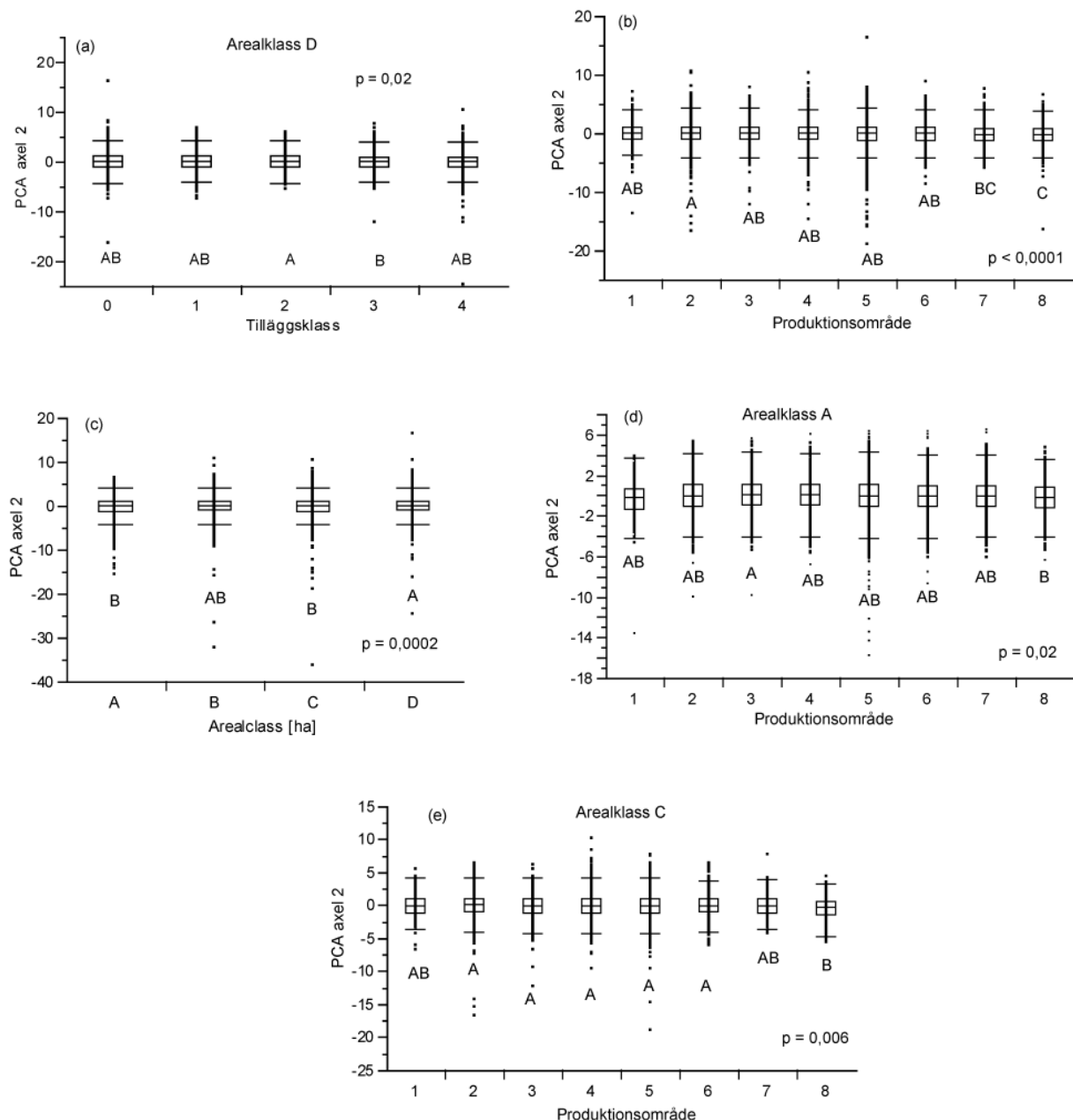
Gradienten längs PCA-axel 1, som visar den största variationen, var till en stor del relaterad till variabler som beskriver olika grader av markfukt (Figur 4). Däremot gick det inte att se några effekter av produktionsområden eller arealklasser längs denna axel. Längs axel 2 skiljde sig däremot några produktionsområden eller arealklasser ut sig (Figur 5). Utan arealklassindelning fanns det en signifikant skillnad ($p < 0,0001$) i position längs PCA-axel 2 mellan produktionsområdena 2 (Öland, Gotland) och 7 (södra Norrland) och 8 (norra Norrland). Dessutom skiljde sig område 8 från alla andra områden förutom område 7 (Figur 5b). Detta betyder att objekt i dessa produktionsområden har olika uppsättningar av miljöfaktorer, särskilt med avseende på mänskligt relaterade faktorer som kulturväxter och byggnader. Det fanns också en skillnad mellan olika arealklasser vad gäller position

längs PCA-axel 2 där arealklass D, som omfattar objekt som har arealer större än 5 ha, skiljer sig från klass A och C (Figur 5c).

Några produktionsområden skiljde ut sig längs PCA-axel 2 (Figur 5b), men inom produktionsområdena fanns det små skillnader mellan de olika arealklasserna. Det var endast för arealklasser A och C som det gick att hitta några signifikanta skillnader mellan produktionsområden (Figur 5 d, e). Inom arealklass A skiljde sig produktionsområdena 3 och 8 ($p = 0,02$), och inom arealklass C avvek produktionsområde 8 signifikant från produktionsområdena 2-6, men inte från 1 och 7.

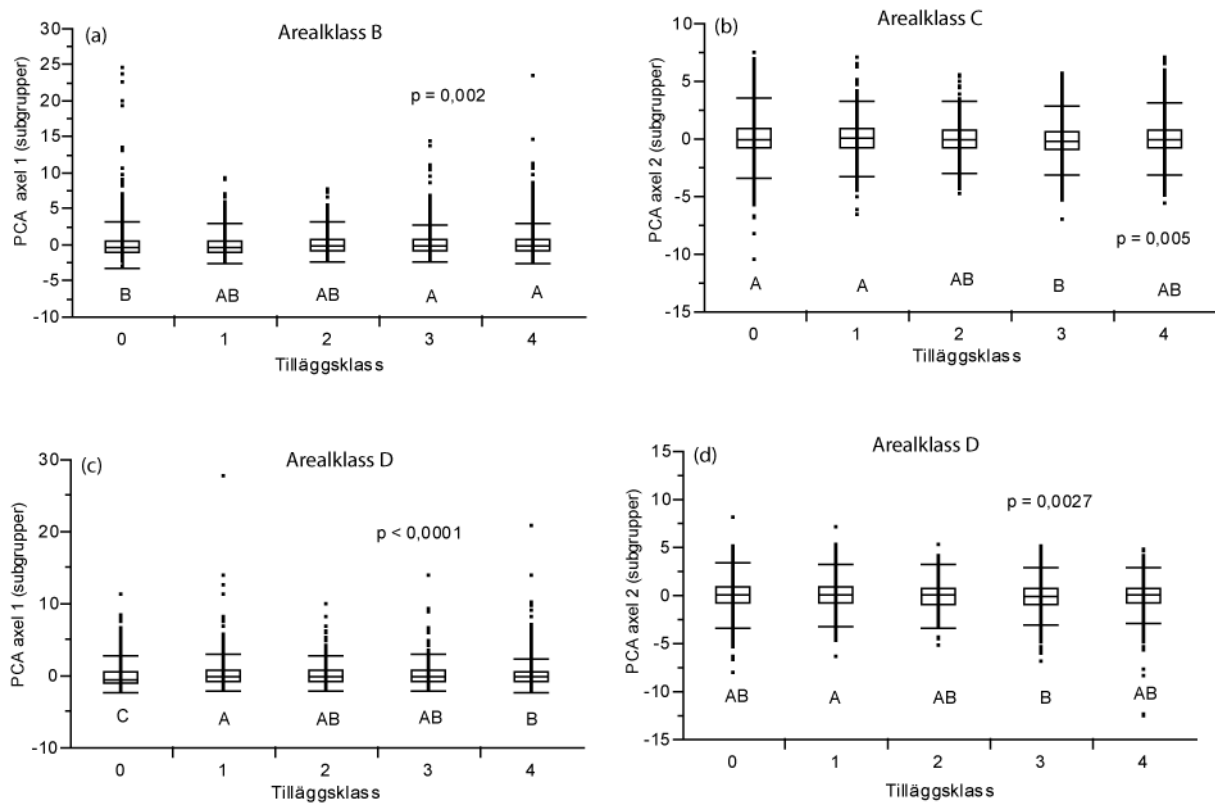
Med en indelning i arealklasser, men utan hänsyn till produktionsområde, fanns det signifikanta skillnader ($p < 0,0001$) i position längs både PCA-axel 1 och 2 mellan tilläggsklasser i arealklass B, C och D (Figur 6). I arealklass B skiljde sig objekt i tilläggsklass 3 och 4 från objekt utan tillägg längs den första PCA axeln ($p = 0,02$) (Figur 6a). Däremot skiljde sig objekt i tilläggsklass 3 från objekten i tilläggsklass 1 och objekt utan tillägg i arealklass C längs den andra PCA axeln ($p = 0,005$) (Figur 6b). I arealklass D fanns det skillnader mellan tilläggsklasser längs både PCA-axel 1 och PCA-axel 2 (Figur 6c, d). Medan objekt utan tillägg avvek från alla objekt med tillägg (alla klasser) och objekt i tilläggsklass 1 skiljde sig från objekt i tilläggsklass 4 längs PCA-axel 1 ($p < 0,0001$), skiljde sig objekt i tilläggsklass 1 från objekt i tilläggsklass 3 längs PCA-axel 2 ($p = 0,003$).

Utan arealklassindelning fanns det signifikanta skillnader i position längs PCA-axel 1 och 2 mellan tilläggsklasser inom produktionsområdena 2 (Öland, Gotland), 3 (Väster- och Östergötland), 4 (Östra Svealand), 6 (Gästrikland och Dalarna) och 7 (södra Norrland) (Figur 7). I produktionsområde 2 skiljde sig objekt utan tillägg från alla objekt med tillägg längs första PCA axeln (Figur 7a). Dessutom skiljde sig objekt tillhörande tilläggsklass 1 från dem tillhörande tilläggsklasserna 3 och 4 ($p < 0,0001$). Längs andra PCA-axeln skiljde sig objekt utan tillägg från objekt i tilläggsklasserna 2 och 3 (Figur 7b). Objekt i tilläggsklassen 2 avvek även från objekt i tilläggsklasserna 1 och 4 ($p < 0,0001$). I produktionsområde 3 skiljde sig objekt i tilläggsklass 4 från alla andra klasser förutom tilläggsklass 2 längs PCA-axel 1, medan objekt i denna klass avvek från dem tillhörande tilläggsklass 1 (Figur 7c). Så som i produktionsområde 2 fanns det skillnader i position längs båda PCA axlarna i produktionsområde 4. Figur 7d visar att längs första PCA axeln skiljde sig objekt i tilläggsklass 3 från alla klasser förutom objekt i tilläggsklass 2 ($p < 0,0001$), medan längs andra PCA axeln avvek objekt utan tillägg från alla andra tilläggsklasser (Figur 7e). Dessutom skiljde sig objekt tillhörande tilläggsklass 1 från dem tillhörande tilläggsklass 3 ($p < 0,0001$). I produktionsområde 6 fanns det endast skillnader i position längs PCA-axel 2 med att objekt tillhörande tilläggsklass 2 avvek från objekt tillhörande de andra tilläggsklasserna förutom dem i tilläggsklass 2 ($p < 0,004$) (Figur 7f).



Figur 5: Signifikanta skillnader i TUVA-objektens position längs PCA axel 2 mellan (a) tilläggsklasser inom arealklass D, (b) produktionsområden, (c) arealklasser, (d) produktionsområden inom arealklass A och (e) produktionsområden inom arealklass C. Testat med Tukey's HSD post hoc tester. Nivåer markerade med olika bokstäver skiljer sig signifikanta från varandra.

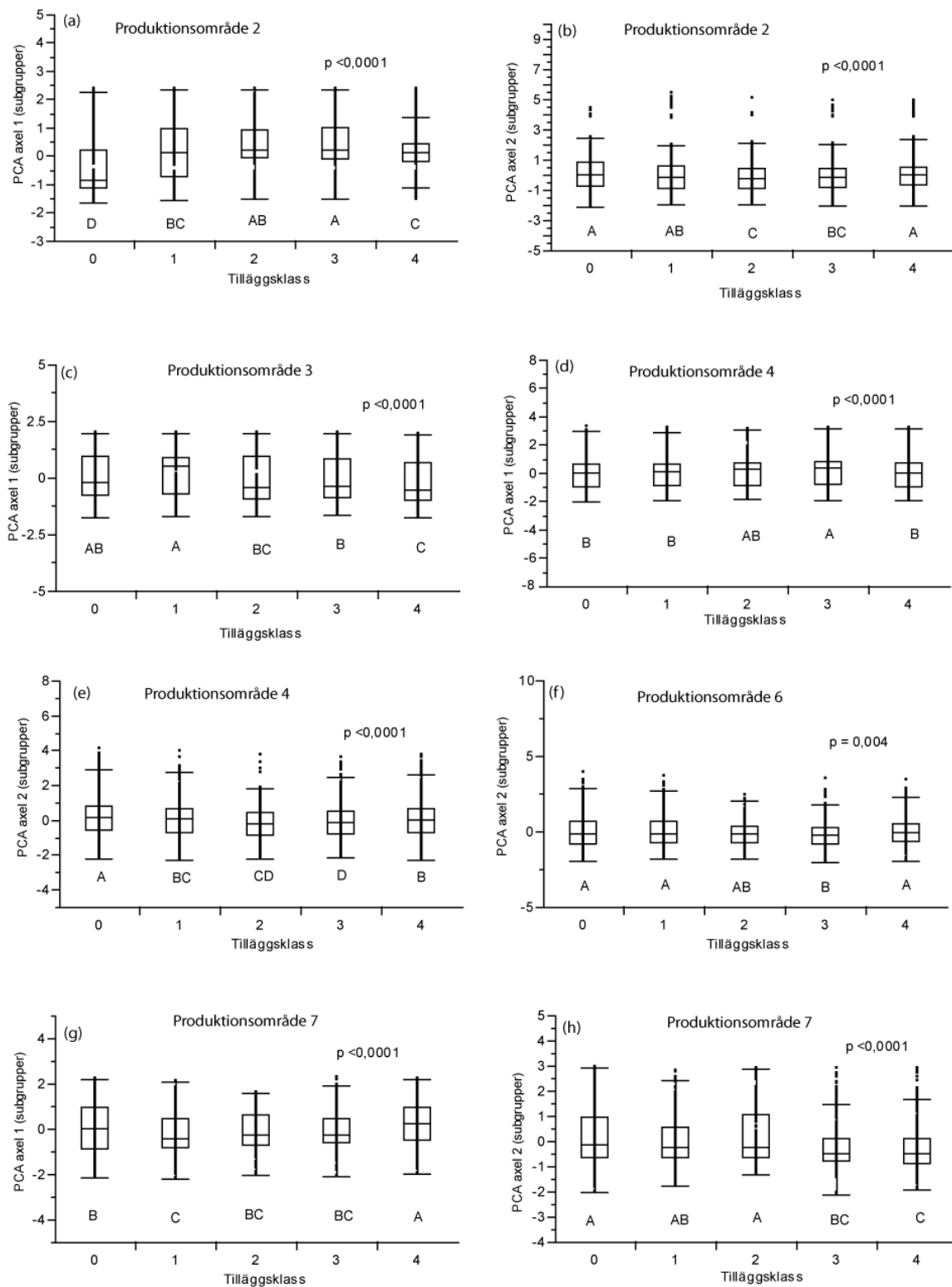
I produktionsområde 7 fanns det skillnader i position längs båda PCA axlarna ($p < 0,0001$) (Figur 7g och 7h). Objekt utan tillägg skiljde sig från objekt i tilläggsklasserna 1 och 4 och det fanns även skillnader dessa tilläggsklasser sinsemellan längs första PCA axeln. Längs andra PCA axeln avvek objekt utan tillägg och dem tillhörande tilläggsklass 2 från objekt i tilläggsklasserna 3 och 4. Dessutom avvek objekt i tilläggsklass 4 från dem i alla andra tilläggsklasser med undantag av tilläggsklass 3.



Figur 6: Signifikanta skillnader i TUVA-objektens position längs PCA axel 1 och 2 mellan (a) tilläggsklasser inom arealklass B, (b) inom arealklass C och (c) & (d) inom arealklass D. Testat med Tukey's HSD post hoc tester. Nivåer markerade med olika bokstäver skiljer sig signifikanta från varandra.

Slutsatser kring principalkomponentanalyserna

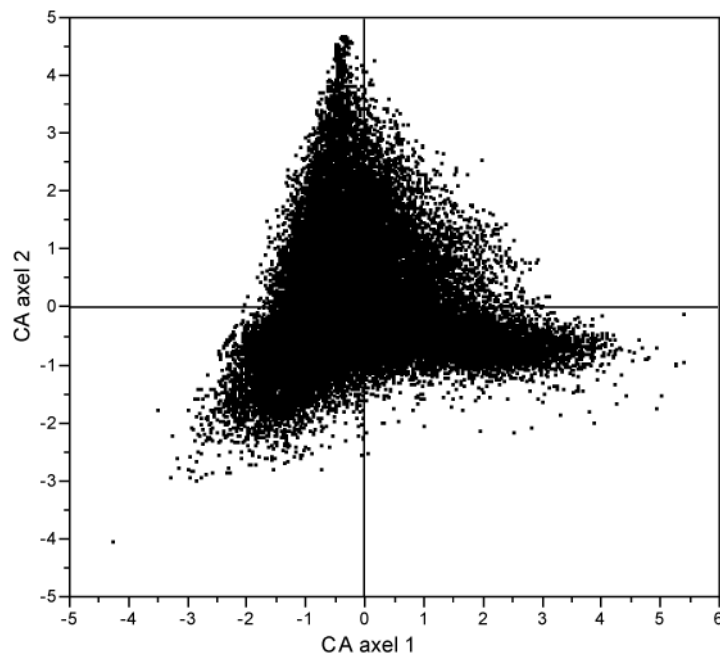
Principalkomponentanalyserna är utförda på variabler som mestadels beskriver den fysiska karaktären på de olika objekten, s.k. oberoende variabler i traditionell statistik. Sammanfattningsvis kan man konstatera att PCA analysen och efterföljande tester visar både likheter och skillnader inom hela datasetet men även inom de olika undergrupperna. Längs andra PCA-axeln fanns det signifikanta skillnader i miljöfaktorer mellan produktionsområden, både med och utan arealklassindelning, och mellan olika arealklasser, t.ex. för mänskligt relaterade faktorer som närvaro av olika kulturväxter och antalet byggnader. Det gick inte att se några konsistenta karaktärsskillnader mellan objekt med och utan ekonomiskt stöd, sett till hela datasetet. Däremot hittades skillnader längs andra PCA axeln mellan tilläggsklasser inom arealklass D, som omfattar de största objekten. Analyser med större upplösning, dvs. inom undergrupper visade skillnader mellan tilläggsklasser inom alla arealklasser förutom arealklass A, och även inom 5 av 8 produktionsområden. Det har dock inte rymts inom ramarna för detta uppdrag att göra en mer djuplodande analys för att utröna vilka enskilda variabler som är styrande för att objekt som erhållit ekonomiskt stöd skiljer sig från objekt utan stöd. I detta läge kan vi bara konstatera att det finns skillnader i de fysiska karaktärerna hos dessa två typer av objekt.



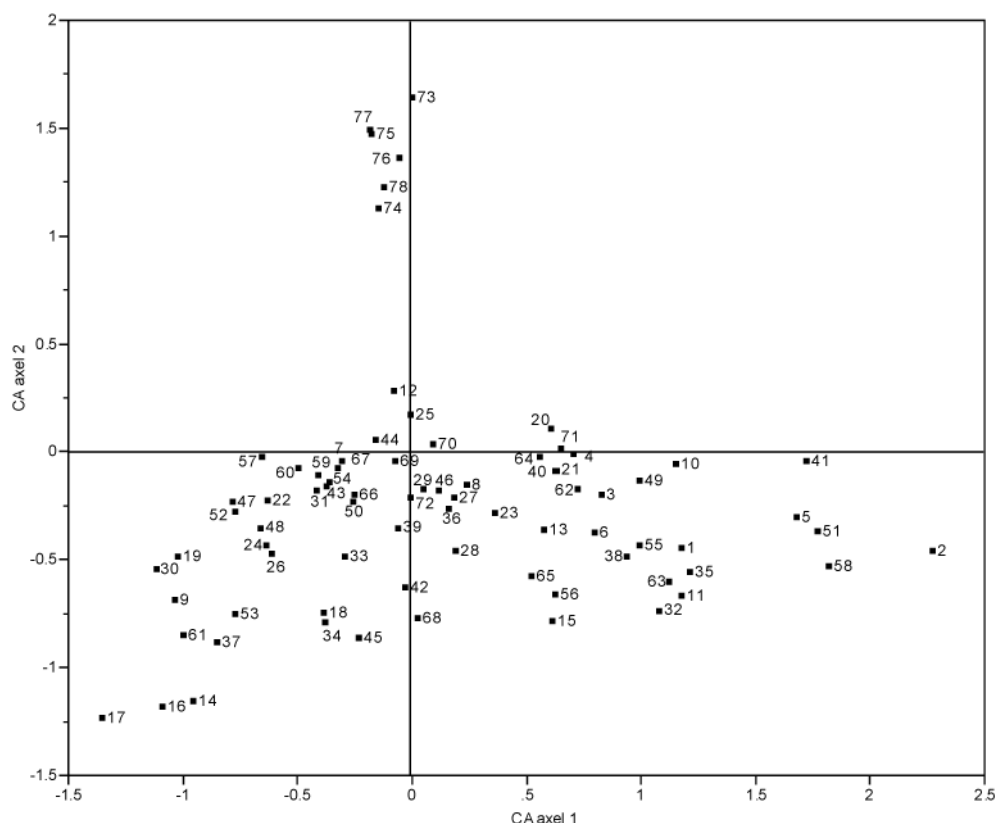
Figur 7: Signifikanta skillnader i TUVa-objektens position längs PCA axel 1 och 2 mellan (a) & (b) tilläggsclasser i produktionsområde 2, (c) i produktionsområde 3, (d) & (e) i produktionsområde 4, (f) i produktionsområde 6, och (g) & (h) i produktionsområde 7 testat med Tukey's HSD post hoc tester. Nivåer markerade med olika bokstäver skiljer sig signifikanta från varandra.

Samband mellan beroende variabler

För att analysera hur växtsamhällen, beskrivna med hjälp av signalarter, svampar och trädtyper skiljer sig mellan tilläggsklasser, produktionsområden och arealklasser, har vi använt oss av korrespondensanalys på hela datasetet (Figur 8) och på alla 32 undergrupper. På samma sätt som i PCA tilldelas varje objekt i CA en koordinat som beskriver positionen längs första och andra axeln. För att undersöka skillnader mellan tilläggsklasser (oavsett indelning i antingen arealklass eller produktionsområde), arealklasser (oavsett produktionsområdesindelning eller tilläggsklasser), produktionsområde (oavsett tilläggs- eller arealklassindelning) och mellan arealklasser inom varje produktionsområde användes ANOVA med Tukey's HSD post hoc-tester.

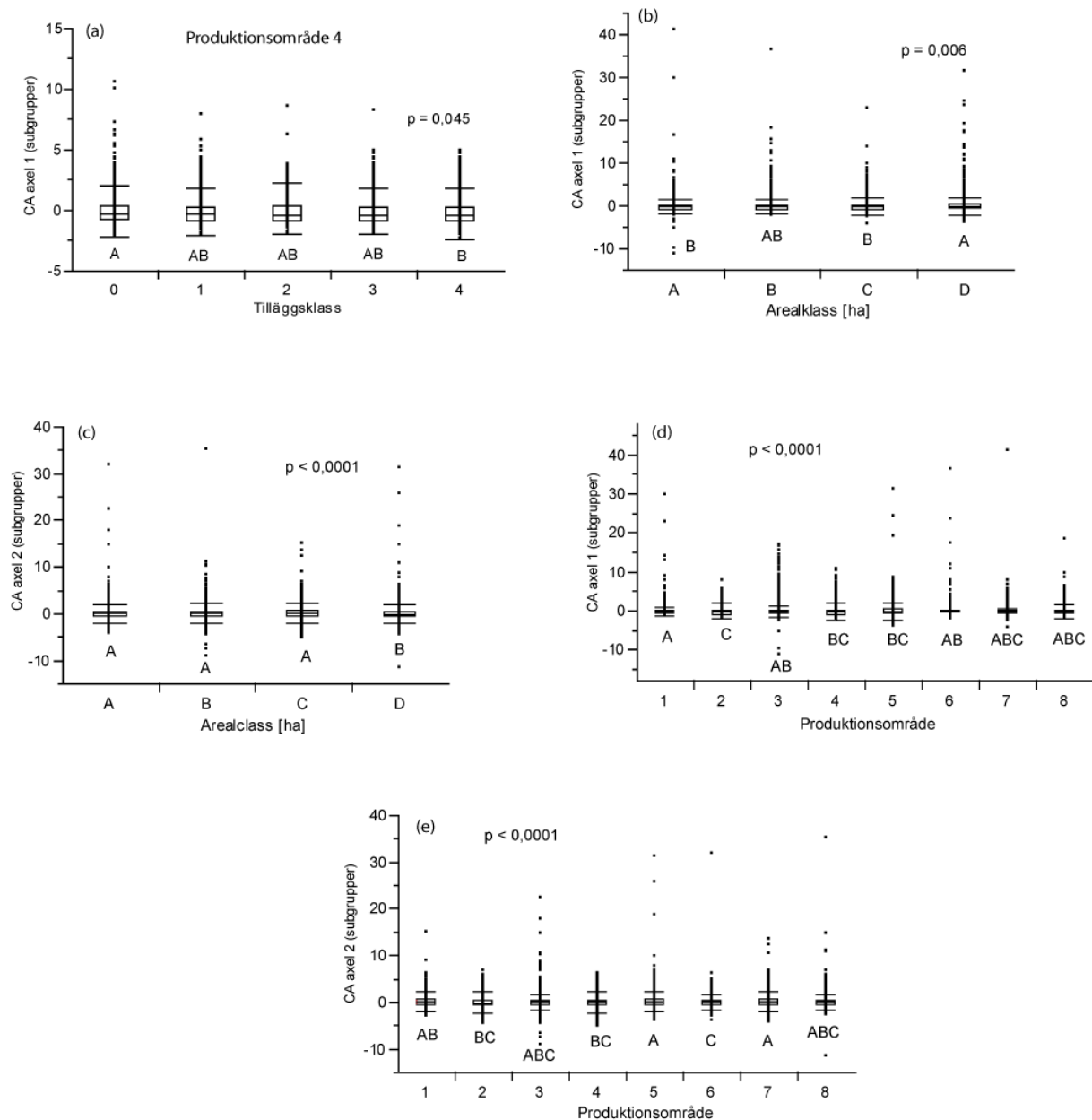


Figur 8: CA diagram som visar samtliga objekt som ingår i TUVA-databasen ($n = 47\,467$), fördelade efter likhet och olikhet i 78 växtarter som förekommer på objekten. Egenvärden axel 1: 0,318; axel 2. 0,305.



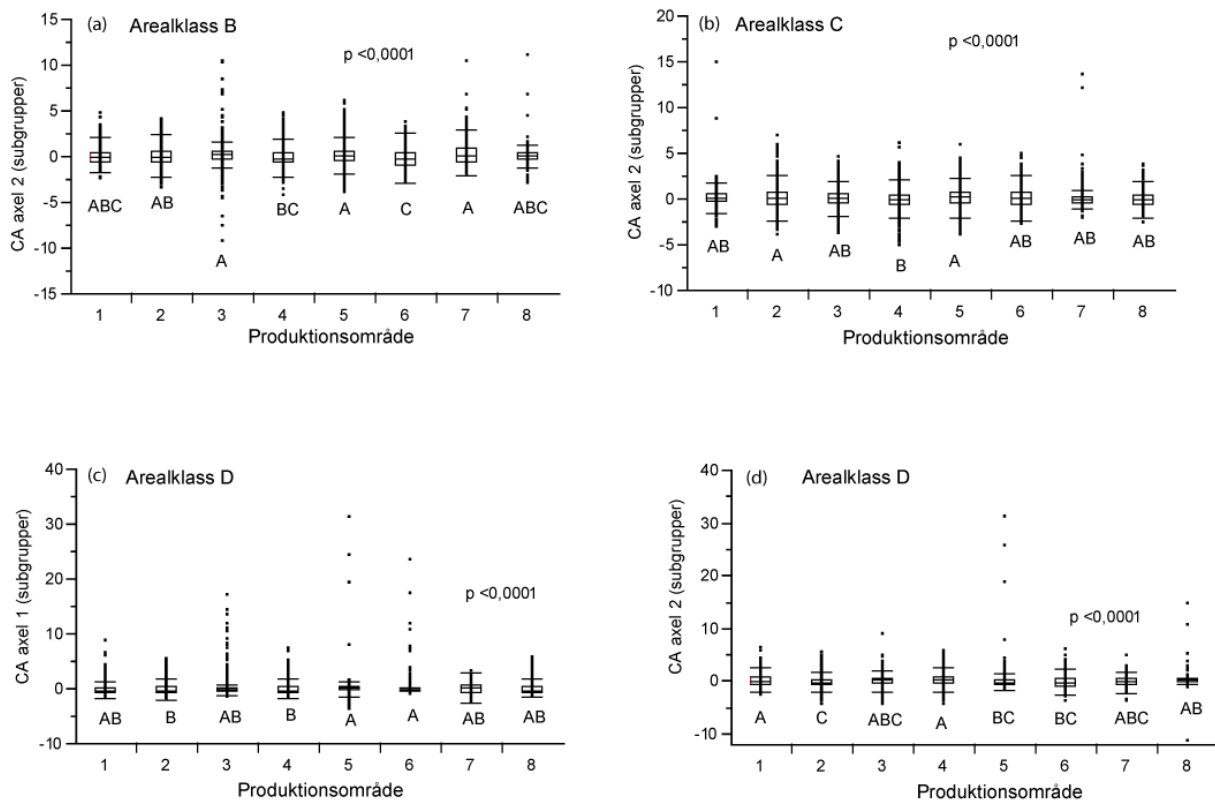
Figur 9: CA-diagram som visar likheter och skillnader mellan de artvariablerna ($n = 78$) som ingår i TUVA-databasen. Denna fördelning av arter ligger till grund för spridningen av objekt i figur 8. Siffrorna visar olika växtarter (se Tabell B1).

I analyser baserade på resultaten från en korrespondensanalys på hela datasetet gick det inte att hitta några skillnader mellan tilläggsklasser, arealklasser, produktionsområden eller olika kombinationer av dessa kategorier. Däremot fanns det signifikanta skillnader mellan klasser och kombinationer av klasser när de olika undergrupperna analyserades separat (Figur 10 & 11). Skillnader mellan tilläggsklasser fanns endast längs CA-axel 1 och endast i produktionsområde 4 oavsett arealindelningen (Figur 10). Här skiljde sig objekt utan tillägg från dem tillhörande tilläggsklass 4 ($p = 0,045$). Indelat i arealklasser skiljer sig TUVA-objekten i arealklass D signifikant (t-test, $p < 0,006$) från arealklass A och C längs CA-axel 1, medan samma klass längs axel 2 skiljer sig från alla övriga arealklasser (Figur 10b, c). Jämförelser av olika produktionsområden, utan hänsyn till arealklass, visade att det fanns några områden som skiljer sig från de övriga (Figur 10d, e). Längs CA-axel 1 skiljer sig växtsamhällena i produktionsområde 1 (Skånska västkusten) från de i produktionsområde 2 (Öland, Gotland), 4 (Östra Svealand) och 5 (boreonemoral region). Dessutom skiljer sig växtsamhällena i produktionsområde 2 från växtsamhällena i produktionsområde 3 (Väster- och Östergötland) och 6 (Gästrikland och Dalarna).



Figur 10: Signifikanta skillnader i position längs CA-axel 1 och 2 mellan (a) tilläggsklasser, (b) & (c) arealklasser och (d) & (e) produktionsområden testat med Tukey's HSD post hoc tester. Nivåer markerade med olika bokstäver skiljer sig signifikanta från varandra.

Växtsamhällen korrelerade till andra CA-axeln skiljde sig också mellan produktionsområdena. Medan växtsamhällen som finns i den boreonemorala regionen (produktionsområde 5) skiljde sig från växtsamhällen i produktionsområdena 2 (Öland, Gotland), 4 (Östra Svealand) och 6 (Gästrikland/Dalarna), var växtsamhällen i produktionsområde 6 signifikant skilda från växtsamhällen i södra Norrland (produktionsområde 7) och från dem i produktionsområde 1 (Skånska västkusten).



Figur 11: Signifikanta skillnader i position längs CA-axel 1 och 2 mellan produktionsområden i (a) arealklass B, (b) arealklass C och (c) & (d) arealklass D testat med Tukey's HSD post hoc tester. Nivåer markerade med olika bokstäver skiljer sig signifikanta från varandra.

Om man delar upp produktionsområdena i olika arealklasser återfinns några avvikande produktionsområden längs CA-axel 2 (Figur 11). Inom arealklass B är växtsamhällen i Väster- och Östergötland (produktionsområde 3) signifikant ($p < 0,0001$) skilda från dem i Östra Svealand (produktionsområdena 4) och södra Norrland (produktionsområde 6) (Figur 10a). Inom arealklass C skiljer sig växtsamhällen i produktionsområde 2 (sydöstlig kust, Öland, Gotland) signifikant ($p < 0,0001$) från växtsamhällen i Östra Svealand (produktionsområde 4) (Figur 11b). Inom arealklass D skiljer sig växtsamhällen i produktionsområde 2 längs första CA-axeln signifikant från växtsamhällen som finns i produktionsområde 5 och 6 (Figur 11c). Även växtsamhällen i Östra Svealand (produktionsområde 4) skiljer sig från produktionsområde 5 och 6. Växtsamhällenas position längs andra axeln varierade mycket mellan produktionsområdena (Figur 11d). Växtsamhällen som finns på den sydligaste västkusten och Skånes kust (produktionsområde 1) skiljde sig signifikant från de växtsamhällen som finns på Öland & Gotland (produktionsområde 2), i den boreonemorala regionen (produktionsområde 5) och i södra Norrland (produktionsområde 6), medan produktionsområde 2 skiljde sig i växtsammansättning från produktionsområdena 4 (Östra Svealand) och 8 (norra Norrland). Dessutom skiljde sig växtsamhällen som finns i Östra Svealand (produktionsområde 4) från

dem som finns i den boreonemorala regionen (produktionsområde 5) och i södra Norrland (produktionsområde 6).

Slutsatser kring korrespondensanalyserna

Korrespondensanalyserna är utförda på de vegetationsdata som ingår i TUVA-databasen, förutom planterade kulturväxter, men är begränsad till 69 signalarter, svampar och trädtyper. Detta dataset beskriver den naturliga vegetationen och är närmast att jämföra med s.k. beroende variabler inom traditionell statistik. Sammantaget visade resultaten av korrespondensanalyserna att växtsamhällena i TUVA-objekten på en national skala inte skiljer sig mellan tilläggsklasser, produktionsområden eller arealklasser. I de separata analyserna av de 32 undergrupperna hittades däremot en del skillnader i växtsamhällen mellan några tilläggsklasser, arealklasser och produktionsområden, och olika kombinationer av dessa. Längs den första CA-axeln var det bara i produktionsområde 4 som det fanns en skillnad mellan olika tilläggsklasser, vilket står i kontrast till PCA analyserna där tilläggsklasserna skiljde sig mellan varandra inom flera produktionsområden. Längs CA-axel 2 fanns inga skillnader mellan olika tilläggsklasser. Detta indikerar att tillägg, oavsett nivå, är av underordnad betydelse för sammansättningen av de växtarter som ingår i ängs- och betesmarkinventeringens urval. Däremot skiljde sig arealklasser såväl som produktionsområden längs båda CA-axlarna, vilket betyder att växtsamhällena, enligt TUVA:s definition, skiljer sig mellan olika stora objekt och mellan olika delar av landet. Analyserna visar också att de största objekten avvek mest från de övriga med avseende på artsammansättning. Däremot fann vi inga skillnader i växtsammansättning mellan olika produktionsområden bland de minsta objekten. En intressant observation är att det är olika produktionsområden (utan arealklassindelning) som skiljer ut sig längs axel 1 jämfört med axel 2. Detta innebär att det finns tydliga gradienter i artsammansättning som särskiljer i de olika produktionsområdena, vilket i och för sig inte är så förvånande då produktionsområdena avspeglar olika växtgeografiska områden. För att hitta de särskiljande karaktärerna mellan produktionsområden har vi använt oss av kanonisk korrespondensanalys.

Samband mellan vegetation och miljöfaktorer

För att få en bild av de faktorer (miljövariabler) som förklarar variationen i växtsamhällena har vi använt oss av kanonisk korrespondensanalys (CCA). I en CCA har effekten av var och en av de olika miljövariablerna testats individuellt med hjälp av s.k. Monte Carlo-permutation, med Bonferroni-korrektion av signifikansnivån för att undkomma problem med massiginifikans. Detta test sorterar bort

miljövariabler som inte har någon inverkan på fördelningen av växter mellan de olika TUVA-objekten. Då hela TUVA-databasen var för omfattande för att kunna analyseras som en helhet med något av de datorprogram som finns på marknaden idag, har datasetet delats upp i 32 undergrupper. Varje undergrupp har därefter analyserats med CCA, vilket resulterade i 32 olika CCA-diagram som visar variationen inom växtsamhällen i varje arealklass och inom varje produktionsområde tillsammans med de miljövariabler som kan förklara variationen i artsammansättning. I alla beskrivningar av CCA-ordinationer i texten nedan är växtarter angivna både med svenskt namn och inom parenteser med artens nyckelsiffra (Bilaga, tabell B1) som är angiven i alla CCA-diagram, samt med artens egenskap som signalart (positiv eller negativ).

För produktionsområde 1 visar CCA-analysen att mellan 29,7 % (arealklass B) och 44,9 % (arealklass D) av den totala variationen inom växtsamhällen kunde förklaras av olika typer av vegetation, antalet hässjor och byggnader, och olika Natura 2000-områdena (Tabell 3, Figur 12a-d). Största variationen inom växtsamhällena påträffas inom arealklass C, följd av arealklass D, medan arealklasserna A och B visar mindre variation. I arealklass A är de negativa signalarterna stormhatt (53, -) och brännässla (12, -) såväl som de positiva signalarterna ängsbräsma (60, +), vildlin (58, +), backtimjan (5, +) och havssälting (23, +) positivt korrelerade med andra CCA-axeln och deras förekomst förklaras mest av vät/kalkbleke och Natura 2000-områdena N1630 och N1330. De positiva signalarterna ängsnycklar (63, +), skallrearter (42, +), och den negativa signalarten skogsnäva (43, -) är positivt korrelerade med fuktig vegetation men negativt korrelerat med frisk vegetation. Kärrsälting (33, +) tycks vara ovanlig och avviker från de andra och förklaras mest av Natura 2000-områden av typen N7230. I arealklassen B är den positiva signalarten blåsklöver (6, +) positivt korrelerat med andra axeln och dess förekomst förklaras av Natura 2000 område N1630. Blåsklöver är tillsammans med havssälting (23, +), som är positivt korrelerad med första axeln och relaterad till N1330 är de två de minst förekommande arterna i denna arealklass. Förekomsten av ängsstarr (65, +), vildlin (58, +), ängsnycklar (63, +) och ängsbräsma (60, +) förklaras mest av N9070 och N1630 och är negativt korrelerad med byggnadsantal och N1330, medan trift (55, +) och kärrsälting (33, +) visar ett samband med fuktig vegetation.

I arealklassen C tycks stormhatt (-) och arunararter (1, +) vara ovanliga och sällsynta arter. Den första axeln separerar tydligt arter förekommande på öppen mark med marin strand från dem som är förknippad med tre olika Natura 2000-områden. Fjällskära (16, +), svinrot (54, +), ormrot (37, +), havssälting (23, +), blåsklöver (6, +) och trift (55, +) är positivt korrelerade med andra axeln och förklaras mest av fuktig vegetation, strand, frånvaro av kronträddäckning och hässjor, till motsats från många andra arter som t.ex. Sankt Pers nycklar (41, +), ängsnycklar (63, +), spåstisel (51, +), fjällgröe (15, +), majviva (35, +) och ängsstarr som är mest förekommande på Natura 2000-områdena N6210, N5130, N6280, områden som präglas av kalkhaltig mark.

I arealklass D förklaras förekomsten av några arter såsom t.ex. majviva (35, +), svinrot (54, +), ängsnycklar (63, +) av N7220, ett Natura 2000 område som präglats av källor, till motsatsen från blåsklöver (6, +), arunararter (1, +), havssälting (23, +), trift (55, +), ormtunga (38, +) som tycks vara vanliga inom N1630, som karakteriserats av havstrandsängar. Arterna axveronika (2, +), Sankt Pers nycklar (41, +), slätterblomma (45, +) och vildlin (58, +) visar tydliga samband med N6410 (fuktängar), medan kärrkniprot (32, +), fjällskära (16, +), dvärglumner (14, +), kärrsälting (33, +) och ängsstarr förekommer mest på Natura 2000-områdena N7230 (Rikkärr) och N6210 (kalkgräsmarker). Alla dessa arter är negativt relaterade till marker med frisk vegetation eller är av Natura 2000-typ N9070 (trädklädd betesmark).

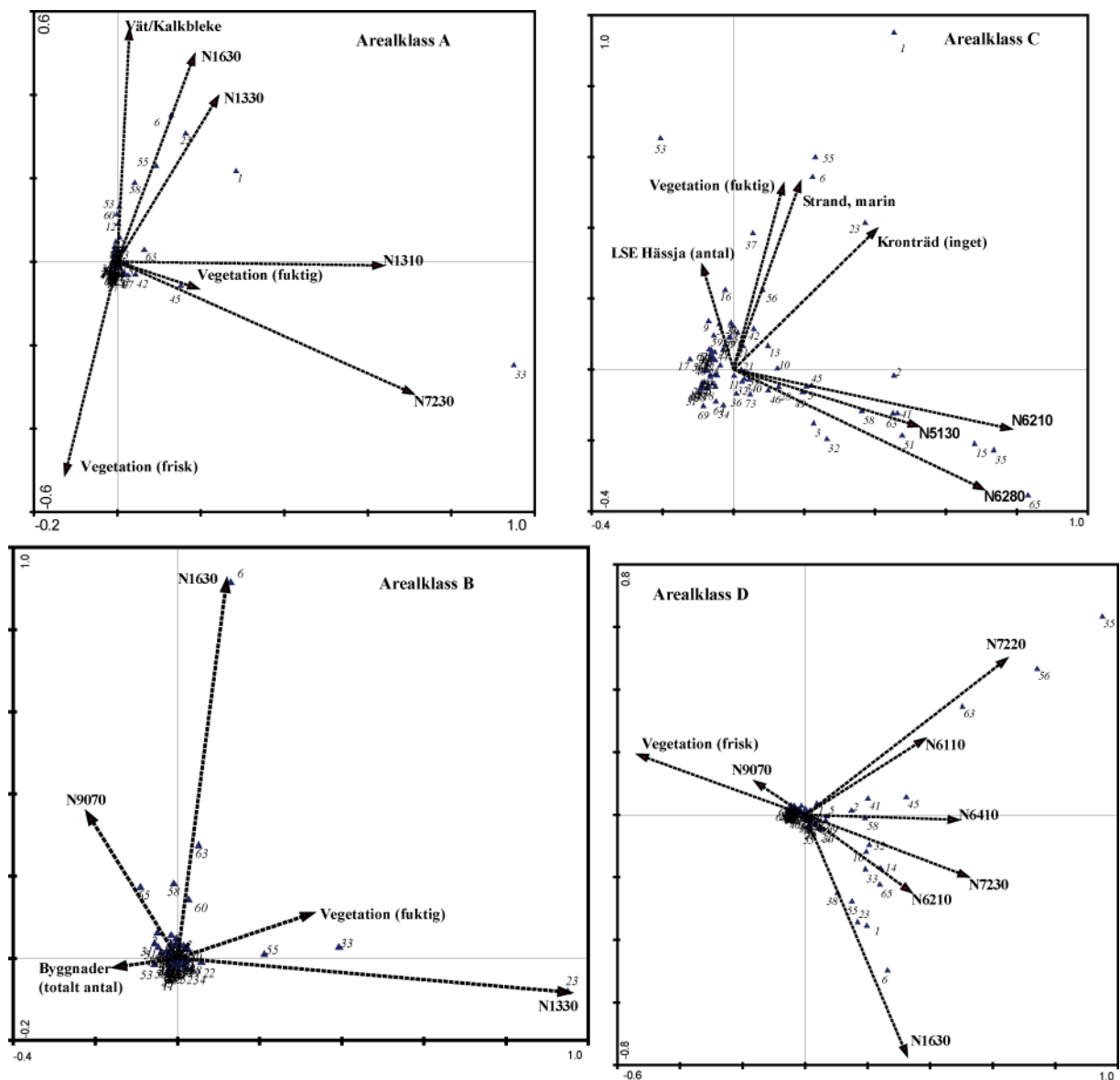
Den kanoniska korrespondensanalysen av produktionsområde 2, som omfattar en stor del av sydsvenska östkusten samt Öland och Gotland, resulterade i att mellan 1,3 % (arealklassen D) och 36 % (arealklassen A) av den totala variationen inom växtsamhällen kunde förklaras av mestadels olika typer av vegetation, landskapselement som odlingsrösen, antal hässjor och byggnader, marin strand och olika Natura 2000-områdena, men också geografiskt läge och frånvaro av produktionshöjande åtgärder (Figur 13a-d). Största variationen inom växtsamhällena påträffades inom arealklass C, följt av arealklasserna B och A. Arealklass D visar anmärkningsvärt liten variation och en liten förklaringsgrad av variationen mellan växtsamhällen. Som framgår i tabell 3 är de 1,3 % som kan förklaras i denna arealklass avsevärt lägre än förklaringsgraden i någon annan undergrupp. Som jämförelse kan nämnas att den näst lägsta förklaringsgraden i tabell 3 är 20,3 %!

I arealklass A är jordsvamp (70), dvärglumner (14, +), stormhatt (-) och kärrkniprot (32, +) de signalarter som är mest positivt relaterade till storleken av objektet men negativt relaterad till odlingsrösen, frisk vegetation och frånvaro av kronbuskar. Den första axeln separerar fuktiga marker med slutet busktäcke från torra marker med öppet landskap och marin strand. Brudsporre (11, +) och svinrot (54, +) och många andra arter är positivt korrelerade med första axeln och relaterade till olika vegetationstyper, förekomsten av marin strand, vät/kalkbleke, hägnader som består av mur och trivs bäst på marker opåverkade av produktionshöjande åtgärder.

Tabell 3: Resultat av kanonisk korrespondensanalys (CCA) av de 32 undergrupperna. Tabellen visar egenvärden för första och andra CCA-axeln, deras kumulativa förklaringsgrad (i procent) och total varians i artdata (total inertia). PO = produktionsområde, N= antal objekt i varje undergrupp.

PO	Arealklass	N	CCA-axel 1	CCA-axel 2	Summa	% förklaring	Total inertia
1	A	185	0,226	0,173	0,399	39,9	6,267
	B	177	0,167	0,13	0,297	29,7	5,757
	C	256	0,2	0,124	0,324	32,4	6,785
	D	333	0,263	0,186	0,449	44,9	6,96
2	A	1193	0,199	0,161	0,36	36	6,804
	B	1266	0,152	0,099	0,251	25,1	6,655
	C	2071	0,157	0,101	0,258	25,8	6,72
	D	3098	0,008	0,005	0,013	1,3	7,205
3	A	938	0,164	0,11	0,274	27,4	7,291
	B	858	0,226	0,14	0,366	36,6	7,79
	C	1413	0,155	0,078	0,233	23,3	7,005
	D	1122	0,113	0,09	0,203	20,3	7,188
4	A	1322	0,157	0,093	0,25	25	7,147
	B	1418	0,151	0,087	0,238	23,8	6,876
	C	2270	0,147	0,092	0,239	23,9	7,055
	D	1890	0,15	0,089	0,239	23,9	6,899
5	A	7022	0,155	0,081	0,236	23,6	7,287
	B	4654	0,146	0,069	0,215	21,5	7,218
	C	5629	0,142	0,09	0,232	23,2	7,133
	D	3199	0,15	0,076	0,226	22,6	7,048
6	A	1243	0,149	0,101	0,25	25	7,54
	B	815	0,143	0,075	0,218	21,8	6,949
	C	838	0,164	0,138	0,302	30,2	6,672
	D	434	0,182	0,13	0,312	31,2	6,924
7	A	1319	0,128	0,088	0,216	21,6	7,498
	B	588	0,139	0,098	0,237	23,7	6,951
	C	433	0,144	0,082	0,226	22,6	6,564
	D	192	0,184	0,157	0,341	34,1	5,971
8	A	589	0,191	0,125	0,316	31,6	6,908
	B	274	0,189	0,145	0,334	33,4	6,71
	C	245	0,203	0,146	0,349	34,9	6,188
	D	183	0,261	0,184	0,445	44,5	6,99

I arealklass B, i produktionsområde 2, kan förekomsten av många signalarter som t.ex. backsippa (4, +), backnejlika (3, +), backtimjan (5, +), axveronika (2, +), spåttistel (51, +), jordsvamp (70), vildlin (58, +), brudsporre (11, +) och ädelsvamp (71) förklaras av närvaron av marin strand, vät/kalkbleke och av N1630. Även här skiljer den första axeln fuktiga marker från mer kalkiga, torra marker. Opåverkade marker och N7230 (Rikkärr) är starkt korrelerat med första axeln och tycks ha förklarande samband med förekomsten av ängsstarr (65, +), majviva (35, +), havssälting (23, +), svinrot (54, +), ängsnycklar (63, +) och trift (55, +). Signalarterna kärrsälting (33, +), kärrkniprot (32, +), ormtunga (38, +), fjällskära (16, +), slåtterblomma (45, +) och fjällgröe (15, +) är negativt korrelerade till frisk vegetation och ett halvöppet kronträdtäcke men positivt relaterade till area och fuktig vegetation.

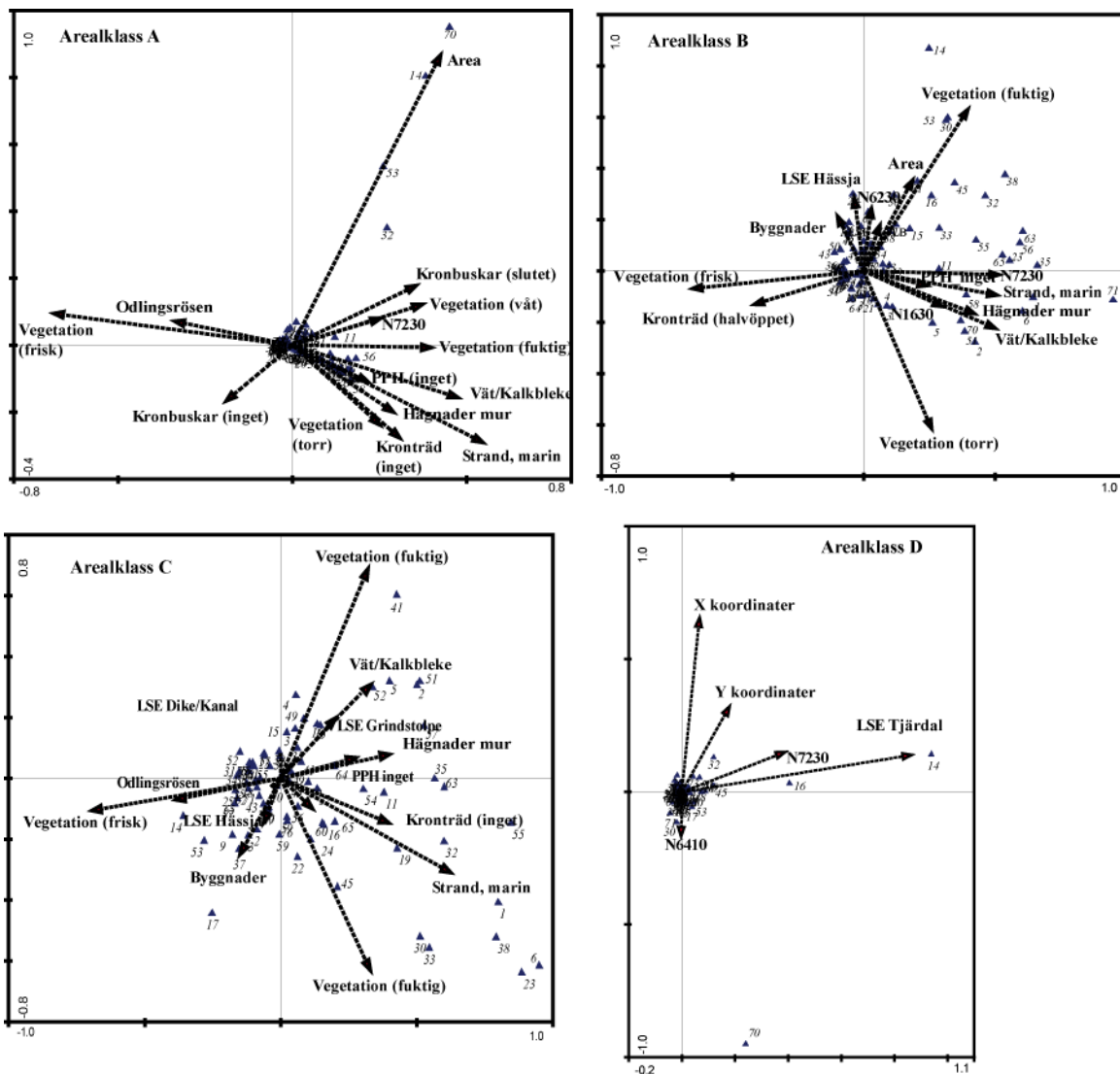


Figur 12: CCA-diagram som illustrerar variationen inom växtsamhällen och miljöfaktorer som förklarande variabler i produktionsområde 1 för (a) arealklass A, (b) arealklass B, (c) arealklass C, och (d) arealklass D. Siffrorna visar olika växtarter (Tabell B1) och t.ex. N1630 betecknar Natura 2000-områden (Tabell B2).

Dvärglummer (14, +) är ganska ovanlig och förekommer mest på fuktiga marker med fuktig vegetation, en marktyp som också är positiv relaterad till stormhatt (53, -) och klockgentiana (30, +). Växtsamhällena i arealklass C visar stor variation och förekomsten av arterna tycks vara knuten till särskilda miljöfaktorer. Den första axeln skiljer tydligt fuktiga från torra marker. Sankt Pers nycklar (41, +) trivs bäst på marker med torr vegetation och arten är negativt relaterad till frisk vegetation, antal byggnader och odlingsrösen. Backsippa (4, +), solvändearter (49, +), fjällgröe (15, +), backnejlika (3, +) är också relaterade till torr vegetation, medan stagg (52, +), backtimjan (5, +), axveronika (2, +), och spåtistel (51, +) är positivt relaterade till vät/kalkbleke och grindstolpar. Ängsskära trivs bäst på marker utan produktionshöjande åtgärder och även majviva (35, +) och ängsnycklar (63, +) som är starkt positivt korrelerade med första axeln är positivt korrelerade till marker utan påverkan. Förekomsten av svinrot (54, +), brudsporre (11, +), trift (55, +), kärrkniprot (32, +) och granspira (19, +) kan bäst förklaras med frånvaro av trädkrontäcke och närvaro av marin strand. Arunararter (1, +), ormtunga (38, +), blåsklöver (6, +) och havssälting (23, +) är ovanliga och förknippade med marin strand medan klockgentiana (30, +) och kärrsälting (33, +) förekommer på marker med fuktig vegetation. Fjälltimotej (17, +), ormrot (37, +), brudborste (9, +) och stormhatt (53, -) är negativt korrelerade med andra axeln och deras förekomst är relaterad till närvaro av byggnader. Växtsamhället i arealklass D visar liten variation och förekomsten av kärrkniprot (32, +) fjällskära (16, +) och dvärglummer (14, +) förklaras bäst av geografiskt läge (latitud), N7230 och antal tjärdalar på marken. Objekt med klockgentiana (30, +), ädelsvamp (71) och fjälltimotej (17, +) skiljer sig lite från mängden och är relaterade till Natura 2000 område N6410. Förekomsten av jordsvamp (70) är negativt korrelerat till andra axeln och verkar rätt ovanligt i den stora arealklassen inom produktionsområde 2. Förekomsten av landskapselement tjärdal är relativt starkt positivt korrelerat med första axeln och positivt relaterad till dvärglummer (14, +) och fjällskära (16, +).

I produktionsområde 3, som sträcker sig över Väster- och Östergötland visar CCA-analysen att mellan 20,3 % (arealklassen D) och 36,6 % (arealklassen B) av den totala variationen inom växtsamhällen kunde förklaras av olika typer av vegetation, antalet murar, byggnader och olika Natura 2000 område (Figur 14a-d). Största variationen inom växtsamhällena påträffas inom arealklassen C, medan arealklassen D visar mycket mindre variation. I arealklass A är N1330, frånvaro av kronträd och marin strand moderat positivt korrelerat med första CCA-axeln. Denna axel separerar också marker med fuktig eller våt vegetation från torra marker. N7160, som präglas av mineralrika källor och kallkärr, och antalet byggnader är positivt korrelerat till andra axeln och relaterad till förekomsten av slätterblomma (45, +), fjälltimotej (17, +), och stormhatt (53, -). Signalarterna dvärglummer (14, +) och fjällskära (16, +) tycks vara förknippade med marker med fuktig eller våt vegetation och till en del med N7160. Kärrsälting (33, +) är starkt relaterad till fuktiga marker. Förekomsten av svinrot (54, +),

ormtunga (38, +), kärrknipt (32, +), ängsstarr (65, +), brudsporre (11, +), blåsklöver (6, +), havssälting (23, +) är positivt korrelerad med första axeln och relaterad till öppna marker av Natura 2000 typ N1330 (salta strandängar). Även ängsnycklar (63, +), arunararter (1, +), majviva (35, +) och trift (55, +) är förknippad med marina förhållanden, medan backtimjan (5, +), axveronika (2, +), Sankt Pers nycklar (41, +), spåttistel (51, +) och vildlin (58, +) är vanligare på marker med våt/kalkbleke och lite torrare markförhållanden med förekomst av murar.



Figur 13: CCA-diagram som illustrerar variationen inom växtsamhällen och miljöfaktorer som förklarande variabler i produktionsområde 2 för (a) arealklass A, (b) arealklass B, (c) arealklass C, och (d) arealklass D. Siffrorna visar olika växtarter (Tabell B1) och t.ex. N1630 betecknar Natura 2000-områden (Tabell B2).

I arealklass B separerar den första axeln tydligt arter med salta och marina habitatpreferenser från arter som förekommer på fuktiga marker och kärr. Blåsklöver (6, +), havssälting (23, +) och trift (55, +) föredrar salta marker, medan skräppearter (44, -), trift (55, +), brännässla (12, -), ormtunga (38, +), arunararter (1, +) och kärrsälting (33, +), som är positivt korrelerade med första axeln, lutar åt mer öppna landskap med mindre saltpåverkan. Många arter som t.ex. Sankt Pers nycklar (41, +), ängsstarr (65, +), brudsporre (11, +) och stormhatt (53, -) är måttligt negativt korrelerade till andra axeln och deras förekomst förklaras bäst av marker med fuktig vegetation och ett kärrigt inslag. Särskilt ängsnycklar (63, +), majviva (35, +), kärrkniprot (32, +) och svinrot (54, +) är starkt relaterade till rikkärr (N7230).

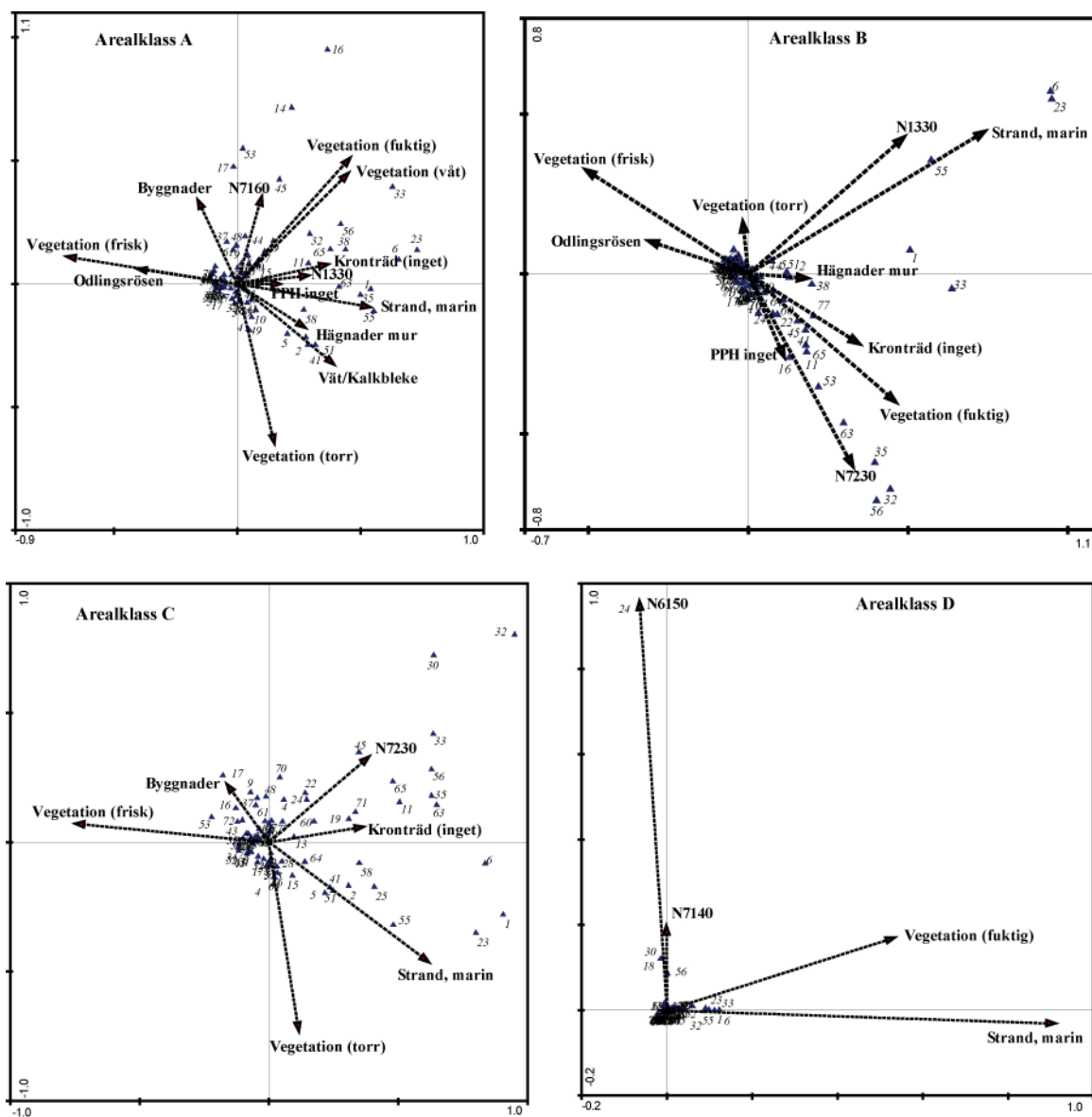
I arealklass C är mönstret liknade det i arealklass B. Den första axeln skiljer kärr från saltpåverkade marker. Den andra axeln skiljer däremot rikkärr (N7230) från bebyggda trakter och marker med frisk vegetation. Jordsvamp (70), smörboll (48, +), ängsfryle (61, +), ormrot (37, +), brudborste (9, +), fjälltimotej (17, +) och fjällskära (16, +) är positivt korrelerade med andra axeln och deras förekomst är främst relaterad till bebyggelse. Många arter är positivt korrelerade till första axeln och trivs bäst antingen på myrmarker (t.ex. slätterblomma (45, +), ängsstarr (65, +), kärrsälting (33, +), svinrot (54, +), ängsstarr (65, +), brudsporre (11, +) och ängsnycklar (63, +)) eller på marina strandmarker (t.ex. trift (55, +), hundkäx (25, -), vildlin (58, +), axveronika (2, +) och Sankt Pers nycklar (41, +)).

I arealklass D visar växtsamhällena mycket lite variation och rumsig strukturering. Alpina/subalpina silikatgräsmarker (N6150) är positivt korrelerat med andra axeln och visar ett starkt samband med hirsstarr (24, +), medan N7140 (öppna svagt välvda mossar), även den variabeln positivt korrelerad med andra axeln, förklarar förekomsten av klockgentiana (30, +), fältgentiana (18, +) och svinrot (54, +). Fuktig vegetation och marin strand är positivt korrelerat med första axeln, och tycks ha ett samband med havssälting (23, +), kärrsälting (33, +), trift (55, +), fjällskära (16, +) och kärrkniprot (32, +) som är också positivt relaterade till första axeln.

Den kanoniska korrespondensanalysen av produktionsområde 4 resulterade i att mellan 23, 8 % (arealklass B) och 25 % (arealklass A) av den totala variationen inom växtsamhällena kunde förklaras av mestadels olika typer av vegetation, landskapselement som antal hässjor och byggnader, marin strand, frånvaro eller närvaro av träd och ett Natura 2000 område (N7230) (Figur 15a-d). Produktionsområde 4 sträcker sig över stora delen av Svealand (Södermanland, Uppland, Mälaren, Hjälmaren och Värmland vid Väneren) med många kustnära marker. I alla arealklasser förutom arealklass B skiljer den första CCA-axeln objekt med fuktig vegetation eller torr vegetation och marin strand från objekt med frisk vegetation, som är negativt korrelerat med första axeln.

Den första axeln skiljer också kalkhaltiga respektive saltpåverkade marker från torra marker. I alla arealklasser visar växtsamhällena stor rumsig strukturering. I alla arealklasser är arter som t.ex. ormtunga (38, +), trift (55, +), kärrsälting (33, +), arunararter (1, +), blåsklöver (6, +) och havssälting (23, +) förknippade med marin strand och skiljer sig betydligt från marker med torr vegetation och

vät/kalkbleke där signalarter som Sankt Pers nycklar (41, +), spåtistel (51, +), vildlin (58, +), axveronika (2, +), backtimjan (5, +), fjällgröe (15, +) och jord- och ädelsvamp (70, 71) förekommer. I arealklass A är dessutom ögontröstarter (68, +), brudsporre (11, +) och darrgräs (13, +) och i arealklass C granspira (19, +) och brudsporre (11, +) relaterade till marker med rikkärr (N7230). I arealklass C och D förklarar antalet byggnader en del av variationen i växtsamhället, men är av underordnad betydelse relativt de andra signifikanta förklaringsvariablerna i dessa arealklasser. I arealklass B förklarar antalet hässjor och frisk vegetation en del av den rumsliga strukturen hos växtsamhällen som innehåller t.ex. dvärglumner (14, +), låsbråkenarter (34, +), ormrot (37, +), smörboll (48, +), brudborste (9, +), stormhatt (53, -) och fjälltimotej (17, +).

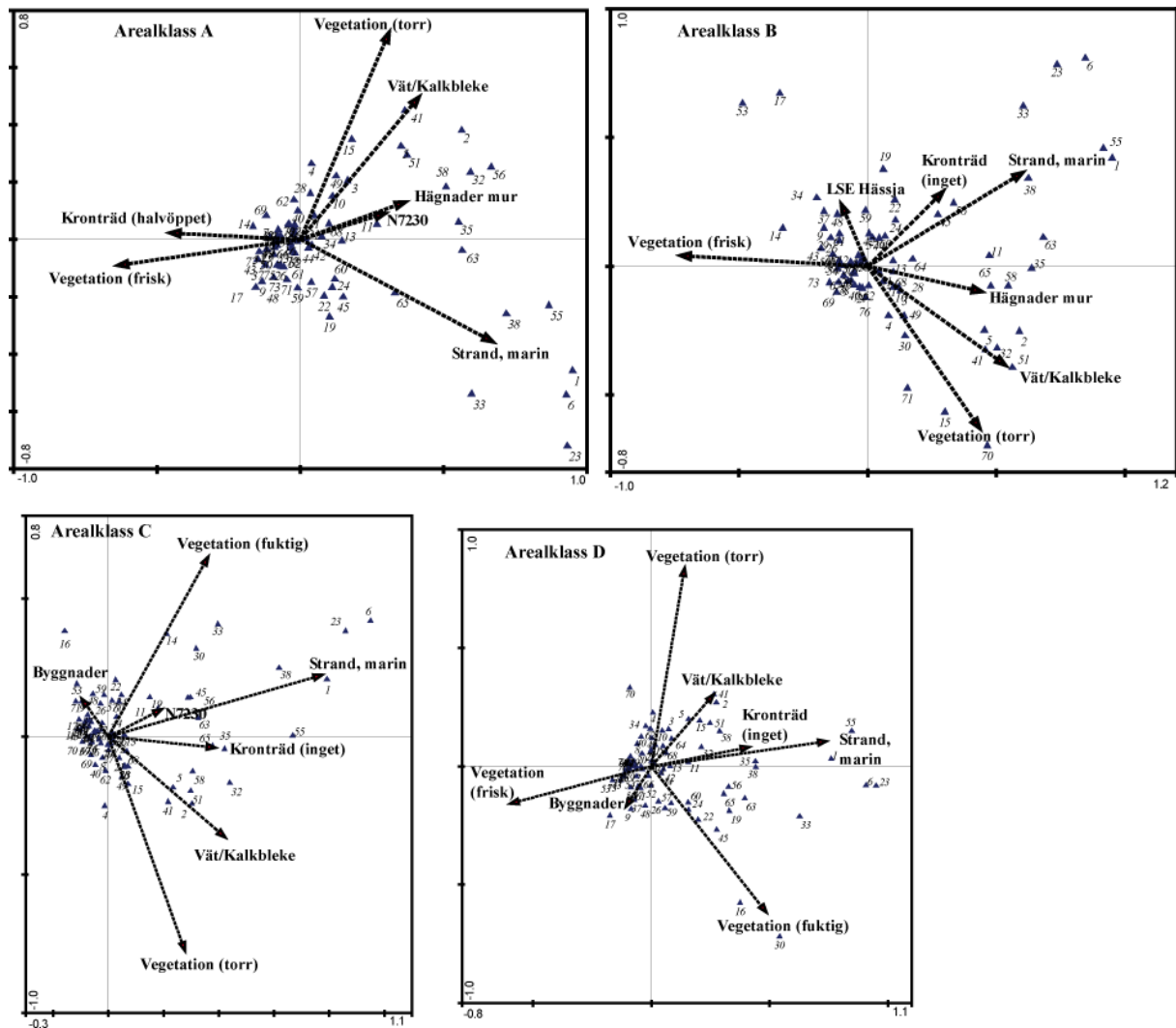


Figur 14: CCA-diagram som illustrerar variationen inom växtsamhällen och miljöfaktorer som förklarande variabler i produktionsområde 3 för (a) arealklass A, (b) arealklass B, (c) arealklass C, och (d) arealklass D. Siffrorna visar olika växtarter (Tabell B1) och t.ex. N1630 betecknar Natura 2000-områden (Tabell B2).

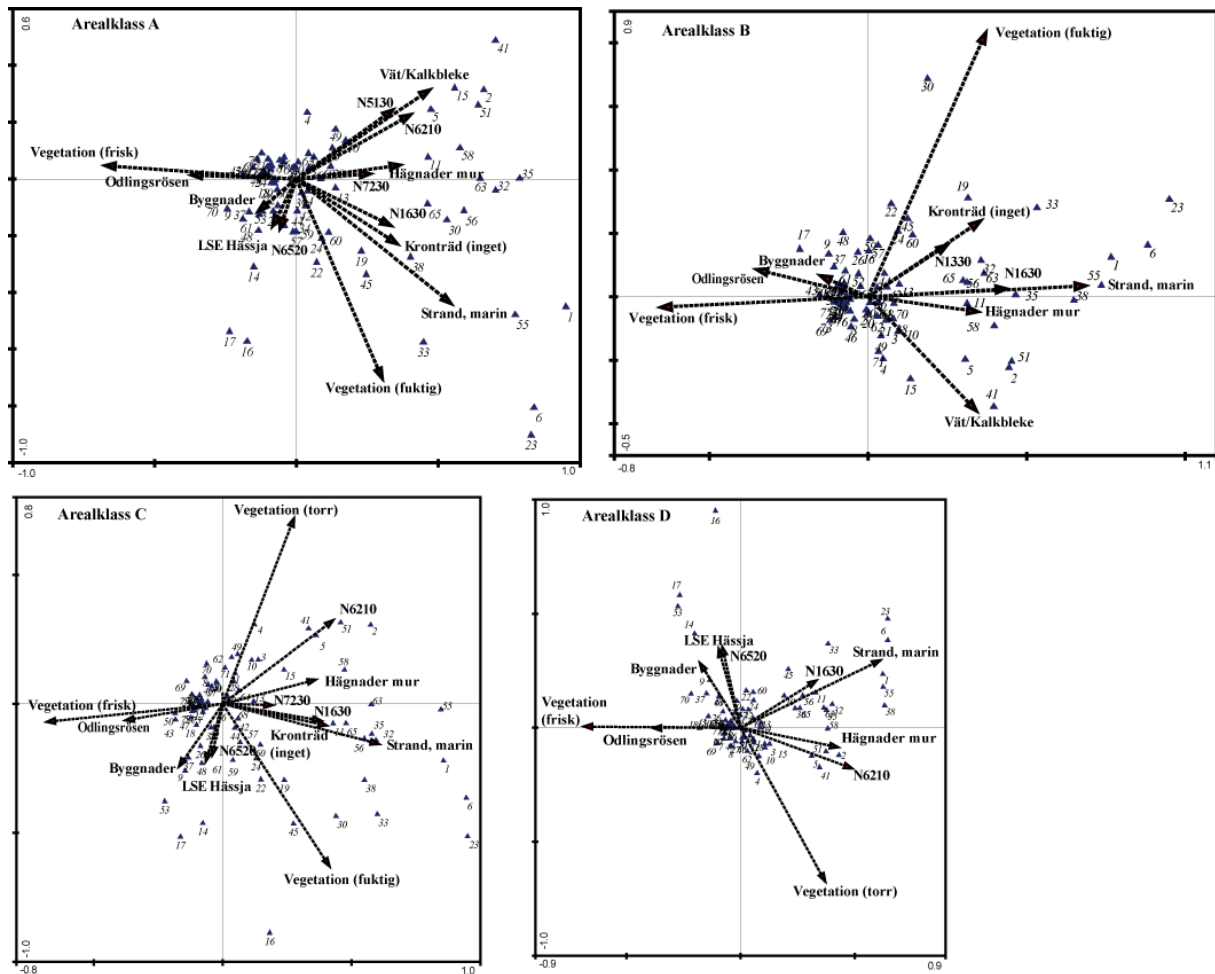
Produktionsområde 5 är det största produktionsområdet och utgör en stor del av den boreonemorala regionen (Skåne, Götaland), inklusive både öst- och västkust. Den kanoniska korrespondensanalysen på data från detta område visar att mellan 21,5 % (arealklass B) och 23,6 % (arealklass A) av variationen inom växtsamhällena kunde förklaras av mestadels olika vegetationstyper, landskapselement, marin strand och olika Natura 2000-områden. Figur 16a-d illustrerar att växtsamhällena i alla arealklasser visar tydliga mönster och att dessa mönster är väl relaterade till de uppmätta miljöfaktorer. Den första CCA-axeln i alla arealklasser separerar tydligt saltpåverkade eller/och fruktiga marker från mer kalkhaltiga, torra marker. Denna axel skiljer även kustnära och fuktiga marker från marker med dominerade frisk vegetation och de som har mer eller mindre påverkan av åkerbruk i form av närvaro av odlingsrösen. Den andra axeln skiljer mest öppna (utan kronträdstäck), kustnära marker med havsstrandsängar (N1630) eller kalkhaltiga hedar och kalkgräsmarker (N5130 och N6210) från bebyggda marker som har spår av hässjor. Denna axel skiljer också Natura 2000-området N6520, som utgörs av höglänta slätterängar, från havsstrandsängar (N1630). Objekt med typiska signalarter som t.ex. trift (55, +), arunarter (1, +), blåsklöver (6, +), havssälting (23, +), ormtunga (38, +) och majviva (35, +) på marina stränder är tydligt separerade från objekt med arter som t.ex. backtimjan (5, +), Sankt Pers nycklar (41, +), axveronika (2, +), fjällgröe (15, +) och spåtistel (51, +) som i alla arealklasser är relaterade till kalkrika marker. Däremot är fjälltimotej (17, +), brudborste (9, +), fältgentiana (18, +), ormrot (37, +), jordsvamp (70), stormhatt (53, -) och dvärglumner (14, +) typiska arter på mer bebyggda, höglänta slätterängar (N6520) med hässjor. I arealklass C och D är backsippa (4, +), solvändearter (+) och ängshavre (62, +) relaterad till torra marker.

Produktionsområde 6 utgör den sydligaste delen av Norrland och sträcker sig över Gästrikland och Dalarna. Den kanoniska korrespondensanalysen av objekt i detta produktionsområde resulterade i att mellan 21,8 % (arealklassen B) och 31,2 % (arealklassen D) av den totala variationen inom växtsamhällena kunde förklaras av mestadels fuktig eller frisk vegetation, marin strand och olika Natura 2000-områden (Figur 1a-d). På samma sätt som för de andra produktionsområdena skiljer den första axeln mestadels kalkhaltiga/torra marker från kustnära eller fuktiga marker. Signalarter som t.ex. Sankt Pers nycklar (41, +), majviva (35, +), spåtistel (51, +), ängsnycklar (63, +), låsbråkenarter (34, +), svinrot (54, +) som förekommer på torra, kalkhaltiga marker och inom Natura 2000-områdena N6110 (gräsmarker på kalkhällar) och N6210 (kalkgräsmarker) separerades tydligt från arter vanliga på saltpåverkade marker (t.ex. havssälting (23, +), blåsklöver (6, +), arunarter (1, +), kärrsälting (33, +), trift (55, +)). Dessutom är objekt i både arealklass A och B på kalkhaltig eller saltig mark separerade från objekt med mark med mer frisk vegetation. Förekomsten av ädelsvamp (71) är starkt relaterad till sandhaltiga marker vilket illustreras av sambanden mellan denna artgrupp och Natura

2000 området N2130 (sanddyner med örtvegetation) i arealklass C, och med närvaron av sandblottor i arealklass D. I denna arealklass, som omfattar de största ängs- och betesmarkerna, är dessutom fjällgröe (15, +), ängsnycklar (63, +), majviva (35, +), svinrot (54, +), Sankt Pers nycklar (41, +) och spåtistel (51, +) korrelerade med den andra CCA-axeln och deras förekomst kan förklaras med närvaron av fuktängar (N6410).

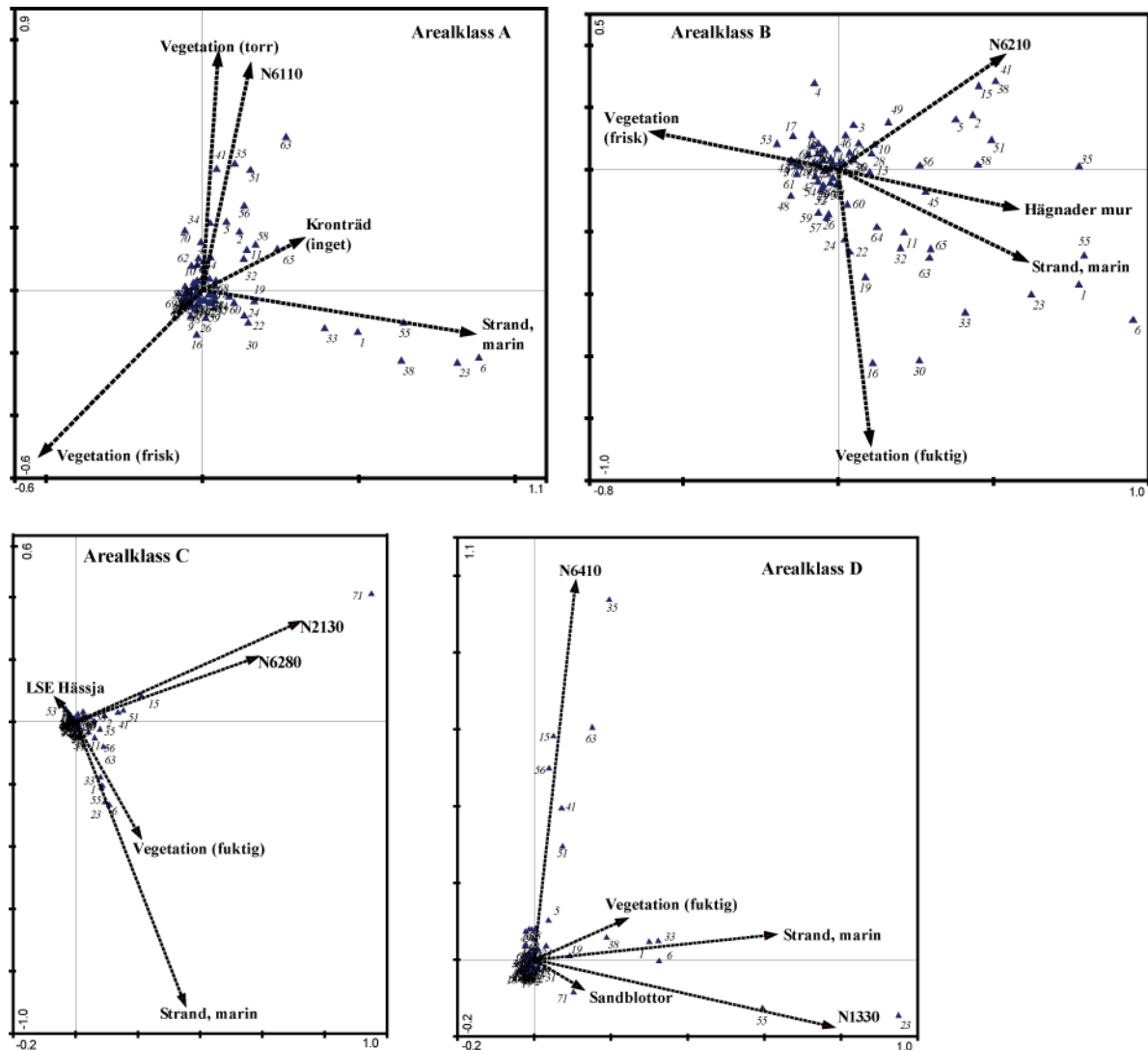


Figur 15: CCA-diagram som illustrerar variationen inom växtsamhällen och miljöfaktorer som förklarande variabler i produktionsområde 4 för (a) arealklass A, (b) arealklass B, (c) arealklass C, och (d) arealklass D. Siffrorna visar olika växtarter (Tabell B1) och t.ex. N1630 betecknar Natura 2000-områden (Tabell B2).



Figur 16: CCA-diagram som illustrerar variationen inom växtsamhällen och miljöfaktorer som förklarande variabler i produktionsområde 5 för (a) arealklass A, (b) arealklass B, (c) arealklass C, och (d) arealklass D. Siffrorna visar olika växtarter (Tabell B1) och t.ex. N1630 betecknar Natura 2000-områden (Tabell B2).

I CCA-analysen av produktionsområde 7 kunde mellan 21,6 % (arealklass A) och 34,1 % (arealklass D) förklaras, mestadels av fuktig eller frisk vegetation, marin strand och olika Natura 2000-områdena (Figur 18a-d). Produktionsområde 7 sträcker sig från den sydvästra delen av Norrland, och vidare längs den norrländska kusten och omfattar även delar av jämtländska fjällen. Arter i arealklass A, C och D visar rätt tydlig rumslig strukturering, medan växtsamhällen i arealklass B visar lite variation. I arealklass A och C skiljer den första CCA-axeln objekt med saltpåverkade marker från marker med frisk vegetation. I arealklass C skiljer den andra axeln dessutom objekt med fuktig vegetation från objekt med bebyggelse, medan i arealklass A, skiljer denna axel öppna marker från marker som bär spår av hässjor. Likadant som i de andra produktionsområdena är signalarter, vanliga för fuktiga marker som t.ex. stormhatt (53, -), kärresälting (33, +), granspira (19, +), slätterblomma (45, +), klockgentiana (30, +), ormtunga (38, +) och ängsbräsma (60, +) tydligt separerade från arter som är



Figur 17: CCA-diagram som illustrerar variationen inom växtsamhällen och miljöfaktorer som förklarande variabler i produktionsområde 6 för (a) arealklass A, (b) arealklass B, (c) arealklass C, och (d) arealklass D. Siffrorna visar olika växtarter (Tabell B1) och t.ex. N1630 betecknar Natura 2000-områden (Tabell B2).

vanliga på kalkmarker (t.ex. majviva (35, +), Sankt Pers nycklar (41, +), vildlin (58, +), kärrkniprot (32, +), svinrot (54, +), ängsstarr (65, +)) eller saltpåverkade marker och havsstrandängar (t.ex. kärrsälting (33, +), havssälting (23, +), blåsklöver (6, +), ängsstarr (65, +), spåtistel (51, +), trift (55, +), arunarter (1, +), kärrkniprot (32, +)). I arealklass C visar arter som brudborste (9, +), ängsfryle (61, +), Jungfru Marie nycklar (26, +) och ormrot (37, +) ett samband med antal byggnader på ängs- och betesmarker, medan förekomsten av ängssvamp (72), jordsvamp (70) och hamlade träd (73) är relaterad till mark med frisk vegetation. Marker med ädelsvamp (71) är sällsynta och deras förekomst visar svaga samband med närvaron av frisk vegetation. I arealklass B visar växtsamhällena en liten variation. Objekt med fältgentiana (18, +) och stormhatt (53, -) är ovanliga men kan förklaras av att det finns höglänta slåttängar (N6520). Objekt med fjällgröe (15, +) är ovanliga i arealklasserna A och

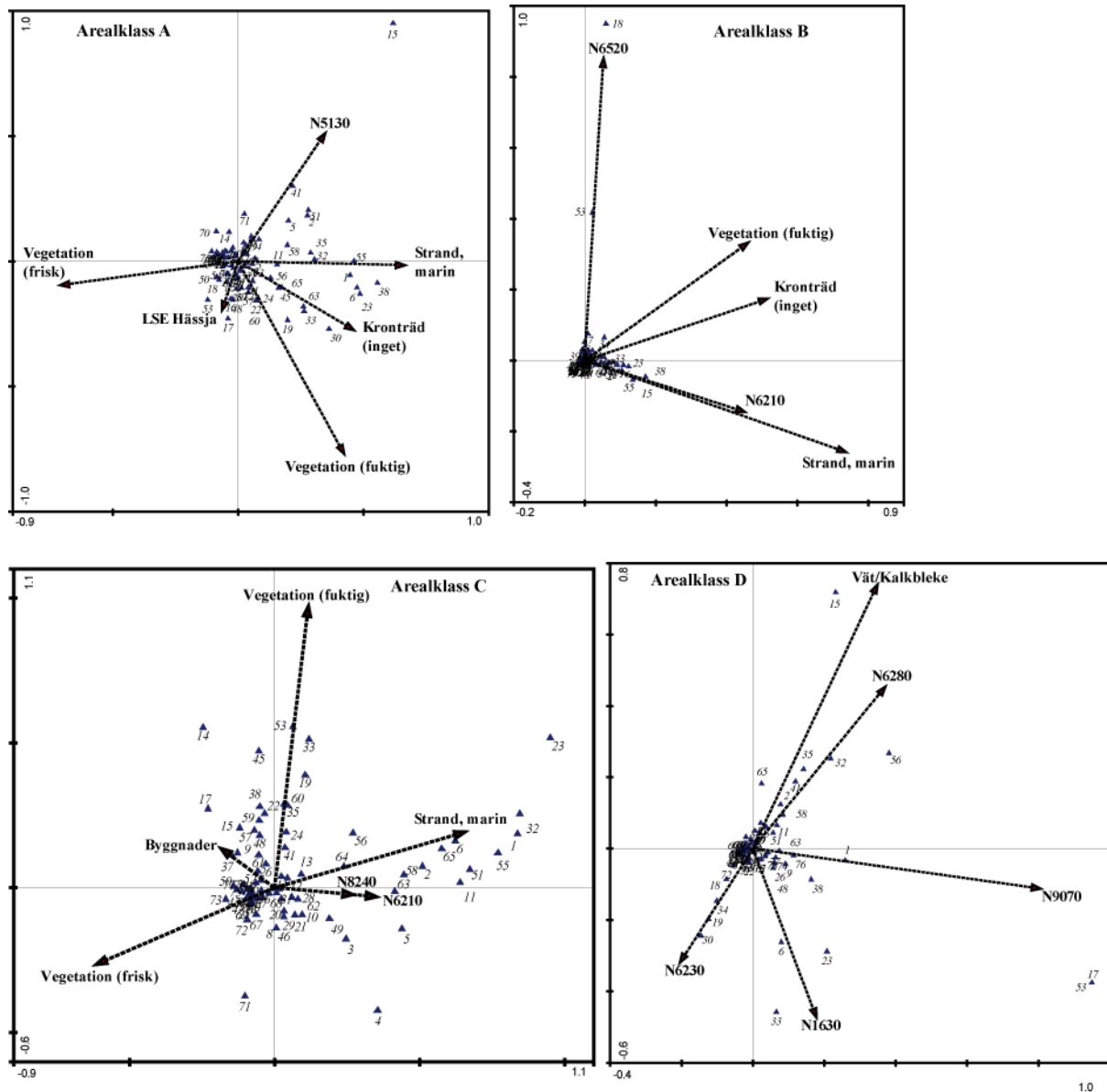
D. Artens förekomst är relaterad till kalkhaltiga marker. I arealklass D är N9070 (trädbeklädda betesmarker) starkt positivt korrelerat med första axeln och förklarar till viss del förekomsten av arunarter (1, +), fjälltimotej (17, +) och stormhatt (53, -). Däremot är dessa arter starkt rumsligt separerade från signalarterna fältgentiana (18, +), låsbråkenarter (34, +), granspira (19, +) och klockgentiana (30, +) som förekommer mest på stagg- och gräsmarker på silikatsubstrat (N6230).

Produktionsområde 8 sträcker sig från den sydvästliga delen av Norrland över fjällen och omfattar hela Norra Norrland (Lappland). Den kanoniska korrespondensanalysen av objekt i detta område visar att mellan 31,6 % (arealklass A) och 44,5 % (arealklass D) av variationen inom växtsamhällena kunde förklaras av fuktig eller torr vegetation, marin strand, arealstorlek och olika Natura 2000-områdena (Figur 19a-d). Även här finns en tydligt rumslig strukturering med en uppdelning av objekt tillhörande antingen fuktiga marker eller kalk- och saltpåverkade marker. Kalkhaltiga marker i arealklass A är korrelerade med andra axeln och är relaterade till arter som Sankt Pers nycklar (41, +), fjällgröe (15, +), axveronika (2, +) och spåtistel (51, +), medan marin strand, N7140 (öppna, svagt mossar) och mosse är positivt korrelerat till första axeln och relaterad till signalarterna majviva (35, +), ängsnycklar (63, +), svinrot (54, +) och havssälting (23, +). Några arter som brudsporre (11, +), kärresälting (33, +), ängsstarr (65, +), blåsklöver (6, +) förekommer både på strandängar (N1330) och marker med mosse, men även på mer fuktiga marker. Objekt med dvärglumner (14, +), jordsvamp (70), stormhatt (53, -) och klockgentiana (30, +) skiljer sig betydligt från andra objekt och dessa arters förekomst är relaterad till objektstorleken. Fältgentiana (18, +), Jungfru Marie nycklar (26, +), gökblomster (22, +) och rödkämpar (40, +) är arter som mest förekommer på högörtängar (N6430).

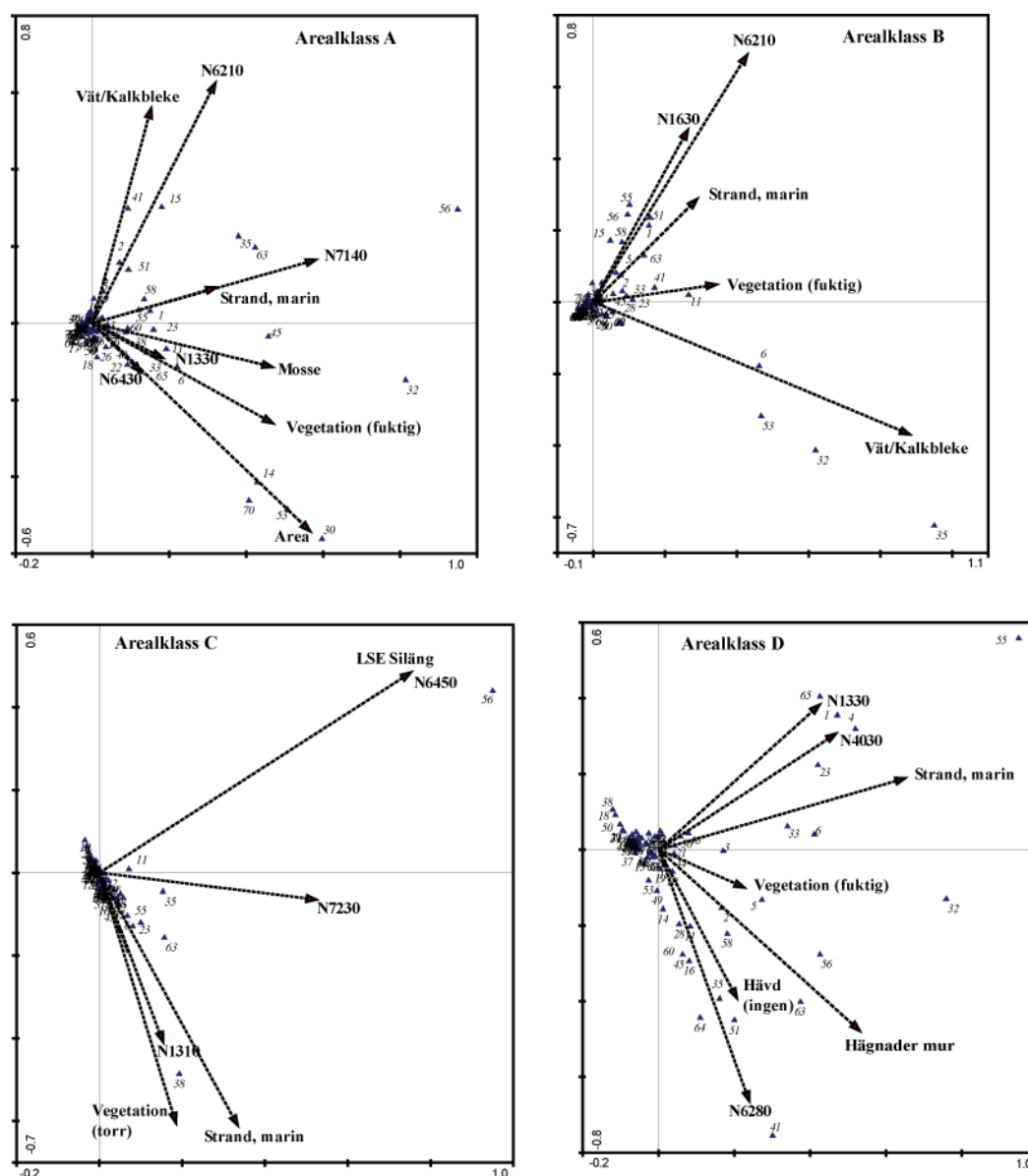
I arealklass B separerar den första axeln objekt med signalarter vanliga på kalkhaltiga och salta marker (t.ex. trift (55, +), svinrot (54, +), vildlin (58, +), fjällgröe (15, +), spåtistel (51, +), arunarter (1, +), ängsnycklar (63, +) och backtimjan (5, +)) från arterna blåsklöver (6, +), stormhatt (53, -), kärrenpiprot (32, +) och majviva (35, +) som finns på inventeringsmarker som är präglade av kalkbleke. Fuktig vegetation är positivt korrelerad med första CCA-axeln och förklarar förekomsten av t.ex. kärresälting (33, +), havssälting (23, +), brudsporre (11, +) och Sankt Pers nycklar (41, +). I arealklass C separerar den första axeln tydligt objekt med signalarten ormtunga (38, +) som förekommer på marker med torr vegetation, ler- och sandsediment (N1310) och viss havsstrandpåverkan från objekt med svinrot (54, +) som är relaterad till boreala alluviala ängar (N6450) och en viss påverkansgrad (siläng, som är en fördämningskonstruktion med syfte att öka foderproduktion, Persson, 2005).

I arealklass D skiljer första axeln objekt med salta ängsmarker och torra hedar från objekt med fuktig vegetation. De objekt med växtsamhällena präglade av arter som t.ex. ängsstarr (65, +), arunarter (1, +), backsippa (4, +) och havssälting (23, +) är tydligt separerat från objekt med signalarter som t.ex. Sankt Pers nycklar (41, +), ängsskara (64), spåtistel (51, +), fjällskära (16, +), slåtterblomma (45, +) och ängsbrämma (60, +), som förekommer mest på kalkhallmarker (N6280). Dessutom verkar majviva (35,

), ängsnycklar (63, +), svinrot (54, +), vildlin (58, +) och axveronika (2, +) gynnas av förekomsten av murar och frånvaron av hävd eller spår av betesdjur.



Figur 18: CCA-diagram som illustrerar variationen inom växtsamhällen och miljöfaktorer som förklarande variabler i produktionsområde 7 för (a) arealklass A, (b) arealklass B, (c) arealklass C, och (d) arealklass D. Siffrorna visar olika växtarter (Tabell B1) och t.ex. N1630 betecknar Natura 2000-områden (Tabell B2).



Figur 19: CCA-diagram som illustrerar variationen inom växtsamhällen och miljöfaktorer som förklarande variabler i produktionsområde 8 för (a) arealklass A, (b) arealklass B, (c) arealklass C, och (d) arealklass D. Siffrorna visar olika växtarter (Tabell B1) och t.ex. N1630 betecknar Natura 2000-områden (Tabell B2).

Slutsatser kring de kanoniska korrespondensanalyserna

De slutsatser som vi dragit ovan om olika växtarters preferenser är uteslutande baserade på TUVAs databasens urval av växtarter och olika miljövariabler. Detta får till följd att några arters korrelation till olika miljöfaktorer i några fall strider mot konventionell kunskap om växters habitatpreferenser. Till exempel visade en av CCA-modellerna att darrgräs är positivt korrelerad till rikkärr, när denna art enligt alla moderna floror föredrar torr till frisk hävdad mark. Likaså är diskussionen om vanlighet och ovanlighet baserad på olika arters förekomst i TUVAs databasen, och inte som helhet i Sverige.

De samband vi presenterar är korrelativa, i många fall finns det inte något direkt orsakssamband mellan förekomst av en växtart och en miljövariabel. För t.ex. produktionsområde 1 och arealklass D har vi funnit ett antal arter som är positivt korrelerade till antalet grindstolpar. Givetvis är det inte närvaron av grindstolpar som gynnar dessa arter. Istället måste man tolka detta som att grindstolpar indikerar en hävdtradition som i sin tur är gynnsam för de arter som matematiskt korrelerar till variabeln grindstolpar.

I många fall faller de havsnära naturtyperna ut som viktiga i de gradienter som extraherats ur datamaterialet i de olika CCA-analyserna. Detta är resultat som kan förväntas då ordinationer (PCA, CA och CCA) är statistiska metoder för att hitta gradienter i ett datamaterial. Att man då inom ett produktionsområde och en arealklass får resultatet att vegetationen i saltpåverkade objekt skiljer sig från inlandsobjekt är mest att se som kvalitetsdeklaration att metoden trots det begränsade urvalet av växter hittar denna uppenbara gradient.

Många av de signifikanta miljövariablerna utgörs av Natura 2000-områdena. Definitionen och beskrivningen av dessa är i många fall baserade på växtartsammansättning. Sambanden mellan närvaron olika signalarter och Natura 2000-områden är därför en form av cirkelresonemang eftersom vi funnit att en viss naturtyp är relaterad till de växtarter som använts för att definiera naturtypen. Så, detta är i sig inget resultat att lyfta fram, men fungerar ändå som en värdeomätare på metoden. Det riktigt intressanta är sambanden mellan övriga oberoende variabler i TUVAs databasen, och olika växtsamhällen som är urskiljda i CCA-ordinationerna. Trots att växter påverkas av långt fler variabler än de som ingår i TUVAs databasen, kan ändå TUVAs variabler beskriva mellan 20 och 50 procent av variationen i växtartsammansättning, vilket är en hög förklaringsgrad.

Den teknik som vi använt för att välja ut signifikanta miljövariabler ser till var och en av de testade variablerna oavsett inverkan från övriga variabler. Detta gör att vikten för varje miljövariabel testas individuellt. I snitt var det 7,6 signifikanta miljövariabler per undergrupp, med ett spann från 4 till 14. Flest signifikanta variabler återfanns i storleksklass A i produktionsområde 5, dvs. de minsta objekten i det produktionsområde som omfattar stora delar av Götaland, där olika vegetationstyper kontrasterar längs båda ordinationsaxlarna. Den undergrupp med lägst antal signifikanta förklaringsvariabler till fördelningen av växtarter, arealklass D i produktionsområde 3, hade dock två mycket tydliga gradienter: marin strand och Natura 2000 område N6150 (alpina och subalpina silikatgräsmarker). Att dessa två variabler utgör olika gradienter är kanske inte så förvånande, vilket däremot avsaknaden av andra signifikanta förklaringsvariabler är.

Av de 106 testade variablerna i Monte Carlo-permutationerna i CCA-ordinationerna var det 44 som hade en signifikant inverkan på artsammansättningen. Den variabel som förekom oftast i CCA-ordinationerna var marin strand som blev utvald i 23 av de 32 undergrupperna. Som diskuterats ovan är detta en habitattyp som är särpräglad och skapar gradienter när den finns med i samma analys som andra vegetationstyper. Nästan lika frekventa var kategorierna fuktig respektive frisk vegetation med 22 och 19 förekomster. Även habitattypen torr vegetation var väl representerad med 13 förekomster. De viktigaste kulturrelaterade variablerna var totala längden på förekommande murar, antalet byggnader, antalet hässjor, och antalet odlingsrösen, med 14, 12, 9 respektive 8 förekomster. Totalt sett var det sju kulturrelaterade variabler som förekom i CCA-ordinationerna. Utöver dessa variabler fanns 21 olika natura 2000-typer (utvalda mellan 1 och 10 gånger). Något förvånande vid en första anblick är den stora effekten av variabeln vät/kalkbleke. Kalkbleke är en jordart som huvudsakligen består av kalciumkarbonat, och bildas vanligtvis nära stränder i kalkövermättade sjöar i utpräglade kalktrakter. Detta är en mycket ovanlig naturtyp och i de fall det förekommer bleke i databasen kommer de objekten att särskilja sig och därmed bidra till att skapa de gradienter som uttrycks i ordinationer.

Sextiotvå av de testade variablerna visade dock inte någon signifikant relation till vegetationssammansättningen (Tabell 2). Detta innebär att dessa variabler inte har någon avgörande betydelse för vilka växter som hittades inom ett objekt i inventeringen. Detta betyder dock inte att variabeln med automatik är oviktig. Många av de variabler som inte kunde förklara växtartsammansättningen är viktiga ur bl.a. ett kulturhistoriskt perspektiv. Det finns inte något uppenbart sätt att generalisera vilka typer av variabler som visat sig vara oviktiga för fördelningen av växtarter. Variablerna omfattar samtliga mått på befolkningstäthet, några mått på kronslutenhet, några indirekta mått på kulturpåverkan i form av förekomst av olika kulturväxter, flera mått på förekomst av blöta partier som dammar eller fuktdrag, samt tio olika Natura 2000-områden. Dessutom ingår variabler som beskriver bete eller äng i kategorin variabler om inte kan förklara variationen i växtartsammansättning. Det sistnämnda är lite förvånande då det skulle kunna antas att ängsmark skulle gynna en annorlunda flora än betesmark. De uteblivna effekterna för dessa båda kategorier beror sannolikt på att vegetationsinventeringen i Ängs- och betesmarksinventeringen endast ser ett urval av växtarter, och att de växtarter som särskiljer dessa båda hävdskategorier faller utanför den fördefinierade artlistan.

Sammantaget indikerar detta att dominerande markfukt, men ej förekomst av blöta partier, är en viktig styrande variabel vad gäller artsammansättning, och att andra variabler som traditionellt anses viktiga så som krontäcke är av underordnad betydelse för sammansättningen av de växtarter som ingått i ängs- och betesmarksinventeringens urval. Intressant är också att antal odlingsrösen och hässjor föll ut som signifikanta förklaringsvariabler i relativt många ordinationer. Båda dessa landskapselement indikerar marker med en lång hävdtradition vilket förmodligen gynnat de arter som ingår i inventeringen.

Förekomsten av olika kulturväxter var inte relaterade till variationen i den övriga vegetationen. Denna kategori av arter reagerar visserligen på rådande miljöförhållanden och kunde därför antas visa liknande mönster som den naturliga artstocken. Kulturväxterna är dock planterade perenner och det ska till mycket drastiska miljöförändringar innan sådana växter utgår. Dessutom slås inte de delar av en ängsmark där det står t.ex. en syren eller ett äppelträd, vilket leder till att kulturväxterna utsätts för en annan hävd än de naturliga ängs- och betesmarksarterna som slås eller betas.

Förslag till vidare analyser

I denna rapport presenterar vi resultatet av en första explorativ analys av den stora databasen från ängs- och betesmarksinventeringen. Analyserna har behandlat de storskaliga mönstren i databasen. Utöver denna storskaliga analys finns mängder av mer både grov- och finskaliga resultat att utläsa ur databasen, men som inte rymts i detta uppdrag. Ett av huvudsyftena med uppdraget var att undersöka effekten av ekonomiskt stöd. På grund av tekniska problem blev leveransen av dessa data kraftigt försenad. Därav är effekter av ekonomiska bidrag endast analyserat i mycket grova drag. En naturlig första utvidgning av analysen av TUV A-databasen är därför mer ingående studier av effekten av ekonomiskt bidrag, t.ex. finns det enskilda karaktärer som skiljer objekt med bidrag från dem utan.

Ytterligare intressanta utvidgningar skulle vara att testa den indelning i undergrupper som vi använt oss av i denna analys. För att få en hanterbar storlek på datasetet delade vi in objekten i åtta fördefinierade produktionsområden. Indelningen av landet i dessa områden är baserad på andra variabler än de som ingår i TUV A-databasen, och är därmed objekt för en närmare skärskådning för att eventuellt hitta en mer naturlig indelning i undergrupper.

Vidare analyser behövs också för att utröna varför vissa variabler, t.ex. antal hässjor och totala längden på murar inom objekt, i många fall är styrande för artfördelningen mellan objekt, medan andra variabler som *a priori* skulle kunna antas vara viktiga inte faller ut som styrande. Likaså behövs vidare analyser för att undersöka varför kategorierna äng respektive bete inte skiljer ut sig trots att dessa två lika typer av hävd borde ge skillnader i växtsamhällena.

Ur naturvårdssynpunkt är ogödslade naturbetesmarker värdefulla. En fokusering på dessa objekt skulle i framtida analyser kunna ge värdefull kunskap om viktiga karakteristika hos denna hotade men värdefulla naturtyp.

Slutligen påminner vi om att ett av syftena med hela TUV A-databasen är att analysera tidsmässiga förändringar inom och mellan objekt. För vårt uppdrag har det saknats data för denna typ av analyser, men de tidsmässiga trenderna är mycket viktiga och bör så snart data finns tillgängliga analyseras och utvärderas. Ett av syftena med en sådan analys är att se till utvecklingen av antalet och den totala arealen av ängs- och betesmarker. För en sådan analys skulle en samkörning av data från de nationella övervakningsprogrammen NILS och Markinventeringen kunna ge värdefulla stöddata till TUV A-databasen.

Referens

Persson, K., 2005: Ängs- och betesmarksinventeringen 2002-2004. Rapport RA05:1, Jordbruksverket, Jönköping

Bilagor

Tabell B1: Nyckel till arter visade i CCA-diagram och deras egenskap som signalart. + = positiv signalart, - = negativ signalart.

Nyckel	Art	Signalart			
1	Arunarter	+	40	Rödkämpar	+
2	Axveronika	+	41	Sankt Pers nycklar	+
3	Backnejlika	+	42	Skallrearter	+
4	Backsippa	+	43	Skogsnäva	-
5	Backtimjan	+	44	Skräppearter	-
6	Blåsklöver	+	45	Slåtterblomma	+
7	Blåsuga	+	46	Slåtterfibbla	+
8	Bockrot	+	47	Slåttergubbe	+
9	Brudborste	+	48	Smörboll	+
10	Brudbröd	+	49	Solvändearter	+
11	Brudsporre	+	50	Sommarfibbla	+
12	Brännässla	-	51	Spåstistel	+
13	Darrgräs	+	52	Stagg	+
14	Dvärglummer	+	53	Stormhatt	-
15	Fjällgröe	+	54	Svinrot	+
16	Fjällskära	+	55	Trift	+
17	Fjälltimotej	+	56	Tätört	+
18	Fältgentiana	+	57	Veketåg	-
19	Granspira	+	58	Vildlin	+
20	Gullviva	+	59	Älggräs	-
21	Gulmåra	+	60	Ängsbräsmå	+
22	Gökblomster	+	61	Ängsfryle	+
23	Havssälting	+	62	Ängshavre	+
24	Hirsstarr	+	63	Ängsnycklar	+
25	Hundkäs	-	64	Ängsskara	
26	JungfruMarie nycklar	+	65	Ängsstarr	+
27	Jungfrulinarter	+	66	Ängsvädd	+
28	Kattfot	+	67	Ärenpris	+
29	Kläsefibbla	+	68	Ögontröstarter	+
30	Klockgentiana	+	69	Örnbräkenarter	-
31	Knägräs	+	70	Jordsvamp	
32	Kärrkniprot	+	71	Ädelssvamp	
33	Kärrsälting	+	72	Ängssvamp	
34	Läsbräkenarter	+	73	Hamlade träd	
35	Majviva	+	74	Värdefulla träd	
36	Nattviol	+	75	Grova träd	
37	Ormrot	+	76	Dött träd	
38	Ormtunga	+	77	Hålträd	
39	Prästkrage	+	78	Träd (totalt antal)	

Tabell B2: Nyckel till naturtyper som förklarade miljövariabler visad i CCA-diagram.

Nyckel	Naturtyp
N1310	Ler- och sandsediment med glasört och andra annueller
N1330	Salta strandängar
N1630	Havsstrandängar av Östersjötyp
N2130	Permanent sanddyner med örtvegetation
N2320	Torra sanddyner och sandfält med ljung- och kråkbärshedar
N2330	Gräsmarkssanddyner med borsttåtel och rödven
N4010	Nordatlantiska fukthedar med klockljung
N4030	Torra hedar (alla typer)
N4060	Fjällhedrar och boreala hedar
N5130	Enbuskmarker på hedar eller kalkgräsmarker
N6110	Gräsmarker på kalkhallar
N6120	Sandstäpp
N6150	Alpina och subalpina silikatgräsmarker
N6170	Alpina och subalpina kalkgräsmarker
N6210	Kalkgräsmarker (viktiga orkidélokaler)
N6230	Artrika stagg-gräsmarker på silikatsubstrat
N6270	Artrika torra-friska låglandsgräsmarker av fennoskandisk typ
N6280	Nordiskt alvar och prekambrika kalkhallmarker
N6410	Fuktängar med blåtåtel eller starr
N6430	Högörtängar
N6450	Nordliga boreala alluviala ängar
N6510	Slätterängar i låglandet
N6520	Höglänta slätterängar
N6530	Lövängar av fennoskandisk typ
N7140	Öppna svagt välvda mossar
N7160	Mineralrika källor och kalkkärr
N7210	Kalkkärr med gotlandsag
N7220	Källor med tuffbildning
N7230	Rikkärr
N8230	Pionjärvegetation på silikatrika bergytter
N8240	Uppspruckna kalkstenshällmarker
N9070	Trädklädda betesmarker av fennoskandisk typ
0	Kultiverad fodermark
1	Annan naturtyp