



Länsstyrelserna

Länsstyrelsen Dalarna och Länsstyrelsen Örebro



Miljöövervakning av rikkärr i Dalarnas och Örebro län

Tillståndsbeskrivning och utvärdering av metodik

Länsstyrelsen Dalarnas län rapport 2015:12, Länsstyrelsen Örebro län rapport 2015:27

Miljöövervakning av rikkärr i Dalarnas och Örebro län

Tillståndsbeskrivning och utvärdering av metodik

Daniel Udd, Urban Gunnarsson och Helena Rygne



Förord

Rikkärr är artrika myrar där man exempelvis kan hitta en stor rikedom av orkidéer. Förutom orkidéer finns här också en mängd andra arter av kärlväxter, mossor, insekter och mollusker. Rikkärr är oftast små till ytan och ligger insprängda i större landskap där de är viktiga för den biologiska mångfalden. I både Dalarnas och Örebro län har länsstyrelserna i början av 2000-talet gjort inventeringar för att hitta dessa artrika kärr så att de kan värnas och bevaras.

Artrikedomen i rikkärren är dock hotad, bland annat genom utdikning av våtmarker. Dessutom har en del av rikkärren tidigare använts för höproduktion. Den numera upphörda hävden leder till artfattigare myrtyper. För att bevara kärren satsar länsstyrelserna därför naturvårdsmedel på en aktiv skötsel i vissa rikkärr, oftast i form av slyröjning och slåtter eller bete.

För att följa hur rikkärren utvecklas i länen medverkar länsstyrelserna i Dalarnas och Örebro län i det gemensamma delprogrammet för miljöövervakning av rikkärr som har tagits fram av Naturvårdsverket. Metodiken som används är gemensam för alla län som ingår i delprogrammet. I Dalarnas län genomfördes den första inventeringsomgången inom miljöövervakningen under åren 2011 och 2014 och i Örebro län under åren 2012–2014. Miljöövervakningen av rikkärr är en viktig del av länenens arbete med miljömålen. Det är framförallt miljömålen Myllrande våtmarker och Ett rikt växt och djurliv som berörs.

I denna studie har data från inventeringarna i Dalarnas och Örebro län analyserats för att undersöka hur väl metodiken fungerar och med vilken precision förändringar kan identifieras. Resultaten från studien ger oss en möjlighet att justera metodiken inför fortsättningen, samtidigt som vi fått bra bakgrundsdata om tillståndet i länenens rikkärr.

Under arbetet har Johan Abenius och Per Olof Nystrand bidragit med viktiga synpunkter vid olika arbetsmöten. Vi vill också särskilt tacka Tommy Pettersson som genomfört inventeringarna i Örebro län och som tack vare sin stora erfarenhet av rikkärr lämnat värdefulla synpunkter om metodiken.

September 2015

Länsstyrelsen Dalarnas län

Länsstyrelsen Örebro län

Björn Forsberg
Enhetschef för Naturvårdsenheten

Johan Wretenberg
Enhetschef för Naturskyddsenheten

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	6
Inledning	7
Syfte	7
Bakgrund.....	7
Frågeställningar	8
Metodik.....	9
Inventering.....	9
Analys	12
Tillståndsbeskrivning.....	12
Styrkeanalys.....	13
Antal provytor som behövs vid analysen	15
Tillståndsbeskrivning	16
Storlek och geografi	16
Typiska arter för rikkärr	17
Täckningsgrad av brunmossor	20
Täckningsgrad av vitmossor	21
Täckningsgrad av spjutmossa.....	22
Täckningsgrad av skogsarter.....	23
Täckningsgrad av bar torv och bleke	24
Vegetationshöjd och högvuxna kärlväxter	25
Buskar och träd	29
Styrkeanalys.....	31
Parat t-test.....	31
Generalized linear mixed model.....	33
Analys av antalet småprovytor	35
Svagheter och förslag till förändringar	39
Slutsatser	41
Referenser	42

Bilagor	44
Bilaga A: Artlista	45
Bilaga B: Objektsammanställning	47
Bilaga C: Styrkefigurer - ej transformerade data	51
Bilaga D: Styrkefigurer - transformerade data	61
Bilaga E: Analys av antalet småprovytor	71

Sammanfattning

Rapportens syfte är att presentera tillståndet i rikkärren i Dalarnas och Örebro län och att utvärdera metoden och den statistiska styrkan i insamlade data. Naturtypen rikkärr och de arter som är beroende av den har varit hotade under lång tid. Det gemensamma delprogrammet för regional miljöövervakning av rikkärr syftar till att följa utvecklingen i tillståndet över lång tid. Dalarnas och Örebro län är nu klara med sina första inventeringsvarv och det har därför varit möjligt att sammanställa och utvärdera systematiskt insamlade data för rikkärren i länen.

Data är insamlade i systematiskt utlagda provytor för ett urval om 28 rikkärr per län. Tillståndet i rikkärren är beskrivet utifrån parametrar baserade på insamlade data. För att ta reda på vilken storlek som behövs på en förändring för att den ska vara möjlig att säkerställa i ett statistiskt test har vi gjort styrkeanalyser för parade t-test där varje objekt använts som en observation och för mer avancerade metoder där alla provytorna används som observationer (Generalized linear mixed model). Med hjälp av simuleringar har vi undersökt om antalet provytor är tillräckligt.

Dalarnas län hade högre täckningsgrader av skogsarter och träd och buskar, lägre vegetationshöjd och färre småbuskar jämfört med Örebro län. Bland de olika kategorierna av rikkärr var det främst extremrikkärren som skiljde sig från medelrikkärren där de tidigare hade fler typiska arter, lägre vegetationshöjd och större täckningsgrad av brunmossor och skogsarter samt lägre täckningsgrad av vitmossor än de senare. De sluttande kärren hade mindre täckning av brunmossor och större av vitmossor och bar torv än de plana. De negativt påverkade rikkärren hade en högre täckningsgrad av vitmossor och en högre vegetationshöjd.

Styrkeanalysen visade på att relativt små förändringar är möjliga att säkerställa i statistiska test för täckningsgraderna av brunmossor och vitmossor, antalet typiska arter och vegetationshöjden. För de två sistnämnda är det även möjligt att säkerställa mindre förändringar med hjälp av mer avancerade statistiska metoder. Att inventera runt 20 semi-permanenta småprovytor i varje rikkärr verkar vara fullt tillräckligt för att fånga upp variationen inom rikkärren. Analyserna visar också på att det behövs närmare 30 objekt för att få pålitliga resultat.

Vi föreslår att man i fortsättningen tar bort tröskelvärdet för spjutmossa *Calliergonella cuspidata*. Dessutom föreslår vi att man lägger till fler kategorier av storvuxna kärlväxter. Vi tycker också att man bör utreda alternativ till metoden att inventera busk- och trädskiktet. Man kan också fundera över om det behövs ett kortare inventeringsintervall i den södra delen av landet där förändringar väntas ske snabbare.

Nyckelord: miljöövervakning, rikkärr, simulering, styrkeanalys

Inledning

Syfte

Det övergripande syftet med denna utvärdering är att presentera tillståndet för rikkärr i Dalarnas och Örebro län utifrån data från den regionala miljöövervakningen. Syftet är också att utvärdera data och vilka förändringar i tillståndet över tid som kan säkerställas statistiskt.

Bakgrund

Länsstyrelserna i Dalarnas och Örebro län deltar tillsammans med flera andra länsstyrelser i det gemensamma delprogrammet för regional miljöövervakning av rikkärr. Det första inventeringsvarvet är nu avslutat för dessa län. Enligt metodiken för det gemensamma delprogrammet ska nästa inventeringsvarv starta i början av 2020-talet. För att få en uppfattning om i vilken utsträckning insamlade data räcker till för att beskriva tillståndet för rikkärr per län eller länsgrupp och vilka förändringar som är möjliga att säkerställa efter nästa inventeringsvarv, är det viktigt att göra en utvärdering.

Rikkärr är artrika våtmarker med torvbildande vegetation, där mineraler främst tillförs från omgivningen via grundvattnet. I rikkärren är pH-värdet neutralt (6–8) och halten av baskatjoner (främst kalcium men även järn och magnesium) är ofta hög. Traditionellt sett delar man in rikkärren i medelrikkärr och extremrikkärr. Extremrikkärren (även kallade kalkkärr) är ibland källpåverkade och karaktäriseras av ett högre pH och en artrikare flora med arter som är gynnade av höga halter av baskatjoner. Rikkärren är oftast ett naturligt steg i successionen från öppet vatten till mosse (myrmark med lågt pH och där vatten tillförs via regn). Denna process är vanligtvis långsam men påskyndas ofta av störd hydrologi till följd av mänsklig aktivitet, exempelvis dikning. Rikkärren har tidigare använts för slätter och i viss mån bete, vilket har varit gynnsamt för floran. För mer information om rikkärr, se Sundberg (2006) och Naturvårdsverket (2013).

Inom det gemensamma delprogrammet för regional miljöövervakning av rikkärr har man tagit fram en så kallad undersökningstyp (Naturvårdsverket 2013). Nedan följer ett utdrag ur undersökningstypen över rikkärrovervakningens syften och mål:

Miljöövervakningen av rikkärr syftar till att ge svar på följande frågor:

- *Pågår igenväxning i kärren?*
- *Sker andra inte önskvärda vegetationsförändringar i rikkärrens fält- och bottenskikt och i så fall av vilken typ av förändringar (ökat inslag av vitmossor, högvuxen vegetation, ris och skogsarter o.s.v.)?*

- *Minskar eller ökar mängden typiska rikkärrsarter?*
- *Är eventuella negativa eller inte önskvärda vegetationsförändringar i rikkärren kopplade till ingrepp som diken, hyggen, körskador, kraftledningsgator m.m.?*

Mål för miljöövervakningen av rikkärr:

- *Resultat från miljöövervakningen ska möjliggöra analys av den långsiktiga utvecklingen i rikkärren på regional nivå.*
- *Data från miljöövervakning av rikkärr ska kunna utvärderas tillsammans med de områdesvisa rikkärrsdata som samlas in inom ramen för den s.k. obligatoriska uppföljningen som ingår i block A i Naturvårdsverkets system för uppföljning av skyddade områden (se Manual för uppföljning i myrar i skyddade områden, avsnitt 1.2).*
- *Insamlad data ska kunna användas för analys på nationell nivå.*
- *Insamlad data ska kunna användas för utvärdering på biogeografisk nivå i enlighet med de krav habitatdirektivet ställer i artikel 11.*

Frågeställningar

När det första inventeringsvarvet nu har slutförts, är det viktigt att utvärdera dataunderlaget för att eventuellt kunna göra justeringar i insamlingsmetodiken. I samband med utvärderingen ställs därför några centrala frågor: Hur ser tillståndet ut i rikkärren i Örebro och Dalarnas län idag med avseende på kärrtypen, vegetationshöjd, täckningsgrader av vitmossor, brunmossor, spjutmossa, bar torv, bleke, skogsarter och ris, buskar och träd, förekomst av typiska arter och invasiva arter samt olika typer av ingrepp (diken, hyggen, körskador, kraftledningsgator mm)? Vilka förändringar är möjliga att säkerställa i statistiska test med tillräcklig styrka och hur påverkar antalet provtyper resultatet?

Metodik

Inventering

Inventeringarna har i stort sett följt undersökningstypen för rikkärr som tagits fram av Naturvårdsverket (2013). Inventeringsmetodiken är en utveckling av metodiken i manualen för uppföljning i skyddade myrar (Götbrink & Haglund 2010). Till att börja med har man listat alla rikkärr som man haft vetskap om i länet (Figur 2 och Figur 3). Dessa rikkärr har sedan delats in i fyra lika stora grupper utifrån storlek, d.v.s. en grupp med de minsta rikkärren o.s.v. För varje grupp har man sedan gjort ett slumpmässigt urval av sju stycken rikkärr, vilket inneburit att man valt ut 28 rikkärr som har en representativ fördelning i storlek (Bilaga B). Utöver arealen har man noterat:

- rikkärrstyp (extrem- eller medelrikkärr),
- topologi (soligent eller topogent), förekomst av naturvärdeselement (kalktuff, källor, källkärr samt inslag av extremrikkärr),
- skötsel (ja/nej),
- utförda restaureringsåtgärder (röjning, igenläggning av diken, borttagning av tuvor och/eller annat),
- förekomst av invasiva arter (amerikansk dunört, kanadensiskt gullris, skunkkalla eller annan art), samt
- påtaglig förekomst av negativa ingrepp (dikning, hygge, kraftledning, körskada, näringstillförsel från skogsmark, näringstillförsel från åkermark, eller annat).

För varje rikkärr har småprovytor om 0,5 m × 0,5 m sedan slumpats ut (Figur 1). Enligt den senaste instruktionen (Naturvårdsverket 2013) rekommenderas det att man inventerar 16–22 småprovytor per rikkärr om man valt att de ska vara semi-permanenta, eller 9–13 småprovytor om de ska vara permanenta. Eftersom inventeringen i Dalarnas län påbörjades innan undersökningstypen fastställdes, skiljer sig inventeringen där från rekommendationen i manualen vid utlägget av småprovytor. För de 25 objekt som Länsstyrelsen i Dalarna inventerade sommaren 2011, gjorde man enligt den tidigare versionen av manualen och lade ut endast 9–10 småprovytor per objekt. Dessa får i fortsättningen anses vara semi-permanenta då de är utlagda med en handhållen GPS och saknar markering. I Örebro län började man med att inventera 10 permanenta småprovytor för fyra av objekten 2012, vilka alla permanentmarkerades. Inför inventeringen av de resterande objekten 2013 beslutade man sig för att istället utöka antalet småprovytor och att göra dessa semipermanenta. Även de fyra tidigare objekten inventerades om 2014.

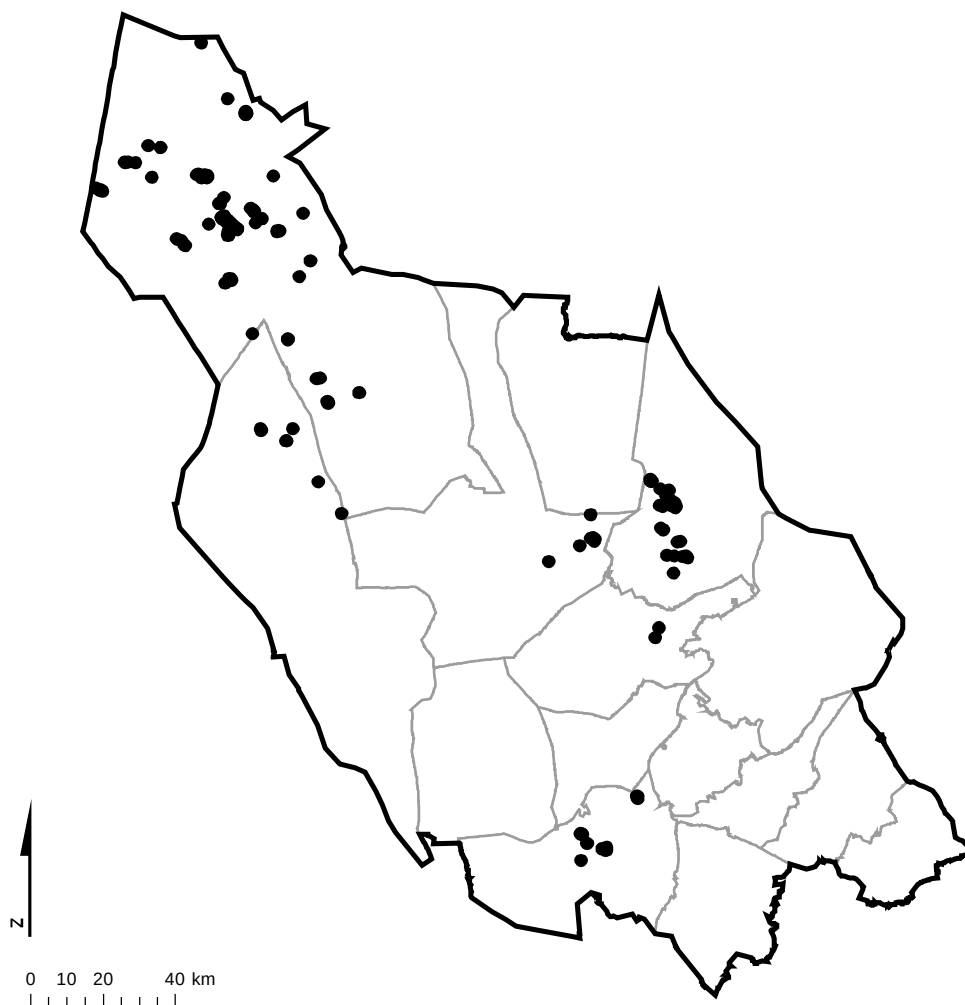
I småprovytorna har man noterat förekomsten av typiska rikkärrsarter och uppskattat täckningsgraden av brunmossor, vitmossor, spjutmossa (vilken också ingår i brunmossor), bar torv, bleke samt skogsarter. Man har också

mätt vegetationshöjden och om denna översteg 14 cm, angav man också vilka storvuxna arter som gav upphov till den höga vegetationen. Vid fem av småprovytorna i varje rikkärr, har även täckningen av buskar och träd i en större ruta om 5 m × 5 m inventerats. Man har dels mätt arean hos buskage, buskar och träd som var högre än 0,3 m och hade en area större än 0,25 m², och dels räknat antalet som var högre än 0,3 m men som inte var större än 0,25 m².

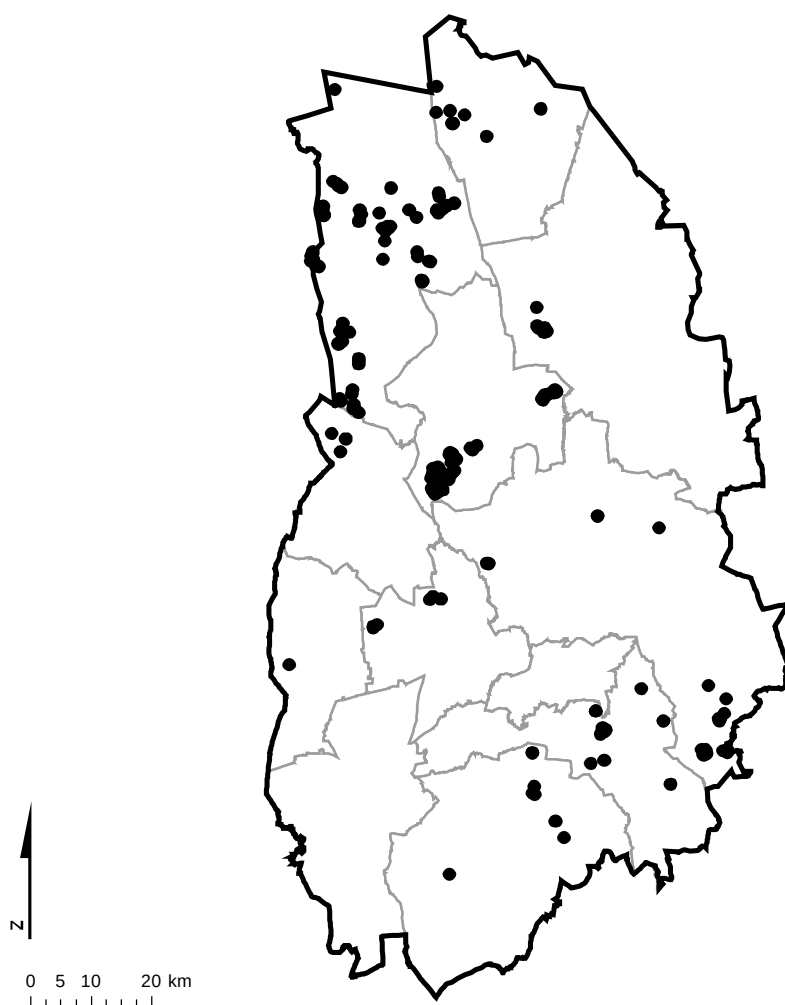


Figur 1. Småprovyta (0,5 m × 0,5 m) utlagd i ett rikkärr. Foto: Vanna Lindgren.

I Dalarnas län har man endast noterat förekomster av typiska arter för naturtypen rikkärr (7230) och inte tagit med de extra arterna som finns i listorna för naturtyperna 7160, 7220 och 7210. Däremot har man noterat förekomsten av kärrbryum *Bryum pseudotriquetrum* och guldspärrmossa *Campylium stellatum*. Sommaren 2014 inventerade man de sista tre objekten enligt undersökningstypen och då användes även den för inventeringen framtagna handdatorapplikationen. I Örebro län har man också använt sig av handdatorapplikationen samt kompletterat den nationella listan över typiska arter med några regionala arter (Bilaga A).



Figur 2. Karta över alla kända rikkärr i Dalarnas län. Kommungränser är utritade i grått för orientering. © Länsstyrelsen, bakgrundskarta © Lantmäteriet.



Figur 3. Karta över alla kända rikkärr i Örebro län. Kommungränser är utritade i grått för orientering. © Länsstyrelsen, bakgrundskarta © Lantmäteriet.

Analys

Tillståndsbeskrivning

För varje objekt har medelvärden beräknats baserat på inventerade data i småprovytorna och buskytorna. Dessa medelvärden har sedan använts som observationer vid beräkningar och analyser av medelvärden och variansmått för olika uppdelningar av rikkärren. Antalet småbuskar och arean för buskar och träd som uppskattats i buskytan har räknats om till antal småbuskar per hektar respektive täckningsgrad i procent.

Skillnader mellan olika kategorier av rikkärr är testade genom variansanalys, så kallad ANCOVA (*analysis of covariance*; Quinn & Keough 2010). Som observationer har objektens medelvärden baserat på

småprovytorna använts. Vi har för varje variabel testat effekten av kärrtyp, topologi negativ påverkan och logaritmen av rikkärrets areal. Modellerna var väldigt obalanserade vilket innebar att det var svårt att analysera interaktionseffekter då kombinationerna ledde till att det endast fanns 2–4 observationer i vissa kategorier. För att modellerna skulle uppfylla de antaganden som krävs, var vi tvungna att utföra testerna på transformerade data för några av variablerna. Täckningsgraderna transformerade vi genom att utgöra en arcsin-transformation enligt:

$$\sin^{-1} \sqrt{x}$$

där x var täckningsgraden som ett värde mellan 0 och 1. Vegetationshöjden och antalet småbuskar transformerades genom att beräkna deras naturliga logaritm.

Antalet typiska arter analyserades också på småprovytenivå genom att använda en så kallad *generalized linear mixed model* (GLMM) med Poisson-fördelning (Bolker m.fl. 2009, Zuur m.fl. 2007). Med denna metod kan man analysera effekten av oberoende variabler på antalet typiska arter och ta hänsyn till att småprovytorna är samlade i objekten och att objekten har olika utgångslägen. Metodens stora styrka är att man inte förlorar detaljerna som småprovytorna ger och att den även fungerar med obalanserade data. I modellen undersökte vi sambandet mellan antalet typiska arter och täckningsgraderna av vitmossor och skogsarter, vegetationshöjden och dessutom kärrtyp, topologi och negativ påverkan. P-värdena baserade vi på ett *likelihood ratio test* efter att själva modellen byggts med statistikpaketet *nlme* (version 1.1-7; Bates m.fl. 2014) i statistikprogrammet *R* (version 3.1.2; R Core Team 2014).

För typiska arter och de högvuxna kärlväxterterna som ger upphov till hög vegetation har vi även gjort multivariata analyser. Vi har använt oss av *transformation based principal component analysis* (tbPCA), genom att först använda en så kallad Chord-transformation på data över arternas förekomster i småprovytorna och andelen småprovytor med förekomst i objekten (Legendre & Legendre 2012). Denna transformation behåller avstånden i analysen för binära data (förekomst/icke förekomst). Den multivariata analysen har vi gjort i statistikpaketet *vegan* (version 2.2-1; Oksanen m.fl. 2015) i statistikprogrammet *R* (version 3.1.2; R Core Team 2014).

Styrkeanalys

En styrkeanalys ger information om hur starkt ett statistiskt test är (Quinn & Keough 2010). Förenklat kan man säga att styrkan visar med hur stor sannolikhet man drar rätt slutsats av ett test. Mer specifikt är det sannolikheten att man korrekt förkastar en nollhypotes som är felaktig. Därmed är styrkan lika med ett minus sannolikheten för att man felaktigt förkastar en korrekt nollhypotes (typ II-fel = β). Vanligtvis eftersträvar man en styrka på 80 %, d.v.s. sannolikheten att man felaktigt förkastar en

nollhypotes är 20 % ($1-\beta$ där $\beta=0,2$). Styrkan hos ett statistiskt test är beroende av antalet observationer, storleken på effekten (förändringen, skillnaden), variationen och signifikansnivån.

Vi har utfört två olika varianter av styrkeanalyser med utgångspunkt i ett utlägg av semi-permanenta småprovytor. I den första varianten har vi gjort analysen på ett tvåsidigt, parat t-test där småprovyternas medelvärden för varje objekt har beräknats och använts som observationer, medan vi i den andra varianten har gjort styrkeanalysen utifrån simulering med en så kallad *general linear mixed model* (GLMM; Zuur m.fl. 2007, Bolker m.fl. 2009, Johnson m.fl. 2015) där varje småprovtyta har använts som observation.

I ett parat t-test jämför man medelvärden för en grupp mätpunkter (i detta fall objekten) vid två tillfällen. Att testet är tvåsidigt innebär att skillnader i båda riktningarna kan upptäckas. Eventuellt skulle det kunna vara aktuellt med att använda sig av ensidiga test. Det skulle öka testets styrka men med nackdelen att man bara kan säkerställa förändringar i en riktning.

Vid analysen av det parade t-testet har vi utgått från båda länen, Dalarna och Örebro, som hädanefter benämns ”**länsgruppen**”). Vi har också delat upp data i olika kategorier med avseende på län (Dalarna/Örebro), kärrtyp (extremrikkärr/medelrikkärr), topologi (soligent/topogent) och negativ påverkan (opåverkad/påverkad). Styrkan för att säkerställa en förändring hos mätta variabler har sedan beräknats för varje kategori genom att utgå från medelvärdet och standardavvikelsen från första inventeringsomgången. På så sätt har vi fått fram grafer som visar hur stor procentuell förändring som kan säkerställas med en viss styrka ($1-\beta$) vid signifikansnivåerna (α) 0,05, 0,10 och 0,20 för både som rådata (Bilaga C) och som transformerade enligt ovan (Bilaga D). Analysen är gjord i statistikprogrammet *R* (version 3.1.2; R Core Team 2014).

Den andra varianten (GLMM) har vi bara utfört för hela länsgruppen. Detta beror på att metoden bygger på simuleringar, vilket innebär att det krävs mycket datorkraft och lång tid för att få fram styrkan för varje variabel. Dessutom är analysen endast utförd för antalet typiska arter, vegetationshöjden, antalet småbuskar och täckningsgraderna av brunmossor, vitmossor och skogsarter. Analysen bygger på data som är simulerade utifrån medelvärden och varians i inventerade data. För antalet typiska arter har vi använt oss av Poisson-fördelning vid simuleringen, eftersom det rör sig om heltal med ett lågt medelvärde. Täckningsgraderna analyserade vi med binomial-fördelning vid simuleringen av data, eftersom det är lämpligast vid analyser av andelar. För vegetationshöjden och antalet småbuskar använde vi oss av normalfördelning vid simuleringen. För varje variabel simulerade vi fram testets styrka för 14 olika värden på förändringskoefficienten, vilket upprepades 1000 gånger. Styrkan för varje förändringskoefficient beräknades som andelen av de simulerade testen vars p-värde (*likelihood ratio test*) översteg signifikansnivån 0,05. Metoden liknar i princip Johnson m.fl. (2015).

Vid denna analys har vi använt oss av funktionspaketet *lme4* (version 1.1-7; Bates 2014) i statistikprogrammet *R* (version 3.1.2; R Core Team 2014)

Antal provvytor som behövs vid analysen

För analysen av hur resultatet påverkas av antalet småprovvytor använde vi oss av de rikkärrsobjekt i vilka minst 20 småprovvytor hade inventerats, vilket var totalt 27 stycken. Av dessa hade 11 objekt fler än 20 småprovvytor, för vilka vi slumpmässigt valde ut 20. För varje objekt gjordes ett slumpmässigt urval av 3 till 30 småprovvytor. I urvalet återplacerades den valda provytan för att eventuellt kunna väljas igen (bootstrap; Quinn & Keough 2010).

Antagandet är att de 20 provrutorna som är inventerade representerar hela kärrytan. Det innebär att det vid ett nytlägg av provrutor finns en sannolikhet att flera av de nya rutorna hamnar på en likadan plats som exempelvis ruta 5 i det ursprungliga utlägget. Varje urval repeterades 10 000 gånger. Därefter beräknades medianerna för variabelns medelvärden och medelfel med deras 95 % konfidensintervall vid varje småprovvyteantal. För de objekt som ingick i analysen, beräknade vi även medelvärdenas median och 95 % konfidensintervall från simuleringarna vid olika antal provrutor (Bilaga E). Med hjälp av diagram från dessa data, kunde vi uppskatta vilket antal småprovvytor som krävs för att få tillräckligt stabila medelvärden vid ett semi-permanent utlägg.

Vi gjorde även en analys av hur storleken av en förändring, som kan upptäckas i ett parat t-test, påverkas av antalet småprovvytor som inventeras i objekten. Det parade t-testet har, som tidigare beskrivits, gjorts med objekten som observationer. Data från den tidigare simuleringen användes också i denna analys. För varje steg i simuleringen (totalt 10 000) beräknades medelvärdet och standardavvikelsen över objekten, varefter vi beräknade den minsta förändring som kunde upptäckas med styrkan 80 % och signifikansnivån 0,05 %. Sedan beräknade vi medianen och 95 % konfidensintervall för antal av småprovvytor som simuleringen gjordes för. Utifrån diagram kunde vi uppskatta hur många småprovvytor som behövs för att man ska få stabilitet i t-testet vid ett utlägg av semi-permanenta småprovvytor.

Tillståndsbeskrivning

Storlek och geografi

För respektive län inventerades 28 rikkärr, totalt 56 stycken för länsgruppen. I Örebro län ingick det inga extremrikkärr i urvalet av rikkärr, medan de i Dalarnas län stod för drygt en tredjedel (Tabell 1). De soligena (sluttande) kärren var betydligt färre än de topogena (plana) kärren i båda länen, totalt endast en sjundedel (Tabell 1). Huruvida kärren hade påtaglig negativ påverkan från ingrepp skiljde sig mellan länen (Tabell 1). I Örebro län var det vanligare med negativ påverkan än i Dalarnas län. Den geografiska fördelningen av de inventerade rikkärren visade på att huvudelen av lokalerna ligger i större kluster. I Dalarnas län är de flesta av objekten lokaliserade till den norra delen av länet, upp mot fjällen i Älvdalens kommun och så finns det en grupp av kärr i Siljansringen i Rättviks kommun (Figur 2). För Örebro län handlar det huvudsakligen om norra (Hällefors och Ljusnarsbergs kommuner), centrala (Nora kommun) och södra (Askersunds och Hallsbergs kommuner) delarna av länet (Figur 3). Nästan alla inventerade rikkärr ligger ovanför högsta kustlinjen enligt SGU:s genererade kartskikt.

Tabell 1. De inventerade rikkärrens fördelning över kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent) och negativ påverkan i länen Dalarna och Örebro. Totalt inventerades 28 rikkärr i varje län.

	Kärrtyp		Topologi		Negativ påverkan	
	Ext.	Med.	Sol.	Top.	Nej	Ja
Dalarnas län	10	18	5	23	20	8
Örebro län	0	28	3	25	12	16
Länsgrupp	10	46	8	48	32	24

Tabell 2. Medelvärden för de inventerade rikkärrens storlek i hektar för Dalarnas och Örebro län. Standardavvikelsen anges inom parentes. Rikkärren är uppdelade på kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent) och negativ påverkan.

	Kärrtyp		Topologi		Negativ påverkan		Alla
	Ext.	Med.	Sol.	Top.	Nej	Ja	
Dalarnas län	2,1 (2,4)	3,2 (3,9)	2,3 (0,7)	2,9 (3,8)	3,8 (5,3)	2,4 (2,5)	2,8 (3,5)
Örebro län	-	1,5 (2,0)	0,6 (0,4)	1,6 (2,1)	2,0 (2,5)	0,7 (0,4)	1,5 (2,0)
Länsgrupp	2,1 (2,4)	2,1 (2,9)	1,6 (1,0)	2,2 (3,1)	2,6 (3,6)	1,8 (2,1)	2,1 (2,9)

Generellt så var rikkärren mindre i storlek i Örebro län jämfört med Dalarnas län (Tabell 2 och Bilaga B). Det minsta kärret som man inventerade fanns i Dalarnas län, vilket även det största gjorde (spann 0,1–16,2 ha). De inventerade kärren i Örebro län låg inom ett mindre spann (0,2–6,9 ha).

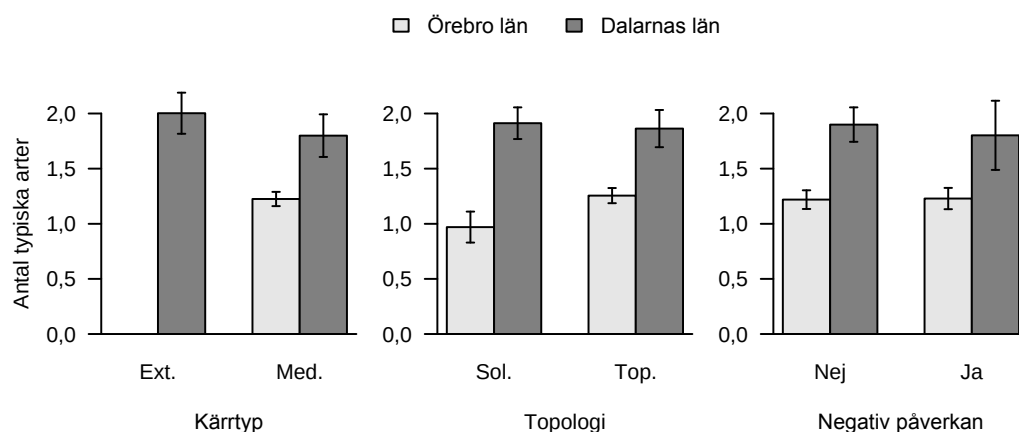
Rikkärren var dock något snedfördelade med avseende på storleken då några kärr var betydligt större än de andra.

Typiska arter för rikkärr

Förekomsten av typiska arter i rikkärren ger information om naturtypens bevarandestatus. Genom att följa upp de typiska arterna kan man få information om förändringar i miljön utifrån arternas ekologi. Det går dels att utvärdera hur antalet typiska arter förändras i provytorna, men också att följa hur förekomsten av varje art förändras.

Sett över båda länen var det ungefär 1,5 typiska arter för naturtypen rikkärr (7230) per småprovyta. Artrikedomen var något högre i Dalarnas län (1,9 arter) jämfört med Örebro län (1,2 arter). En anledning till skillnaden kan vara att det i Dalarna ingår flera extremrikkärr i miljöövervakningen, medan det i Örebro inte ingår något. Extremrikkärr är definitionsmässigt rikare på arter jämfört med medelrikkärr, vilket dessa data också visade.

Extremrikkärren hade i genomsnitt 2,0 typiska arter per småprovyta medan medelrikkärren hade 1,4, vilket var den enda statistiskt säkerställda skillnaden för typiska arter (Tabell 3). Topologi och negativ påverkan visade inte på några större skillnader (Figur 4). De typiska arter som påträffades vid inventeringarna presenteras i Bilaga A tillsammans med antalet fynd. De mossarter som påträffades i flest småprovytor var korvskorpionmossa *Scorpidium scorpioides* (Figur 8), röd skorpionmossa *S. revolvens* och späd skorpionmossa *S. cossonii*. Bland kärlväxterna var snip *Trichophorum alpinum* och dvärglummer *Selaginella selaginoides* vanligast (Figur 5).



Figur 4. Antal typiska arter i småprovytorna i Dalarnas och Örebro läns rikkärr uppdelat på kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent) och negativ påverkan (Nej, Ja). Felstaplarna visar medelfelet.

Tog man med de regionala arterna och de övriga rikkärrsarterna (naturtyperna 7160, 7220 och 7210) så var inte resultaten så annorlunda som när man bara hade med typiska arter för rikkärr. Dock var dessa data inte användbara för Dalarna, eftersom man inte hade gjort någon regional

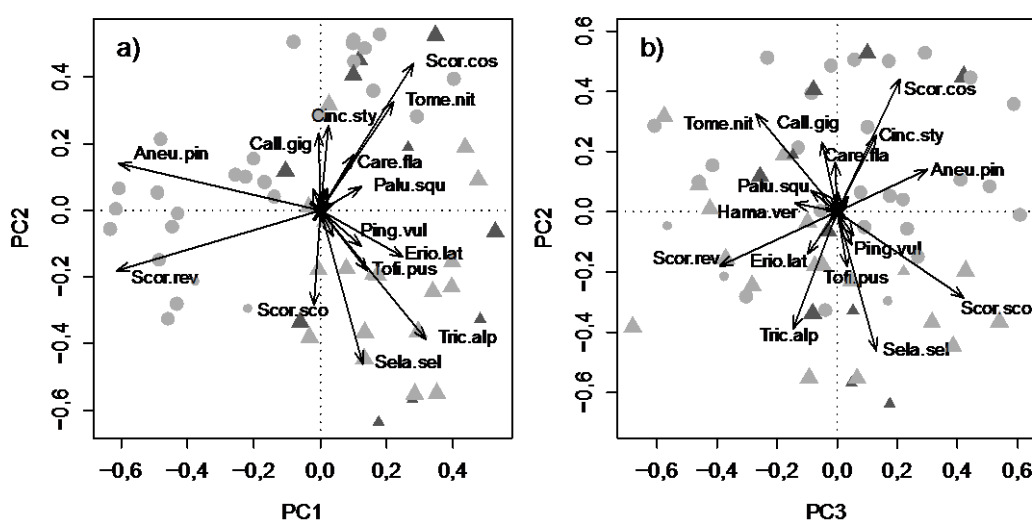
artlista, Däremot har man noterat kärrbryum *Bryum pseudotriquetrum* och guldspärrmossa *Campylium stellatum* vilka fanns med på den ursprungliga listan. Den ursprungliga listan i Dalarna innehöll dock bara arter typiska för naturtypen rikkärr 7230. För Örebro län hade objekten ett genomsnitt på 1,3 typiska arter per småprovyta med de regionala arterna inkluderade. Med den totala artlistan var genomsnittet för Örebro län 1,7 arter per småprovyta.

Vid den andra analysen (GLMM) där småprovytorna användes som observationer visade det sig att det inte fanns några skillnader mellan extremrikkärr och medelrikkärr ($\chi^2 = 0,01$, $P = 0,91$) eller topogena och soligena kärr ($\chi^2 = 2,0$, $P = 0,15$). Istället fanns det signifikanta skillnader mellan påverkade och opåverkade kärr ($P = 0,036$). De påverkade kärren hade ett lite lägre antal typiska arter än de opåverkade. I denna modell visade det sig dessutom att vegetationshöjden ($\chi^2 = 20,7$, $P < 0,001$) och täckningsgraderna av vitmossor ($\chi^2 = 399,7$, $P < 0,001$) och skogsarter ($\chi^2 = 117,5$, $P < 0,001$), alla hade en negativ inverkan på antalet typiska arter. Det kan tolkas som att dessa mätvariabler var bättre på att berätta om artrikedomen än att dela in kärren i extremrikkärr och medelrikkärr. Det finns problem med begreppen "extremrikkärr" och "medelrikkärr" eftersom de ofta är en subjektiv bedömning baserad på vissa artfynd men kanske inte mängden. Resultaten är föga förvånande och stärker betydelsen av hur viktigt det är att följa utvecklingen av vegetationshöjden och täckningsgraderna av vitmossor och skogsarter.



Figur 5. Typiska kärlväxter i rikkärr: dvärglummer *Selaginella selaginoides* (t.v.) och snip *Trichophorum alpinum* (t.h.). Foto: Tommy Pettersson.

Den multivariata analysen visade att det fanns en skillnad i artsammansättning i rikkärren mellan länen (Figur 6). Denna uppdelning drevs främst av arterna *Aneura pinguis* och *Scorpidium revolvens* som båda var starkt korrelerade med den första axeln i analysen (PC1) där objekten i Örebro län hade en koncentration mot lägre värden, medan de i Dalarnas län var koncentrerade mot högre värden (Figur 6a). Detta framkom också då man ritade upp den andra (PC2) mot den tredje (PC3) axeln, vilket visade på en något större uppblandning av objekten (Figur 6b). Lite oväntat var det att extremrikkärren inte skiljde ut sig som en tydligare grupp från medelrikkärren. Däremot så fanns det en indikation på att de följde en gradient längs med den andra axeln (PC2). Där den ena extremen hade höga förekomster av *Scorpidium cossonii* och *Tomentypnum nitens* och den andra extremen av *Selaginella seligonides*, *Trichophorum alpinum* och *Scorpidium scorpioides*. Samtidigt håller sig flera av extremrikkärren ute i periferin vilket tyder på att de har förekomster av ovanligare arter. Den första axeln (PC1) var främst negativt korrelerad med vegetationshöjden ($r_{\text{Pearson}} = -0,39$, $t = -3,1$, $df = 54$, $P = 0,003$) och positivt korrelerad med täckningsgraden av skogsarter ($r_{\text{Pearson}} = 0,40$, $t = 3,2$, $df = 54$, $P = 0,002$), medan den andra axeln (PC2) främst var negativt korrelerad med täckningsgraden av vitmossor ($r_{\text{Pearson}} = -0,44$, $t = -3,6$, $df = 54$, $P < 0,001$) och positivt korrelerad med täckningsgraden av brunmossor ($r_{\text{Pearson}} = 0,43$, $t = 3,5$, $df = 54$, $P < 0,001$). Den tredje axeln visade endast svaga korrelationer.



Figur 6. tbPCA-diagram baserade på andelen småprovytor med förekomst av typiska arter i rikkärrsobjekten för Dalarnas (trianglar) och Örebro län (cirklar). Symbolernas färg representerar kärrtyp (mörkgrå, extremrikkärr; ljusgrå, medelrikkärr) och deras storlek representerar topologi (små, soligent; stora, topogent). Axlarna PC1, PC2 och PC3 förklarade 20, 18 respektive 11 % av variansen (total varians var 0,59).

Tabell 3. F-värden från ANCOVA-tester för variablernas samband med antal typiska arter i småprovytor (Typ.art.), brunmossor (Brun.), vitmossor (Vit.), skogsarter (Skog.), bar torv (Torv), vegetationshöjd (Veg.), täckningsgrad av buskar och träd (Buskt.), samt antal småbuskar per hektar (Buskant.) i rikkärren i Dalarnas och Örebro län. Signifikanta effekter är markerade med fet stil. Antalet frihetsgrader var 1 för respektive variabel och 51 för residualerna förutom för antalet buskar och busktäckningen där det var 50.

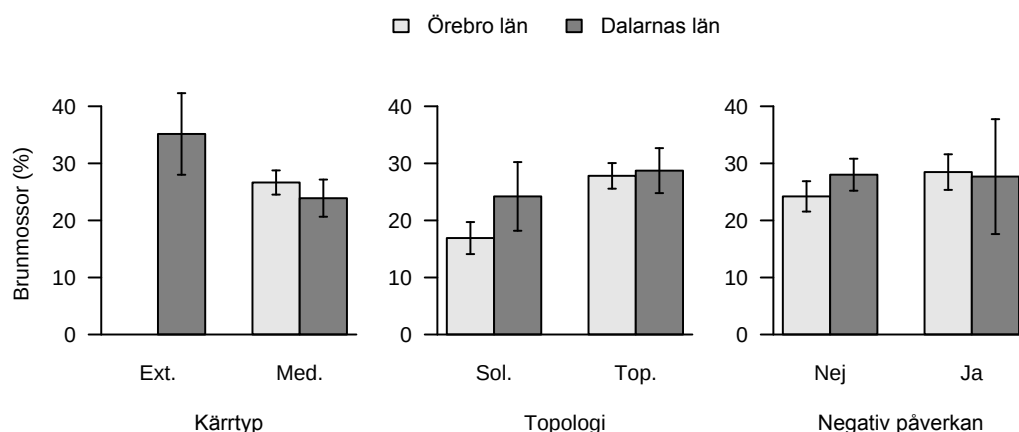
Variabel	Typ.art	Brun.	Vit	Skog	Torv	Veg.	Buskt.	Buskant.
Kärrtyp	6,1*	7,9**	11,9**	4,8*	0,3	13,9***	4,0	4,0
Topologi	0,3	5,1*	15,7***	2,2	6,9*	0,0	0,8	0,3
Neg. påverkan	1,1	1,2	6,6*	1,7	0,5	7,0*	1,8	1,3
Areal	0,1	1,6	0,0	0,4	9,0**	0,0	7,2*	3,5

* P < 0,05, ** P < 0,01, *** P < 0,001

Täckningsgrad av brunmossor

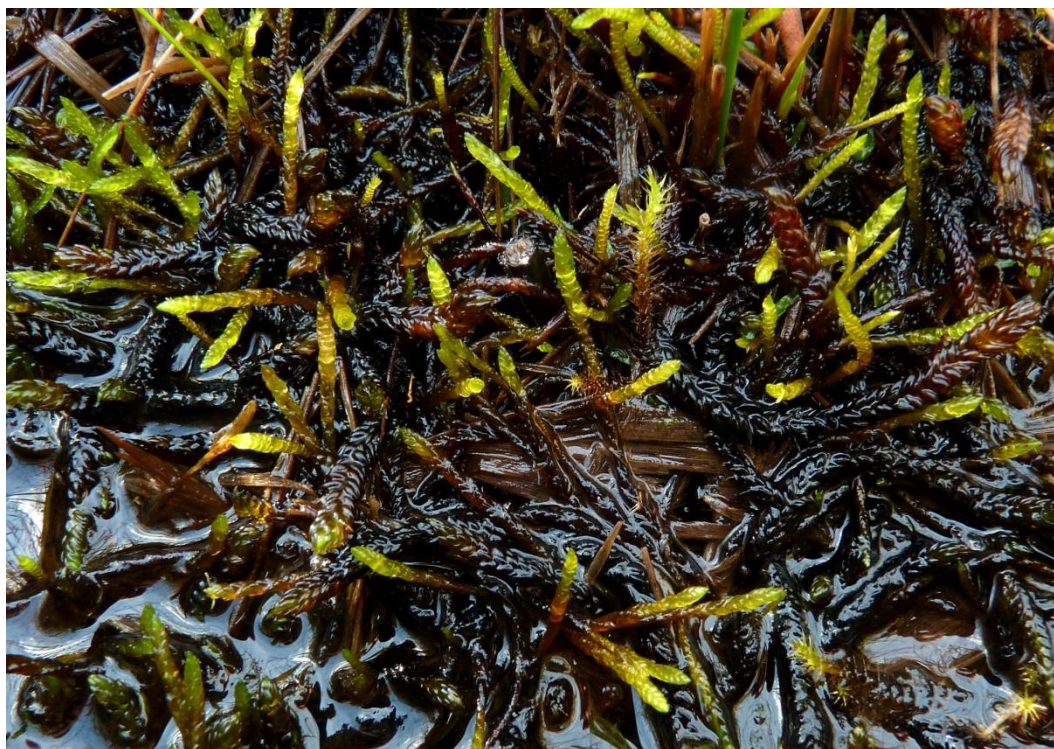
Brunmossor (Figur 8) är en viktig förutsättning för torvbildning i rikkärr och vissa källkärr. Förändringar i täckningsgrad kan därför ge information om hur rikkärren förändras. Täckningsgraden av brunmossor visar på rikkärrens ekologiska status, exempelvis kan en låg täckningsgrad indikera uttorkning, igenväxning i fältskiktet eller förändring i vattenkemi.

Rikkärrensobjekten i Dalarnas och Örebro län täcktes i genomsnitt av 27 % brunmossor. Skillnaden mellan länen var inte så stor. Extremrikkärren visade en något högre täckningsgrad än medelrikkärren, 35 % respektive 26 %; Figur 7), vilket inte var så förvånande då extremrikkärren bland annat definieras utifrån förekomsten av brunmossor. De topogena rikkärren visade också en något högre täckningsgrad än de soligena, 28 % respektive 21 % (Tabell 3). Däremot fanns det inte någon statistiskt säkerställd effekt av negativ påverkan i rikkärret på täckningsgraden av brunmossor (Tabell 3).



Figur 7. Stapeldiagram över täckningsgraden av brunmossor i Dalarna och Örebro län. Rikkärr uppdelat på kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent) och negativ påverkan (Nej, Ja). Felstaplarna visar medelfelet.

Det fanns flera avvikande värden som påverkade resultatet i den statistiska analysen. Tog man bort dessa så försvann alla signifikanta skillnader, vilket visade på att den statistiska analysen av brunmossornas täckningsgrad drevs av ett fåtal extremvärden och inte var helt pålitlig.



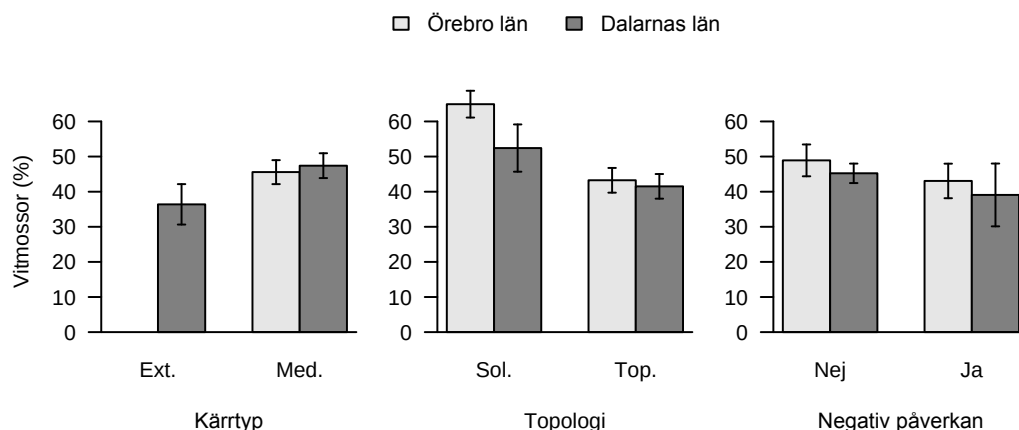
Figur 8. Exempel på brunmossor. Korvskorpionmossa *Scorpidium scorpioides*, maskgulmossa *Pseudocalliergon trifarium* och guldspärmosa *Campylium stellatum*. Foto: Tommy Pettersson.

Täckningsgrad av vitmossor

Generellt sett är vitmossor *Sphagnum spp.* ett vanligt inslag i rikkärr, vilka är heterogena miljöer. Vitmossorna växer oftast i tuvor och ibland breder de ut sig i täta mattor i rikkärren. De har dock en förmåga att förändra vattenkemin i sin omgivning genom ett katjonutbyte som får till effekt att pH sänks. På så sätt ökar de sin konkurrenskraft mot brunmossorna, vilka har sitt optimum vid högt pH. En hög täckningsgrad indikerar därför att ett rikkärr är på väg att övergå i en fattigare kärrtyp (intermediär- eller fattigkärr).

Vitmossorna täckte i genomsnitt 45 % av bottenkiktet i rikkärren för båda länen totalt sett. Det var ingen större skillnad mellan länen, Örebro hade en något högre täckningsgrad (Figur 9). Alla faktorerna visade signifikanta skillnader mellan kategorierna, men rikkärrets storlek hade ingen effekt. Intressant var att de soligena kärren hade en större täckningsgrad av

vitmossor än de topogena, 57 % respektive 42 % (Tabell 3; Figur 9). Data är dock kraftigt obalanserade då antalet soligena kärr är betydligt lägre än antalet topogena kärr. Ett väntat resultat var att medelrikkärren hade en högre täckningsgrad av vitmossor än extremrikkärren, 46 % respektive 36 % (Tabell 3). Detta var inte oväntat eftersom extremrikkärr enligt definitionen har en hög andel brunmossor. De negativt påverkade kärren visade en något lägre täckningsgrad jämfört med de opåverkade kärren, 42 % respektive 47 % (Tabell 3).



Figur 9. Stapeldiagram över täckningsgraden av vitmossor i Dalarna och Örebro läns rikkärr uppdelat på kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent) och negativ påverkan (Nej, Ja). Felstaplarna visar medelfelet.

Täckningsgrad av spjutmossa

Spjutmossa *Calliergonella cuspidata* är ett naturligt inslag i rikkärren och förekommer ofta främst i södra delen av landet och blir ovanligare norrut (Hedenäs m.fl. 2014). När den täcker större ytor i ett rikkärr, kan det vara en indikation på någon yttre påverkan. Spjutmossan anses vara gynnad av kväve och ökad tillgång på näring kan få den att explodera på bekostnad av andra arter. Den verkar inte missgynnas av uttorkning och kan därmed ta över när hydrologin förändras.

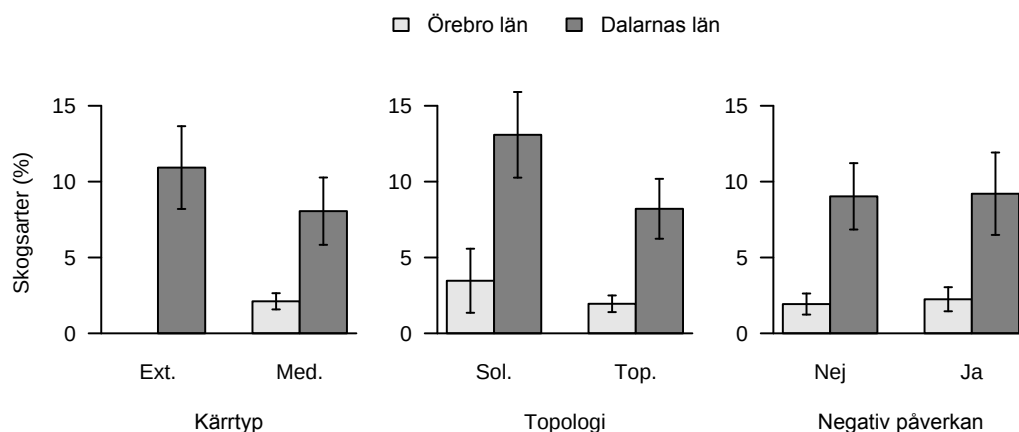
Spjutmossa var svår att få ett bra mått på då täckningsgraden enligt manualen endast ska anges då den överstiger 2 %. Detta medförde att de beräknade medelvärdena är underskattade. Det visade sig vara en skillnad mellan länen där Örebro hade ett genomsnitt på 2,8 % täckningsgrad i objekten medan Dalarna hade 0,06 %. Dock fanns spjutmossa noterat i endast ett rikkärr i Dalarnas län och där var täckningsgraden 1,8 % medan det i Örebro fanns ett fåtal rikkärr med höga täckningsgrader som drev upp medelvärdet. I Örebro län fanns det 88 småprovytor med minst 2 % täckning och i Dalarnas län var det endast en småprovyta. Även när Örebros data rensades på förekomster under 2 % så hade de ett medelvärde på knappt 2,8 %. Skillnaden mellan länen kan tänkas bero på att merparten av kärren i

Dalarnas län ligger i skogsmarkerna och fjällen i nordvästra delen av länet där spjutmossa inte är så vanlig, medan kärren i Örebro län i högre utsträckning ligger i kulturbygder och därmed har haft en möjlig påverkan av näringsläckage.

Täckningsgrad av skogsarter

Till skogarterna räknas kärlväxterna blåbär *Vaccinium myrtillus*, lingon *V. vitis-idaea*, odon *V. uliginosum*, kråkär *Empetrum nigrum* och ljung *Calluna vulgaris*, och mossorna väggmossa *Pleurozium schreberi*, husmossa *Hylocomnium splendens*, kammossa *Ptilium crista-castrensis*, cypressfläta *Hypnum cupressiforme* och björnmossa *Polytrichum commune*. Det är den strikta täckningsgraden rakt ovanifrån för dessa arter tillsammans som bedöms i provrutorna vid inventeringen, d.v.s. täckningsgraden kan inte överstiga 100 %. En hög täckningsgrad av skogsarterna indikerar tuvbildning av vitmossor eller igenväxning till följd av uttorkning.

Sett över båda länen var täckningsgraden för skogsarter 6 % i rikkärren. Det fanns dock en relativt stor skillnad mellan länen, där Dalarnas län hade i genomsnitt 9 % och Örebro län hade 2 % täckningsgrad (Figur 10). Det visade sig också att extremrikkärren hade en större täckningsgrad av skogsarter jämfört med medelrikkärren, 11 % respektive 4 % (Tabell 3). I Dalarnas län hade 134 av 301 småprovytor skogsarter, medan det i Örebro län var 99 av 569. De stora skillnaderna mellan länen indikerar att rikkärren i Dalarnas län är mer heterogena, med stort inslag av träd och mossevegetation och att rikkärren i Örebro län är mer homogena till ytan, utan tuvor. Resultaten indikerar också att extremrikkärren är tuvigare.



Figur 10. Stapeldiagram över täckningsgraden av skogsarter i Dalarnas och Örebro län uppdelat på kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent) och negativ påverkan (Nej, Ja). Felstaplarna visar medelfelet.

Täckningsgrad av bar torv och bleke

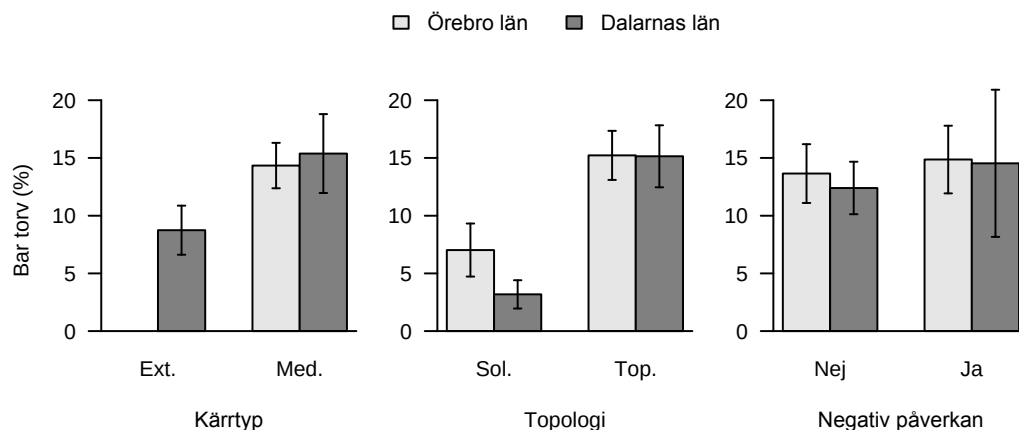
Bar torv och bleke förekommer i de blötare delarna av rikkärren (Figur 11). Om de minskar kan de indikera en uttorkning av kärren. Tillsammans med brunmossornas täckningsgrad kan de ge information om förändringar i rikkärrets hydrologi.

Täckningsgraden av bar torv skiljde sig inte nämnvärt mellan länen utan var i genomsnitt 14 %. Däremot fanns det en stor skillnad mellan topogena och soligena kärr, 15 % respektive 5 % (Tabell 3; Figur 12). Det visade sig också att täckningsgraden av bar torv ökade med rikkärrets storlek (Tabell 3). En förklaring till detta kan vara att de stora kärren i detta urval tenderar till att ha stora blöta områden med sträng- och flarksystem, vilket är tydligast i Dalarnas län. I övrigt fanns det inga skillnader, möjligtvis en indikation på att extremrikkärren hade en något lägre täckningsgrad av bar torv.

Bar bleke påträffades endast i fem småprovytor i ett rikkärr i Örebro län. Täckningsgraden i det kärret var strax över 3 %.



Figur 11. Rikkärr med ytor av bar torv. Foto: Lennart Bratt



Figur 12. Stapeldiagram över täckningsgraden av bar torv i Dalarna och Örebro läns rikkärr uppdelat på kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent) och negativ påverkan (Nej, Ja). Felstaplarna visar medelfelet.

Vegetationshöjd och högvuxna kärlväxter

Vegetationshöjden ger information dels om hur väl skötta hävdade kärr är (Figur 13) och dels om ett kärr har en störning i hydrologin eller näringsstatusen. För kärr som inte hävdas, kan en ökning i vegetationshöjd indikera uttorkning eller att tillgången av näring har ökat. Tillsammans med information om vilka kärlväxter som ger upphov till den höga vegetationen, kan man få en indikation om vad som hänt.

Vegetationshöjden i regionens rikkärr var i genomsnitt 19 cm. Länen skiljde sig åt då Örebro län hade en vegetationshöjd på i genomsnitt 23 cm, medan den för Dalarnas län var 14 cm (Figur 14). Skillnaden hänger troligtvis samman med att extremrikkärren hade en lägre vegetationshöjd än medelrikkärren, 13 cm respektive 20 cm (Tabell 3). Det fanns även en skillnad mellan påverkade och opåverkade kärr, där de påverkade kärren hade en högre vegetation än de opåverkade, 22 cm respektive 17 cm (Tabell 3). Detta var i linje med vad man skulle kunna tänka sig, då den negativa påverkan på hydrologin leder till torrare kärr. Det kan leda till en ökad näringstillgång till följd av ökad nedbrytning av torven när den syresätts (Rydin & Jeglum 2006).

Resultatet för antalet högvuxna arter är inte så intressant, då det inte fanns någon korrelation mellan antalet negativa arter och vegetationshöjden ($r_{\text{Pearson}} = 0,06$, $t = 1,5$, $df = 589$, $p = 0,13$). Däremot kan de högvuxna kärlväxterarnas förekomster användas för att analysera vilka arter som ger upphov till den höga vegetationen. Vegetationshöjden översteg 14 cm för 591 av 870 småprovytor. Det var en stor skillnad mellan länen i hur stor andel av småprovytorna där höjden översteg 14 cm, 42 % för Dalarnas län och 82 % för Örebro län. För länsgruppen låg andelen småprovytor med vegetationshöjd över 14 cm på omkring hälften för alla kategorierna av rikkärr, förutom för

extremrikkärren som hade en betydligt lägre andel med hög vegetation, 28 % (Tabell 4). I dessa provrutor vet vi med säkerhet att negativa arter har registrerats. De vanligaste arterna var blåtåtel *Molinia caerulea*, trådstarr *Carex lasiocarpa*, vass *Phragmites australis* och pors *Myrica gale*.



Figur 13. Ett rikkärr där vassen *Phragmites australis* har blivit dominerande efter att hävden upphört. Foto: Urban Gunnarsson.

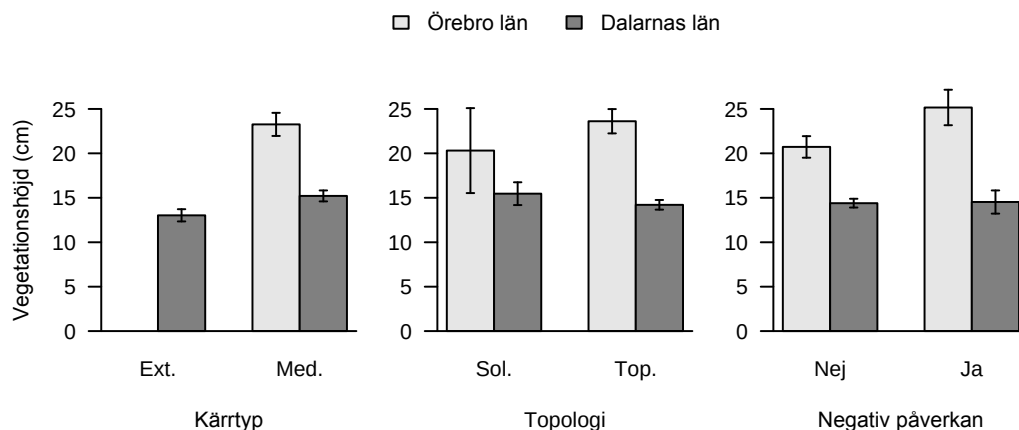
Medelvärdet för vegetationshöjden i småprovytorna med en vegetationshöjd över 14 cm, var 25 cm. Småprovytorna med vass hade i genomsnitt den högsta vegetationshöjden tätt följd av bunkestarr, 31 respektive 30 cm (Figur 15). Vass förekom i betydligt fler småprovytor. Dessutom hade vassen ett större spann där några småprovytor med höga värden drog upp medelvärdet, vilket framgår av att dess median var betydligt lägre än medelvärdet. Samtidigt hade bunkestarr en högre median än vass. Pors bidrog också till en hög vegetationshöjd (i genomsnitt 28 cm). Övriga gräs och halvgräs samt gruppen andra arter låg lägre än medelvärdet, 18 respektive 22 cm. De övriga arterna/grupperna skiljde sig inte nämnvärt från medelvärdet.

tbPCA-analysen visade också på sambandet mellan arterna och vegetationshöjden. De första tre axlarna (PC1, PC2 och PC3) förklarade totalt 73 % av variansen. PC2 och PC3 var starkast relaterade till vegetationshöjden med minskande höjd längsmed axel 2 ($r_{\text{Pearson}} = -0,35$, $t = -7,8$, $df = 433$, $P < 0,001$) och ökande längsmed axel 3 ($r_{\text{Pearson}} = 0,33$, $t = -7,2$, $df = 433$, $P < 0,001$), korrelationerna var dock måttliga. Vass

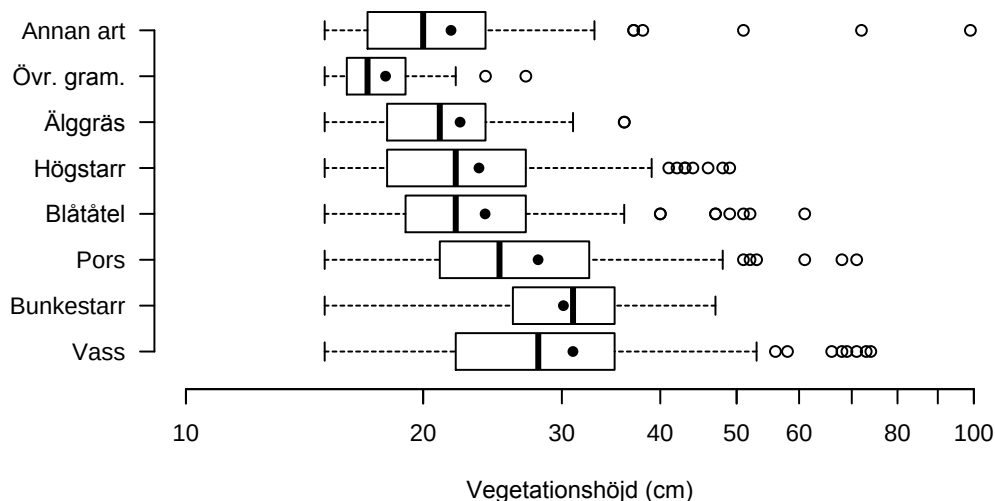
respektive pors var de arter som var starkast korrelerade med dessa axlar, vilket indikerar att dessa arter generellt ger en högre vegetationshöjd (Figur 16).

Tabell 4. Presentation av vilka högvuxna arter som ger upphov till vegetationshöjd (veg.höjd) över 14 cm i provrutorna. Antalet provrutor som arten förekommer i är uppdelat för län (T, Örebro län; W, Dalarnas län), kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent), och negativ påverkan. Vet. namn, vetenskapligt namn; Sv. namn, svenskt namn.

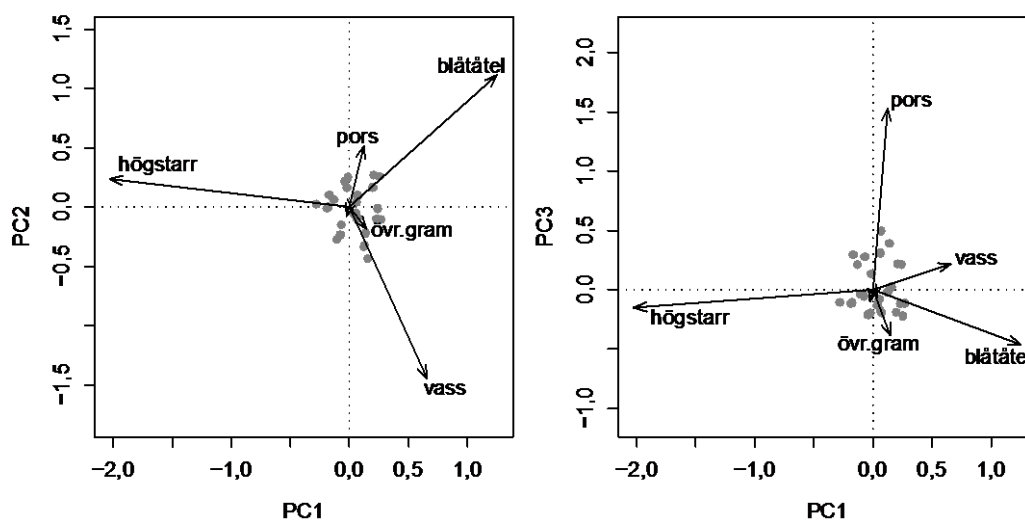
Vet. namn	Sv. namn	Län		Kärrtyp		Topologi		Påverkan		Total
		T	W	Ext.	Med.	Sol.	Top.	Nej	Ja	
<i>Calamagrostis epigejos</i>	Bergrör	1	0	0	1	0	1	1	0	1
<i>Molinia caerulea</i>	Blåtåtel	137	30	3	164	19	148	75	92	167
<i>Carex elata</i>	Bunkestarr	29	0	0	29	0	29	0	29	29
<i>Carex rostrata</i>	Flaskstarr	82	1	0	83	4	79	24	59	83
<i>Myrica gale</i>	Pors	133	19	0	152	5	147	72	80	152
<i>Equisetum fluviatile</i>	Sjöfräken	2	0	0	2	0	2	1	1	2
<i>Carex appropinquata</i>	Tagelstarr	2	0	0	2	0	2	0	2	2
<i>Phragmites australis</i>	Vass	134	5	1	138	20	119	35	104	139
<i>Filipendula ulmaria</i>	Älggräs	25	0	0	25	1	24	14	11	25
<i>Carex lasiocarpa</i>	Trådstarr	160	3	0	163	6	157	89	74	163
-	Annan art	110	40	13	137	27	123	70	80	150
-	Övriga gräs och halvgräs	0	34	10	24	5	29	30	4	34
-	Högstarr	0	17	1	16	0	17	15	2	17
Ant. småprovvytor m. veg.höjd > 14 cm		465	126	28	563	64	527	276	315	591
Totalt antal småprovvytor		569	301	97	773	122	748	445	425	870



Figur 14. Stapeldiagram vegetationshöjden i Dalarna och Örebro läns rikkärr uppdelat på kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent) och negativ påverkan (Nej, Ja). Felstaplarna visar medelfelet.



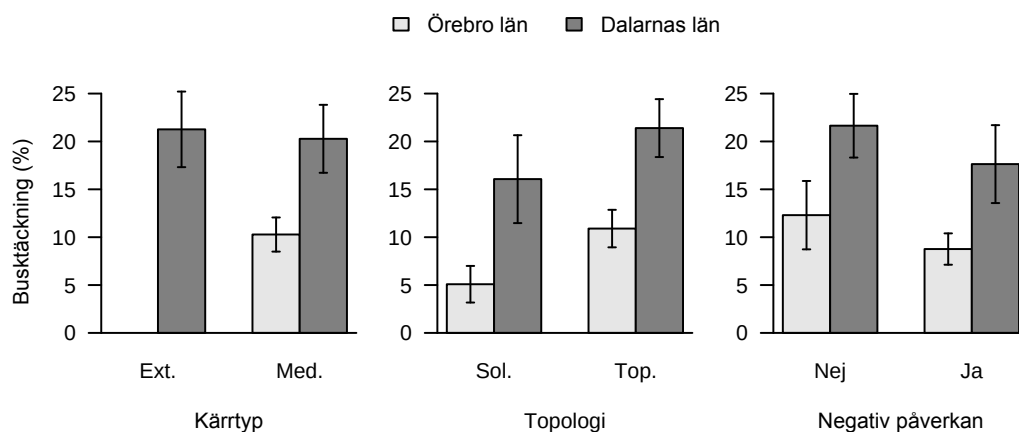
Figur 15. Låddiagram över vegetationshöjden i de småprovytor som de högvuxna arterna/grupperna förekommer i för Dalarnas och Örebro läns rikkärr. Endast småprovytor med en vegetationshöjd över 14 cm är redovisade. Den svarta punkten anger vegetationshöjdens medelvärde för respektive art, det breda, svarta strecket anger medianen och lådans ändrar anger 25 respektive 75 %-kvartilerna. Cirklarna är värden som anses vara avvikande. Observera att x-axeln har en logaritmerad skala. Högstarr inkluderar flaskstarr och trådstarr medan Övr.gram. (övriga graminider) är övriga gräs och halvgräs.



Figur 16. tbPCA-diagram över förekomsten av storvuxna arter i småprovytorna i Dalarnas och Örebro läns rikkärr. Endast småprovytor där storvuxen art har preciserats till art eller artgrupp och där vegetationshöjden var över 14 cm är analyserade. PC1, 2 och 3 förklarade 36, 21 respektive 16 % av variansen som totalt var 0,68. Högstarr inkluderar flaskstarr och trådstarr medan övr.gram. (övriga graminider) är övriga gräs och halvgräs.

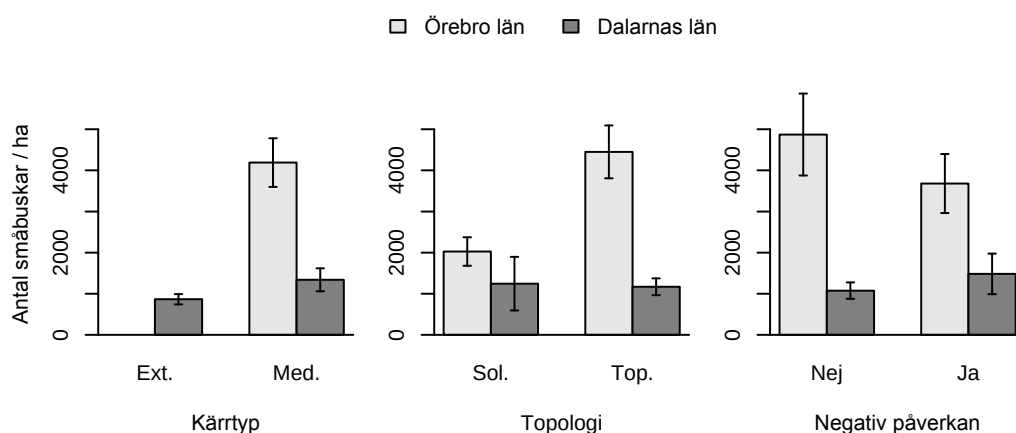
Buskar och träd

En hög grad av buskar och träd i rikkärren indikerar igenväxning, främst till följd av otillräcklig hävd, uttorkning eller ökning av tillgängliga näringsämnen. Busk- och trädskikt mäts dels som täckningsgrad och dels som antal småbuskar. Täckningsgraden ger information om tillståndet hos de etablerade buskarna och träden, medan antalet småbuskar ger information om rekryteringen.



Figur 17. Stapeldiagram över täckningsgraden av buskar och träd i Dalarna och Örebro läns rikkärr uppdelat på kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent) och negativ påverkan (Nej, Ja). Felstaplarna visar medelfelet.

Täckningsgraden av större buskar och träd var drygt 15 % i rikkärren i regionen. Dalarnas län hade en högre täckningsgrad jämfört med Örebro län, 21 % mot 10 %. Det enda statistiskt säkerställda sambandet var med täckningsgraden av buskar och träd som var mindre i större rikkärr (Tabell 3). Detta samband skulle kunna vara en effekt av att kärrens kantzon upptar en större andel av arealen i mindre kärr. I kantzonen är inslaget av träd och buskar ofta större än i den öppna kärrytan. Men det skulle också kunna vara så att de mindre kärren är under igenväxning i större utsträckning än de större. Det fanns också en indikation på att täckningsgraden var något högre i extremrikkärren jämfört med medelrikkärren, 21 % mot 14 % ($F_{1,51} = 3,2$, $P = 0,052$; Figur 17).



Figur 18. Stapeldiagram över antalet småbuskar i Dalarna och Örebro läns rikkärr uppdelat på kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent) och negativ påverkan (Nej, Ja). Felstaplarna visar medelfelet.

Genomsnittet för antalet småbuskar i regionens rikkärr var 2700 ha^{-1} . Dalarnas län hade betydligt lägre antal småbuskar jämfört med Örebro län, 1200 ha^{-1} mot 4200 ha^{-1} (Figur 18). För variablerna fanns det inga statistiskt säkerställda skillnader (Tabell 3), däremot fanns det en indikation på att extremrikkärren hade färre småbuskar än medelrikkärren med i genomsnitt knappt 900 jämfört med 3100 småbuskar per hektar ($F_{1,50} = 4,0$, $P = 0,051$). Variationen mellan kärren är stor och det var också en stor variation inom kärren. Den högre täckningen av större buskar och träd och lägre buskantal indikerade att rikkärren i Dalarnas län var mer trädklädda, medan de i Örebro län var mer öppna men med ett uppslag av små buskar. En orsak till skillnaden mellan länen i täckningsgraden av buskar och träd skulle kunna vara att man varit noggrannare i Örebro län med att ta bort trädklädda kantzoner.

Styrkeanalys

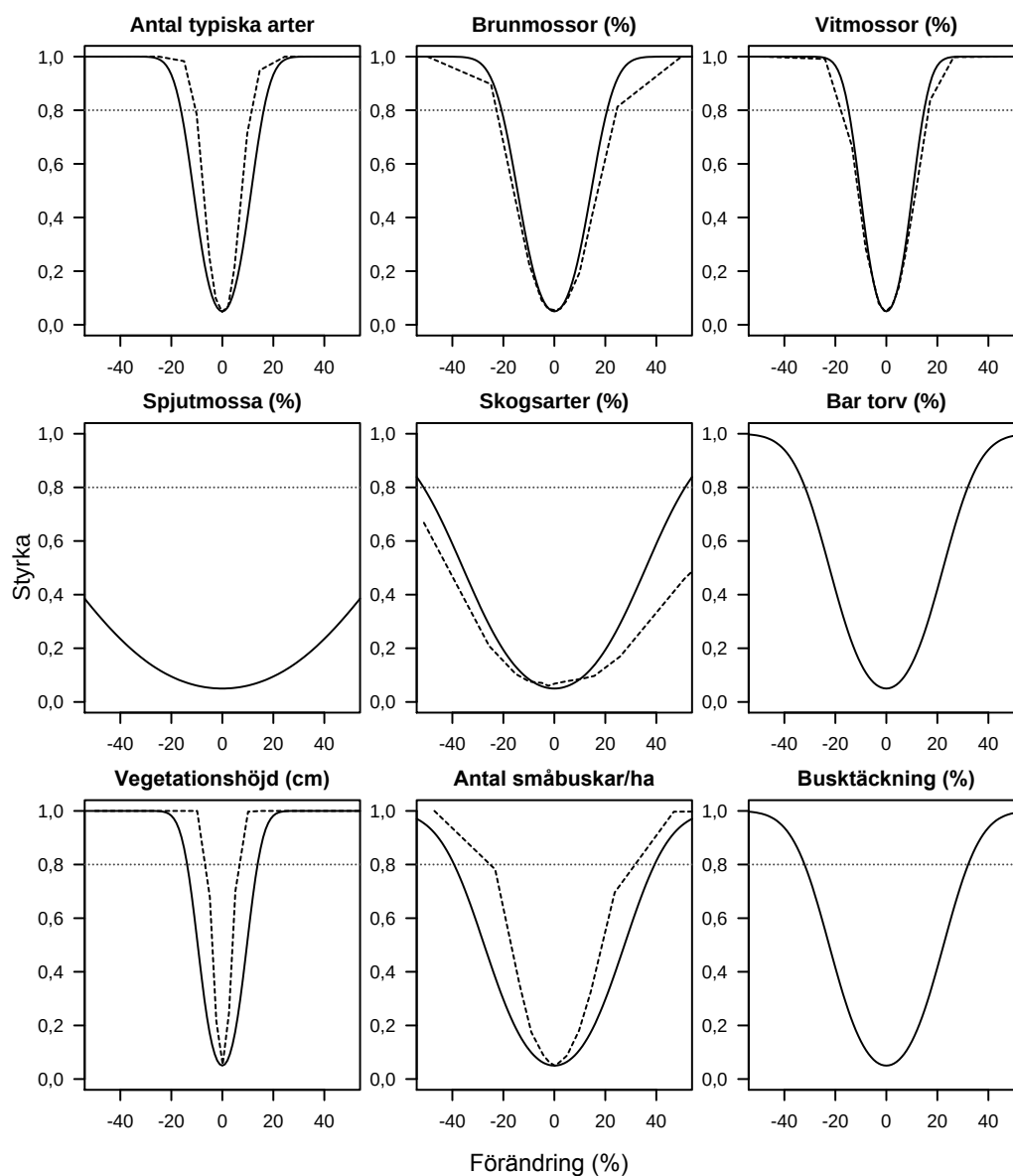
Parat t-test

Analysen visade att det genom parade t-test kommer att kunna vara möjligt att säkerställa relativt små förändringar för några av variablerna på länsgruppsnivå. Det gäller speciellt för antalet typiska arter, vegetationshöjden och täckningsgraderna av vitmossor och brunmossor (Tabell 5, Figur 19 och Bilaga C). För dessa variabler beräknades en förändring med 21 % eller mindre vara möjlig att säkerställa med en styrka (1- β) på 80 % vid signifikansnivån (α) 5 % för ett statistiskt test baserat på hela länsgruppen. Det kommer även vara möjligt att säkerställa relativt små förändringar på länsnivå, förutom för brunmossor som kräver något större förändringar i Dalarna. Det gick även bra att säkerställa förändringar för de här variablerna inom medelrikkärr och topogena kärr om man såg till hela länsgruppen. Inom påverkade och opåverkade kärr i länsgruppen krävs det dock något större förändringar. Analysen indikerade att det krävs närmare 30 objekt för att det ska gå att säkerställa små förändringar. Detta har man också haft för avsikt vid utformningen av programmet, då undersökningstypen påpekar att analyser uppdelat på kärrtyp, topologi och negativ påverkan kommer att behöva göras för större länsgrupper eller nationellt (Naturvårdsverket 2013).

För övriga variabler krävdes det större förändringar för att dessa ska vara möjliga att säkerställa i ett statistiskt test. Det gäller särskilt för spjutmossa (kräver nästan en fördubbling inom länsgruppen), skogsarter, antal småbuskar och täckningsgraden av buskar och träd, vilka varierade mycket mellan objekten. Spjutmossan var väldigt variabel inom länsgruppen med stora förekomster i ett fåtal småprovtytor, främst i Örebro län. Förvisso var täckningsgraden låg i genomsnitt och en fördubbling av täckningsgraden skulle innebära en ökning med några enstaka procentenheter. Oavsett det så finns det ett problem som gör analysen av spjutmossa svår; det finns inte något krav på att den ska noteras vid täckningsgrader under 2 %. Detta gör att små förekomster inte finns med, vilket särskilt gäller i Dalarna där arten är ovanlig. En önskvärd lösning skulle vara att man tar bort tröskelvärdet för spjutmossa, fast å andra sidan är det inte förrän vid stora förekomster som arten blir ett problem. Dessa slutsatser gäller dock främst denna länsgrupp. Det kan tänkas att man i de södra delarna av landet kommer att kunna upptäcka mindre förändringar, då spjutmossa är vanligare och variationen mellan objekten är mindre.

Data från busktytorna hade stor variation, både inom och mellan objekten. Detta visade sig också i hur stora förändringar som krävs innan de kan upptäckas genom ett statistiskt test. För täckningsgraden av buskar och träd och antalet småbuskar krävs det en förändring på ungefär 32–39 % inom länsgruppen. Det fanns dock en stor osäkerhet i dessa data då det endast var fem provrutor som inventerades i varje objekt. En förutsättning för att man

ska kunna lita på resultaten är att man återkommer till så gott som exakt samma plats som tidigare vid nästa inventering.



Figur 19. Diagram som visar med vilken styrka man kan säkerställa en förändring vid signifikansnivån (α) 0,05 vid en förändringsanalys av ett medelvärde baserat på alla rikkärrsobjekt i länsgruppen Dalarna och Örebro län. Den heldragna linjen representerar ett parat t-test med rikkärrsobjekten som observationen och den streckade linjen representerar ett statistiskt test med en så kallad mixed model där småprovtytorna analyseras med rikkärrsobjekt som en slumpmässig effekt. Den senare är endast utförd för antal typiska arter, brunmossor, vitmossor, skogsarter, vegetationshöjd och antal småbuskar och bygger på simuleringar utifrån medelvärden och varians i inventerade data. Den punktade, mörkgrå linjen visar styrkan ($1-\beta$) 0,8 för att underlätta läsningen.

En förutsättning för att ett t-test ska vara tillförlitligt är att data är normalfördelade och att variansen är lika för de grupper man jämför (Quinn & Keough 2010). Flera av variablerna visade sig dock inte vara normalfördelade, huvudsakligen täckningsgraderna, vegetationshöjden och antalet småbuskar. Detta kan man dock oftast lösa genom att variablerna transformeras. Analysen med transformerade data finns presenterad som figurer i Bilaga D. Generellt för analysen var att transformationen ledde till att minskningar blev något lättare att säkerställa, medan det för ökningarna krävdes något större förändringar.

Tabell 5. Den minsta procentuella förändringen (både positiv och negativ) mellan två inventeringstillfällen som kan säkerställas med 80 % styrka vid ett tvåsidigt, parat t-test och signifikansnivån 5 %. Data presenteras för länsgruppen, län (T, Örebro län; W, Dalarnas län), kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent), och negativ påverkan.

	Länsgrupp	Län		Kärrtyp		Topologi		Neg. påverkan	
		T	W	Ext.	Med.	Sol.	Top.	Nej	Ja
Antal typiska arter	16	15	22	29	19	42	18	21	27
Brunmossor	21	23	35	64	20	60	22	22	40
Vitmossor	15	22	21	50	15	27	17	15	30
Spjutmossa	91	87	291	315	92	173	91	135	129
Skogsarter	51	73	55	79	65	87	62	68	78
Bar torv	32	40	53	77	34	89	32	38	56
Vegetationshöjd	14	16	10	17	14	37	15	13	23
Antal småbuskar	39	41	48	46	40	86	42	59	54
Busktäckning	32	50	38	59	38	100	34	41	47

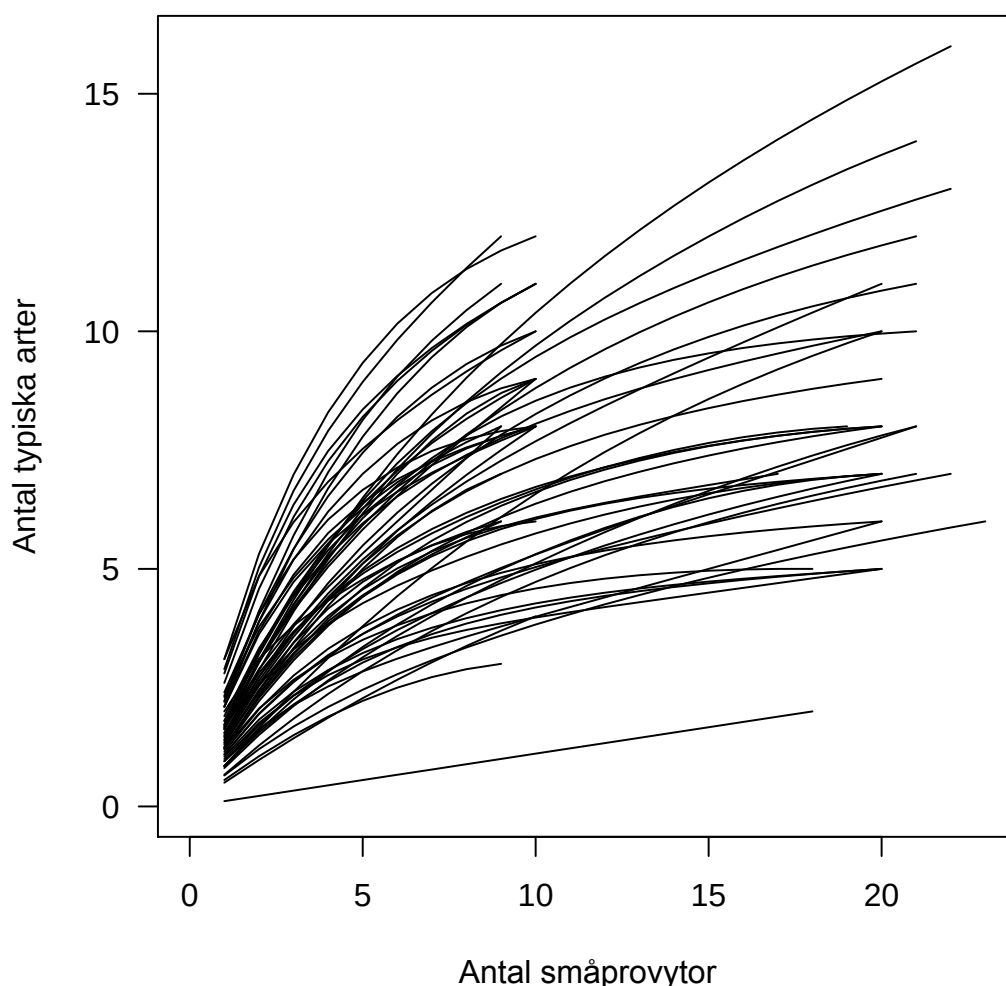
Generalized linear mixed model

Analysen av att använda sig av en så kallad *generalized linear mixed model* (GLMM; Zuur m.fl. 2007, Bolker m.fl. 2009) vid ett statistiskt test, visade att man skulle kunna säkerställa en något mindre förändring för några av variablerna jämfört med ett t-test (Figur 19). Av de testade variablerna var det för variablerna antal typiska arter, vegetationshöjden och antalet småbuskar som man skulle kunna säkerställa mindre förändringar med en styrka (1- β) på 80 % vid signifikansnivån (α) 5 % jämfört med de parade t-testen. För antalet typiska arter och vegetationshöjden, skulle en förändring på omkring 10 % och en förändring för antalet småbuskar på omkring 25 % kunna vara möjlig att säkerställa. Däremot visade inte de andra variablerna som har analyserats – brunmossor, vitmossor och skogsarter – på någon förbättring med en mixed-effects model. För skogsarterna visade det sig till och med att det eventuellt kunde vara så att en mixed-effects model ger ett svagare test.

Denna analys med mixed-effects model bygger på simuleringar utifrån medelvärden och varians i inventerade data. En stor svårighet i analysen var

att få till simulerade data för variabler som inte följer normalfördelningen. Vegetationshöjden och antalet småbuskar var någorlunda normalfördelade efter att de logaritmerats och var därmed relativt enkla att simulera, vilket även antalet typiska arter var då de följde Poisson-distributionen hyfsat. Det stora problemet låg hos täckningsgraderna, då de ofta höll sig nära 0 eller 100 %. Därför är det svårt att säga något om resultaten för täckningsgraderna. Detta är något som man får undersöka vidare när det blir dags att göra jämförelserna över tid.

I dessa analyser har vi utgått från att man jämför data från två tidpunkter, vilket innebär att det kan tillkomma en del felkällor, exempelvis annan inventerare. För att man ska kunna säkerställa att det rör sig om en trend i rikkärren behöver man därför ha data från minst tre tillfällen, helst fler.



Figur 20. Artackumuleringskurvor för alla rikkärrsobjekten i Dalarnas och Örebro län. Varje linje representerar ett rikkärrsobjekt. En utplaning av kurvan indikerar att alla arter har påträffats vid inventeringen.

Analys av antalet småprovytor

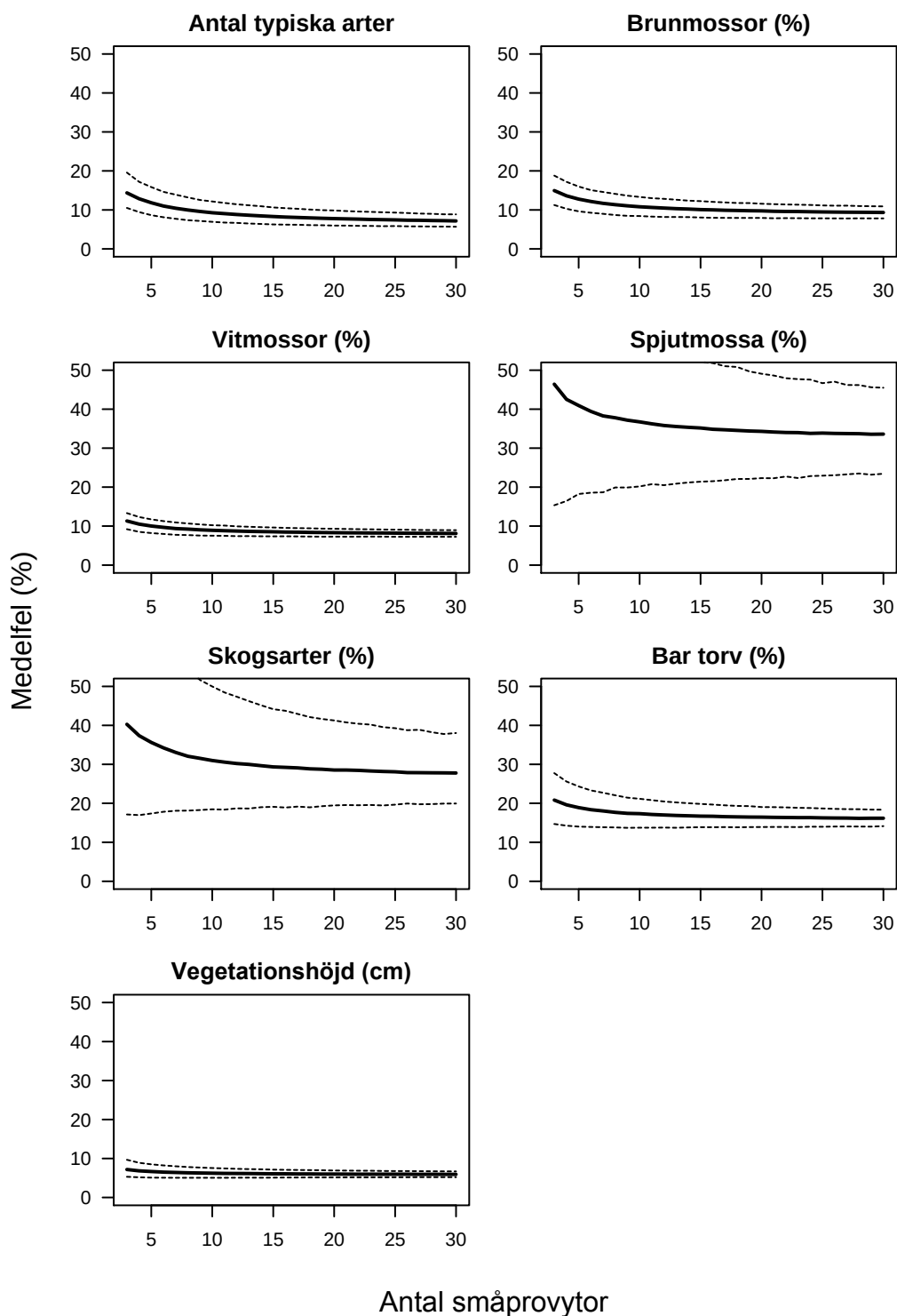
Gemensamt för alla analyser av antalet småprovytor var att ca 20 stycken verkar vara tillräckligt om de är semi-permanenta. Analysen av artackumuleringskurvorna visade i flera fall att man i stort sett påträffat alla typiska arter som fanns i respektive objekt (Figur 20). Detta gällde även för några objekt i Dalarnas län där man endast hade inventerat 9–10 småprovytor. För några av objekten var dock kurvan fortfarande brant stigande vid dess slut, vilket indikerade att det fortfarande fanns flera typiska arter att upptäcka. Kurvorna är teoretiska utifrån artfynden i småprovytorna och är ingen sanning, men de ger en indikation på hur många provrutor som är lämpliga att inventera. Utifrån dessa kurvor verkade det som att omkring 20 småprovytor skulle vara fullt tillräckligt i de flesta fallen för att påträffa i stort sett alla typiska arter i objektet.

Variablernas medelvärde för de 27 objekten som ingick i simuleringsanalysen hade en minskande variation med ökat antal småprovytor. För de flesta av variablerna visade det sig att vid fler än 15 provrutor per objekt förändras inte medelvärdets 95 % konfidensintervall så mycket, vilket tyder på att 20 småprovytor verkar vara tillräckligt för att fånga upp en stor del av variansen inom de flesta av rikkärren (Bilaga E). Analysen av medelfelet visar att vegetationshöjden och täckningsgraden av vitmossor, med sina plana kurvor och små konfidensintervall, var minst känsliga för hur många småprovytor som inventerades (Figur 21). För antalet typiska arter och täckningsgraderna av brunmossor och bar torv började kurvan stabilisera sig närmare 20 småprovytor. Täckningsgraderna av spjutmossa och skogsarter visade dock på stor osäkerhet (Figur 21). Tittar man närmare på de enskilda objekten så finns det en stor variation mellan deras medelvärden, men inom objekten varierar inte medelvärdet så mycket i de flesta fallen vid 20 småprovytor (Bilaga E). Ett fåtal av objekten hade dock en relativt stor varians och för dessa skulle det kunna vara lämpligt att utöka antalet småprovytor. Å andra sidan är dessa få och de bör inte få så stor inverkan på resultatet så länge analyser sker på minst länsnivå.

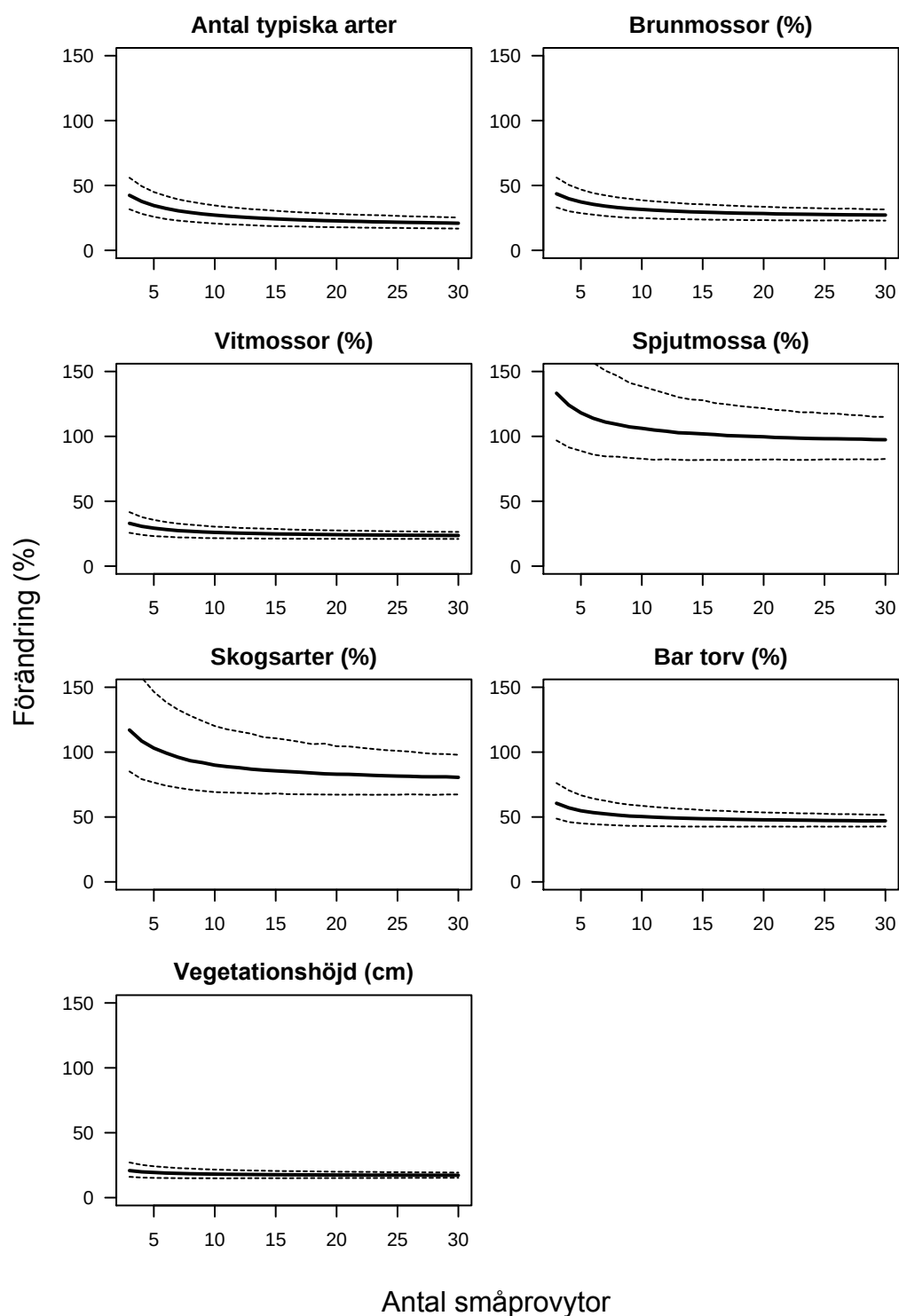
Storleken på den förändring som kan säkerställas i ett t-test minskade med ju fler småprovytor som valdes ut i objekten för alla variabler (Figur 22). Minskningen av denna förändring var för antalet typiska arter och täckningsgraderna av brunmossor och bar torv relativt liten efter ungefär 15 småprovytor, för vegetationshöjden och täckningsgraden av vitmossor skedde detta något tidigare. Täckningsgraderna av spjutmossa och skogsarter visade förvisso på en stabilisering men felmarginalen var fortfarande stor.

Sammantaget verkade det som att inventering av 20 småprovytor i 27 objekt har möjlighet att ge resultat med hög kvalitet, både när det gäller att få tillförlitliga uppskattningar av medelvärden och vid säkerställande av förändringar genom statistiska test. Täckningsgraderna för spjutmossa och skogsarter verkar dock vara något sämre. Detta beror främst på att objekten

hade stora skillnader i variationen mellan småprovytorna för dessa variabler. De mer stabila variablerna kännetecknas av att objekten hade liknande variation även om deras medelvärden kunde skilja mycket sinsemellan.



Figur 21. Diagram över hur variablernas medelfel förändras med antalet småprovytor som inventeras i varje objekt. De streckade linjerna visar medelfellets 95 % konfidensintervall baserat på 10 000 simuleringar. I analysen ingår endast de 27 rikkärrsobjekt där minst 20 småprovytor har inventerats.



Figur 22. Diagram som visar hur antalet småprovytor påverkar hur stor förändring som kan säkerställas i ett parat t-test för de olika variablerna. Styrkan ($1-\beta$) är 0,8 och signifikansnivån (α) är 0,05. Linjerna visar medianen för förändringen 95 % konfidensintervall vid 10 000 simuleringar.

Svagheter och förslag till förändringar

En av de större svagheter i data är att det finns ett tröskelvärde i metodiken för när man noterar täckningsgraden av spjutmossa. Riktlinjen (Naturvårdsverket 2013) är att endast notera täckningsgraden om den överstiger 2 % (täcker minst 50 cm² i småprovytan) med argumentet att det först är vid höga värden som den innebär ett problem, vilket förvisso är sant. Fördelen med att göra så är att man inte behöver ödsla tid på att söka efter enstaka skott. Den stora nackdelen är att täckningsgraden blir knepig att analysera och medelvärden kommer att bli underskattningar. Avsaknaden av de låga värdena kan också ge upphov till onödiga varians med avvikande värden i statistiska modeller som följd. Vi vill föreslå att man i fortsättningen ser till att notera all förekomst av spjutmossa i småprovyterna. Små förekomster bör inte vara så tidskrävande att upptäcka i samband med att man söker efter de typiska arterna. Att noggrant avgöra om det rör sig om en eller två procent är inte heller det viktiga utan huvudsaken är att arten får ett värde.

En annan variabel som har ett tröskelvärde innan den noteras, är arter som ger upphov till hög vegetation. Riktlinjerna (Naturvårdsverket 2013) i detta fall är att dessa arter ska noteras vid vegetationshöjder över 14 cm. Vi anser dock att det kan vara intressant att veta om dessa arter förekommer även i de fall som vegetationshöjden är lägre. Våra analyser visar dock att huvuddelen av de småprovytor där arterna är noterade har betydligt högre värden än 14 cm, vilket visar att när de arterna förekommer så är vegetationen hög. I detta fall vill vi främst föreslå att man utökar listan med vilka arter som ska noteras till att även innehålla övrigt ris, övriga buskar samt träd. Kategorin annan art är onödigt anonym, särskilt i handdatorapplikationen där det inte finns möjlighet att skriva fritext. Man kan även fundera över om det värt att även här ta bort gränsvärdet.

Analysen av busk- och trädsikt visade på att det fanns en stor variation inom och mellan rikkärrsobjekten, vilket medför att det krävs relativt stora förändringar för att det ska kunna säkerställas i ett statistiskt test (> 30 %). Man inventerar endast fem buskprovytor i varje objekt. Detta innebär att objektets medelvärde blir väldigt beroende av att man återkommer till exakt samma plats. Om man inte kommer tillbaka till samma plats kan det i en analys med objektens medelvärden som observationer, få till konsekvens att felaktiga slutsatser dras. Eventuellt kan man undvika detta genom att använda mera avancerade statistiska modeller där man använder sig av alla provytorna som observationer. Exempelvis verkar det som att man kan säkerställa en mindre skillnad med en GLMM jämfört med ett parat t-test för antalet småbuskar per hektar. Att utöka antalet buskprovytor är nog inte aktuellt då det kan ta relativt lång tid att inventera dem. Alternativet skulle kunna vara att inte fältinventera busk- och trädsikt utan istället följa utvecklingen via fjärranalys, exempelvis via infraröda flygbilder eller laserscanning. I dagsläget har man utvecklat metoder för att skatta busk- och

trädsikt med hjälp av data från laserscanning av landskapet (Olsson m.fl. 2014). Detta är något man borde utreda vidare.

En förutsättning för att man med säkerhet ska kunna säga att det har skett en förändring över tid, är att man har data från minst tre tidpunkter. Som delprogrammet nu är uppbyggt är det tänkt att man klarar av ett inventeringsvarv på 12 år. Detta innebär att det tar minst 24 år innan man har möjlighet att upptäcka en trend! Undersökningstypen (Naturvårdsverket 2013) rekommenderar dock att man delar upp objekten i tre grupper som inventeras år 1, 5 respektive 9. Detta för att man ska kunna följa gradvisa förändringar. För att kunna få tillräcklig styrka i en sådan analys krävs det att den utförs på nationell nivå eller möjligtvis med större länsgrupper. Nackdelen med uppdelningen på tre tillfällen är att det blir en större kostnad till följd av det administrativa arbetet som krävs inför varje inventeringstillfälle. Både Dalarnas och Örebro län har hittills valt att koncentrera sina inventeringar till i stort sett ett tillfälle och andra län är inne på samma spår. I delar av landet där hotbilden mot rikkärren är allvarligare skulle det kunna vara lämpligt att ha ett kortare inventeringsintervall, exempelvis vart sjätte år. Det gäller främst södra Sverige där det är hårt tryck på markanvändningen, tillförseln av näringsämnen är hög och klimatförändringar spås leda till torrare kärr (Sundberg 2006).

Förslag till förändringar i metodiken – sammanfattning:

- Ta bort tröskelvärde på minst 2 % täckningsgrad för spjutmossa och notera all förekomst av spjutmossa i småprovytorna.
- Utöka listan med arter som ger upphov till hög vegetation till att även innehålla övrigt ris, övriga buskar samt träd. Eventuellt kan tröskelvärde för när arterna ska anges tas bort även här.
- Utred alternativ för att följa utvecklingen av träd- och buskskikt, exempelvis via infraröda flygbilder eller laserscanning.
- Inför kortare inventeringsintervall, exempelvis vart sjätte år, i södra Sverige där det förväntas ske snabbare förändringar.

Slutsatser

Sammanställningen av data visade att det finns skillnader mellan Dalarnas och Örebro län i rikkärrens karaktärer. Främst fanns det skillnader i vegetationshöjden, antalet småbuskar och täckningsgraderna av buskar och träd och av skogsarter (ris och mossor). Rikkärren i Dalarnas län hade betydligt mer buskar och träd och större inslag av skogsris och -mossor, det senare tyder på en tuvighet, medan det i Örebro län var ett stort inslag av små buskar och en hög vegetation vilket kan vara indikationer på en störd hydrologi.

För flera av variablerna kommer man att kunna säkerställa relativt små skillnader mellan inventeringsvarven i ett statistiskt test. Det gäller främst för vegetationshöjden, antalet typiska arter och täckningsgraden av vitmossor. Dessa variabler är också de viktigaste att följa upp då en ökning av vitmossor indikerar en övergång till fattigare kärrtypen och en ökad vegetation ofta indikerar torrare förhållanden. Vitmossorna och vegetationshöjden visade sig också ha negativa samband med antalet typiska arter vilket stärker deras betydelse som negativa indikatorer. Ett annat viktigt resultat från styrketesterna var att det ändå krävs uppemot 30 rikkärrobject för att kunna säkerställa relativt små skillnader. Detta innebär att analyser uppdelade på kärrtyp, topologi eller negativ påverkan bör göras för större länsgrupper i första hand.

Undersökningstypens rekommendationer om att inventera 16–22 semi-permanenta småprovytor per rikkärrobject får stöd av vår analys av hur antalet småprovytor påverkar resultaten. Inom detta intervall förbättras inte medelvärdenas varians så mycket. Även den skillnad man kan säkerställa i ett statistiskt test förbättras inte så mycket. Därmed kan rekommendationen ses som kostnadseffektiv för ändamålet.

Referenser

Bates, D., Maechler, M., Bolker, B. and Walker, S. 2014. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version 1.1-7. URL <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>.

Bolker, B.M., Brooks, M.E., Clark, C.J., Geange, S.W., Poulsen, J.R., Henry, M., Stevens, H. & White, J.-S.S. 2009. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution*. 24:127–135.

Götbrink, E. & Haglund, A (red.). 2010. Manual för uppföljning i myrar i skyddade områden. Version 4.0. Naturvårdsverket. Diarienummer 310-5279-05.

Johnson, P.C.D., Barry, S.J.E., Ferguson, H.M. & Müller, P. 2015. Power analysis for generalized linear mixed models in ecology and evolution. *Methods in Ecology and Evolution*. 6:133–142.

Hedenäs, L., Reisborg, C. & Hallingbäck, T. 2014. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Bladmossor: Skirmossor–baronmossor. Bryophyta: *Hookeria–Anomodon*. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.

Legendre, P. & Legendre, L. 2012. Numerical Ecology. Third English Edition. Amsterdam, Nederländerna. Elsevier.

Naturvårdsverket. 2013. Undersökningstyp rikkärr. Version 1.3. Naturvårdsverket. URL http://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/miljoovervakning/handledning/metoder/undersokningstyper/vatmark/rikkarr_utyp_20130612.pdf

Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R. B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H. & Wagner, H. 2015. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.2-1. URL <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

Olsson, H., Skånes, H., Tulldahl, M., Wikström, S., Kautsky, H., Rydell, B., Årnfelt, E., Eklöf, J. & Steinvall, O. 2014. Flygburen laser och digitala bilder för kartering och övervakning av akvatisk och terrester miljö. Naturvårdsverket. Rapport 6633.

Quinn, G. & Keough, M.J. 2010. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge university press, Cambridge.

R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Rydin, H. & Jeglum, J. 2006. The biology of peatlands. Oxford University Press, Oxford.

Sundberg, S. 2006. Åtgärdsprogram för bevarande av rikkärr – inklusive arterna gulyxne *Liparis loeselii* (NT), kalkkärrsgrynsnäcka *Vertigo geyeri* (NT) och större agatsnäcka *Cochlicopa nitens* (EN). Naturvårdsverket. Rapport 5601.

Zuur, A.F., Ieno, E.N & Smith, G.M. 2007. Analysing Ecological Data. Springer, New York.

Bilagor

Bilaga A: Artlista

Bilaga B: Stapeldiagram för mätvariabler

Bilaga C: Styrkefigurer – ej transformerade data

Bilaga D: Styrkefigurer – transformerade data

Bilaga E: Analys av antalet provrutor

Bilaga A: Artlista

Tabell A.1. Lista över arter typiska för naturtyperna rikkärr (7230) och mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ (7160), samt regionala arter för Örebro län. Antalet provrutor som arten förekommer i är uppdelat för län (T, Örebro län; W, Dalarnas län), kärrtyp (Ext., extremrikkärr; Med., medelrikkärr), topologi (Sol., soligent; Top., topogent), och negativ påverkan.

Nat. typ	Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Län		Kärrtyp		Topologi		Neg. påv.		Tot.
			T	W	Ext.	Med.	Sol.	Top.	Nej	Ja	
Kärlväxter											
7230	Carex capitata	huvudstarr	0	1	0	1	0	1	1	0	1
7230	Carex flava	knagglestarr	1	7	2	6	4	4	2	6	8
7230	Carex flava/lepidocarpa/demissa/viridula/bergrothii	knagglestarr-komplexet	25	11	5	31	2	34	19	17	36
7230	Carex hostiana	ängsstarr	4	0	0	4	0	4	2	2	4
7230	Dactylorhiza incarnata	ängsnycklar	0	2	1	1	1	1	0	2	2
7230	Dactylorhiza incarnata coll/majalis/laponica/traunsteineri/sphagnicola	ängsnyckel-komplexet	4	0	0	4	1	3	1	3	4
7230	Dactylorhiza majalis subsp. Laponica	sumpnycklar	0	1	0	1	0	1	1	0	1
7230	Eleocharis quinqueflora	tagelsäv	1	5	0	6	0	6	5	1	6
7230	Eriophorum latifolium	gräsull	14	33	8	39	9	38	31	16	47
7230	Liparis loeselii	gulyxne	0	1	0	1	1	0	0	1	1
7230	Parnassia palustris	slåtterblomma	4	5	3	6	2	7	8	1	9
7230	Pinguicula vulgaris	tätört	0	22	9	13	8	14	14	8	22
7230	Schoenus ferrugineus	axag	0	12	2	10	3	9	9	3	12
7230	Selaginella selaginoides	dvärglummer	24	57	15	66	29	52	44	37	81
7230	Tofieldia pusilla	björnbrodd	0	23	9	14	7	16	14	9	23
7230	Trichophorum alpinum	snip	18	63	17	64	14	67	56	25	81
7160	Carex appropinquata	tagelstarr	11	0	0	11	0	11	4	7	11
7160	Carex diandra	trindstarr	3	0	0	3	0	3	0	3	3
Reg.	Carex buxbaumii	Klubbstarr	2	0	0	2	0	2	0	2	2
Reg.	Pedicularis palustris	Kärrspira	1	0	0	1	0	1	0	1	1
Reg.	Thelypteris palustris	Kärrbräken	4	0	0	4	0	4	0	4	4
Reg.	Triglochin palustris	Kärrsälting	1	0	0	1	0	1	1	0	1
Mossor											
7230	Aneura pinguis	fetbålmossa	114	16	6	124	10	120	65	65	130
7230	Calliergon giganteum	stor skedmossa	47	3	0	50	2	48	25	25	50
7230	Cinclidium stygium	myruddmossa	35	26	16	45	3	58	27	34	61
7230	Hamatocaulis vernicosus	käppkrokmossa	15	8	1	22	2	21	21	2	23
7230	Leiocolea rutheana	praktflikmossa	5	1	0	6	1	5	4	2	6

Nat. typ	Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Län		Kärrtyp		Topologi		Neg. påv.		Tot.
			T	W	Ext.	Med.	Sol.	Top.	Nej	Ja	
7230	<i>Moerckia hibernica</i>	kärrmörkia	6	4	3	7	0	10	8	2	10
7230	<i>Paludella squarrosa</i>	piprensarmossa	12	20	7	25	4	28	28	4	32
7230	<i>Palustriella decipiens</i>	nordlig tuffmossa	0	1	1	0	0	1	0	1	1
7230	<i>Palustriella falcata</i>	klotuffmossa	0	8	7	1	0	8	2	6	8
7230	<i>Palustriella spp.</i>	tuffmossor	1	0	0	1	0	1	0	1	1
7230	<i>Plagiomnium elatum</i>	Bandprakt- mossa	8	0	0	8	0	8	2	6	8
7230	<i>Pseudocalliergon trifarum</i>	maskgulmossa	9	8	3	14	6	11	5	12	17
7230	<i>Scorpidium cossonii</i>	späd skorpionmossa	77	66	29	114	13	130	64	79	143
7230	<i>Scorpidium cossonii/ revolvens</i>	späd/röd skorpionmossa	1	0	0	1	0	1	1	0	1
7230	<i>Scorpidium revolvens</i>	röd skorpionmossa	104	50	17	137	25	129	87	67	154
7230	<i>Scorpidium scorpioides</i>	korvskorpion- mossa	60	58	19	99	14	104	56	62	118
7230	<i>Sphagnum contortum*</i>	lockvitmossa	69	0	0	69	6	63	30	39	69
7230	<i>Tomentypnum nitens</i>	gyllenmossa	38	33	15	56	5	66	48	23	71
7160	<i>Pseudobryum cinclidioides</i>	källpraktmossa	4	0	0	4	2	2	2	2	4
7160	<i>Rhizomnium pseudopunctatum</i>	filtrundmossa	11	0	0	11	1	10	5	6	11
Reg.	<i>Bryum pseudotriquetrum var. pseudotriquetrum</i>	kärrbryum	4	20	15	9	2	22	14	10	24
Reg.	<i>Campyliadelphus elodes</i>	kärrspärrmossa	2	0	0	2	0	2	0	2	2
Reg.	<i>Campylium stellatum</i>	guldspärrmossa	211	99	37	273	37	273	140	170	310
Reg.	<i>Drepanocladus polygamus</i>	spärrkrokmossa	3	0	0	3	0	3	1	2	3
Reg.	<i>Fissidens adianthoides</i>	stor fickmossa	6	0	0	6	0	6	2	4	6
Totalt antal provrutor			569	301	97	773	122	748	445	425	870

Bilaga B: Objektsammanställning

Tabeller med sammanställning av objekten som ingår i miljöövervakningen av rikkärr i Dalarnas och Örebro län. Data är insamlade under det första inventeringsdrevet.

Tabell B.1. Beskrivning av rikkärrsobjekten i Dalarnas län. Kärr., kärrtyp (E, extremrikkärr; M, medelrikkärr); Topo., topologi (S, soligent; T, topogent); Neg., negativ påverkan (N, nej; J, ja); Omk., omkrets; Ant. spy, antal småprovtytor; Ant.by, antal busktytor.

ID	Kärr.	Topo.	Neg.	Omk. (km)	Areal (ha)	Ant. spy	Ant.by
1	E	S	N	0,8	1,9	10	5
2	E	S	N	1,2	2,2	9	5
3	E	S	J	0,7	2,7	10	5
4	E	S	J	0,5	1,3	10	0
5	E	T	N	0,5	0,7	10	5
6	E	T	N	0,8	2,4	10	5
7	E	T	N	2,5	8,6	10	5
8	E	T	N	0,3	0,5	9	5
9	E	T	J	0,1	0,1	10	1
10	E	T	J	0,5	0,9	9	4
11	M	S	J	1,3	3,2	22	5
12	M	T	N	0,2	0,2	9	5
13	M	T	N	0,2	0,2	10	5
14	M	T	N	0,6	0,8	9	5
15	M	T	N	2,3	4,7	19	5
16	M	T	N	1,5	5,4	10	5
17	M	T	N	1,2	2,3	10	5
18	M	T	N	1,8	6,7	9	5
19	M	T	N	1,7	5,9	10	5
20	M	T	N	0,6	0,9	10	5
21	M	T	N	0,3	0,4	10	5
22	M	T	N	1,1	2,4	9	5
23	M	T	N	1,1	1,2	10	5
24	M	T	N	0,3	0,3	10	5
25	M	T	N	0,5	0,9	10	5
26	M	T	J	0,3	0,5	18	5
27	M	T	J	4	16,2	10	5
28	M	T	J	2,1	5,2	9	5
Medelvärde				1,0	2,8		
Standardavvikelse				0,9	3,5		

Tabell B.2. Sammanställning av medelvärde och standardavvikelse (inom parentes) för inventerade rikkärrsobjekt i Dalarnas län. Typ.art, antal typiska arter i småprovytor; Brun., brunmossor (%); Vit., vitmossor (%); Spju., spjutmossa (%); Skog., skogsarter (%); Torv, bar torv (%); Bleke, bar bleke (%); Veg., vegetationshöjd (cm); Buskant., antal buskar per hektar; Buskt., täckningsgrad av buskar och träd (%). Medelv, medelvärde; Std.av., standardavvikelse.

ID	Typ.art	Brun.	Vit.	Spju.	Skog.	Torv	Bleke	Veg.	Buskant.	Buskt.
1	2,1 (2,2)	27 (41)	54 (42)	0 (0)	15 (30)	0 (2)	0 (0)	17 (6)	880 (593)	15 (13)
2	2,2 (1,6)	45 (45)	39 (45)	0 (0)	2 (5)	4 (7)	0 (0)	15 (5)	160 (358)	5 (8)
3	1,5 (1,4)	16 (33)	66 (46)	0 (0)	18 (17)	5 (17)	0 (0)	15 (5)	800 (490)	27 (10)
4	2,1 (2,6)	23 (35)	35 (40)	0 (0)	17 (28)	6 (8)	0 (0)	12 (4)	-	-
5	2,8 (2,2)	35 (38)	43 (45)	0 (0)	5 (6)	12 (24)	0 (0)	11 (4)	640 (727)	39 (28)
6	1,8 (1,7)	31 (34)	30 (35)	2 (6)	2 (4)	17 (31)	0 (0)	15 (5)	1200 (1697)	7 (9)
7	1,4 (1,3)	36 (41)	23 (38)	0 (0)	28 (41)	11 (18)	0 (0)	11 (3)	1360 (1403)	15 (14)
8	1,7 (1,6)	25 (32)	47 (37)	0 (0)	11 (27)	11 (21)	0 (0)	14 (4)	560 (669)	28 (29)
9	3,1 (2,1)	94 (5)	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (1)	3 (5)	11 (2)	1200 (-)	34 (-)
10	1,3 (0,9)	19 (19)	26 (40)	0 (0)	10 (14)	20 (31)	0 (0)	11 (3)	1000 (400)	22 (16)
11	1,6 (2,3)	10 (24)	68 (38)	0 (0)	13 (24)	0 (0)	0 (0)	19 (23)	3140 (3319)	18 (17)
12	2,0 (1,6)	15 (27)	64 (37)	0 (0)	20 (31)	1 (2)	0 (0)	14 (6)	1360 (1315)	41 (36)
13	2,2 (2,3)	33 (46)	42 (41)	0 (0)	30 (38)	0 (0)	0 (0)	14 (3)	1920 (1110)	29 (27)
14	1,2 (2,0)	22 (34)	56 (44)	0 (0)	6 (11)	22 (33)	0 (0)	14 (4)	1440 (1152)	19 (10)
15	1,6 (1,3)	12 (23)	68 (37)	0 (0)	4 (9)	8 (17)	0 (0)	16 (9)	1840 (829)	7 (11)
16	2,6 (2,0)	43 (41)	38 (48)	0 (0)	2 (2)	6 (9)	0 (0)	16 (6)	800 (800)	45 (38)
17	1,7 (1,8)	25 (33)	35 (38)	0 (0)	6 (8)	39 (28)	0 (0)	14 (5)	1040 (1043)	11 (18)
18	0,6 (0,7)	12 (18)	54 (45)	0 (0)	0 (0)	24 (27)	0 (0)	21 (10)	160 (358)	3 (5)
19	1,3 (0,9)	16 (16)	44 (38)	0 (0)	6 (16)	12 (30)	0 (0)	13 (4)	4160 (2508)	20 (27)
20	2,4 (2,1)	10 (13)	56 (38)	0 (0)	10 (24)	19 (29)	0 (0)	11 (5)	800 (1131)	5 (8)
21	0,5 (0,7)	16 (32)	45 (42)	0 (0)	28 (34)	0 (1)	0 (0)	13 (4)	400 (693)	50 (15)
22	2,9 (1,5)	49 (38)	23 (35)	0 (0)	4 (6)	27 (31)	0 (0)	14 (10)	560 (456)	30 (19)
23	2,1 (1,5)	23 (31)	58 (41)	0 (0)	1 (1)	14 (17)	0 (0)	15 (2)	400 (566)	5 (5)
24	3,1 (1,5)	36 (40)	51 (45)	0 (0)	0 (1)	12 (17)	0 (0)	16 (3)	1440 (1004)	28 (13)
25	1,8 (1,3)	48 (40)	36 (44)	0 (0)	3 (4)	7 (21)	0 (0)	14 (4)	400 (400)	34 (28)
26	0,1 (0,3)	3 (11)	67 (32)	0 (0)	15 (20)	1 (3)	0 (0)	19 (7)	3520 (716)	11 (13)
27	2,3 (2,3)	23 (26)	29 (38)	0 (0)	1 (2)	44 (37)	0 (0)	12 (6)	320 (438)	6 (7)
28	2,3 (1,3)	33 (29)	21 (34)	0 (0)	0 (0)	39 (34)	0 (0)	17 (8)	400 (566)	6 (6)
Medelv.	1,9	28	43	0,1	9	13	0,1	14	1181	21
Std.av.	0,7	18	17	0,3	9	13	0,6	3	1005	14

Tabell B.3. Beskrivning av rikkärrsobjekten i Örebro län. Kärr., kärrtyp (E, extremrikkärr; M, medelrikkärr); Topo., topologi (S, soligent; T, topogent); Neg., negativ påverkan (N, nej; J, ja); Omk., omkrets; Ant. spy, antal småprovtytor; Ant.by, antal buskytor.

ID	Kärr.	Topo.	Neg.	Omk. (km)	Areal (ha)	Ant. spy	Ant.by
1	M	S	J	0,2	0,2	21	5
2	M	S	J	0,5	0,6	20	5
3	M	S	J	1,1	1,1	20	5
4	M	T	N	0,7	0,8	20	5
5	M	T	N	0,3	0,3	20	5
6	M	T	N	0,4	0,4	20	5
7	M	T	N	0,9	1	20	5
8	M	T	N	0,3	0,2	21	5
9	M	T	N	0,2	0,3	18	5
10	M	T	N	1	1,1	21	5
11	M	T	N	1	1,2	20	5
12	M	T	N	0,3	0,2	21	5
13	M	T	N	0,7	1	20	5
14	M	T	N	0,5	1,1	21	5
15	M	T	N	0,6	1	20	5
16	M	T	J	0,4	0,5	20	5
17	M	T	J	1,3	1,6	20	5
18	M	T	J	4,6	6,8	22	5
19	M	T	J	1,9	6,9	20	5
20	M	T	J	0,4	0,2	20	5
21	M	T	J	1,5	2,1	20	5
22	M	T	J	3,6	6,6	17	5
23	M	T	J	0,6	0,7	21	5
24	M	T	J	1,1	3,2	23	5
25	M	T	J	0,3	0,3	22	5
26	M	T	J	0,4	0,4	20	5
27	M	T	J	0,6	0,8	21	5
28	M	T	J	0,4	0,5	20	5
<i>Medelvärde</i>				<i>0,9</i>	<i>1,5</i>		
<i>Standardavvikelse</i>				<i>1,0</i>	<i>2,0</i>		

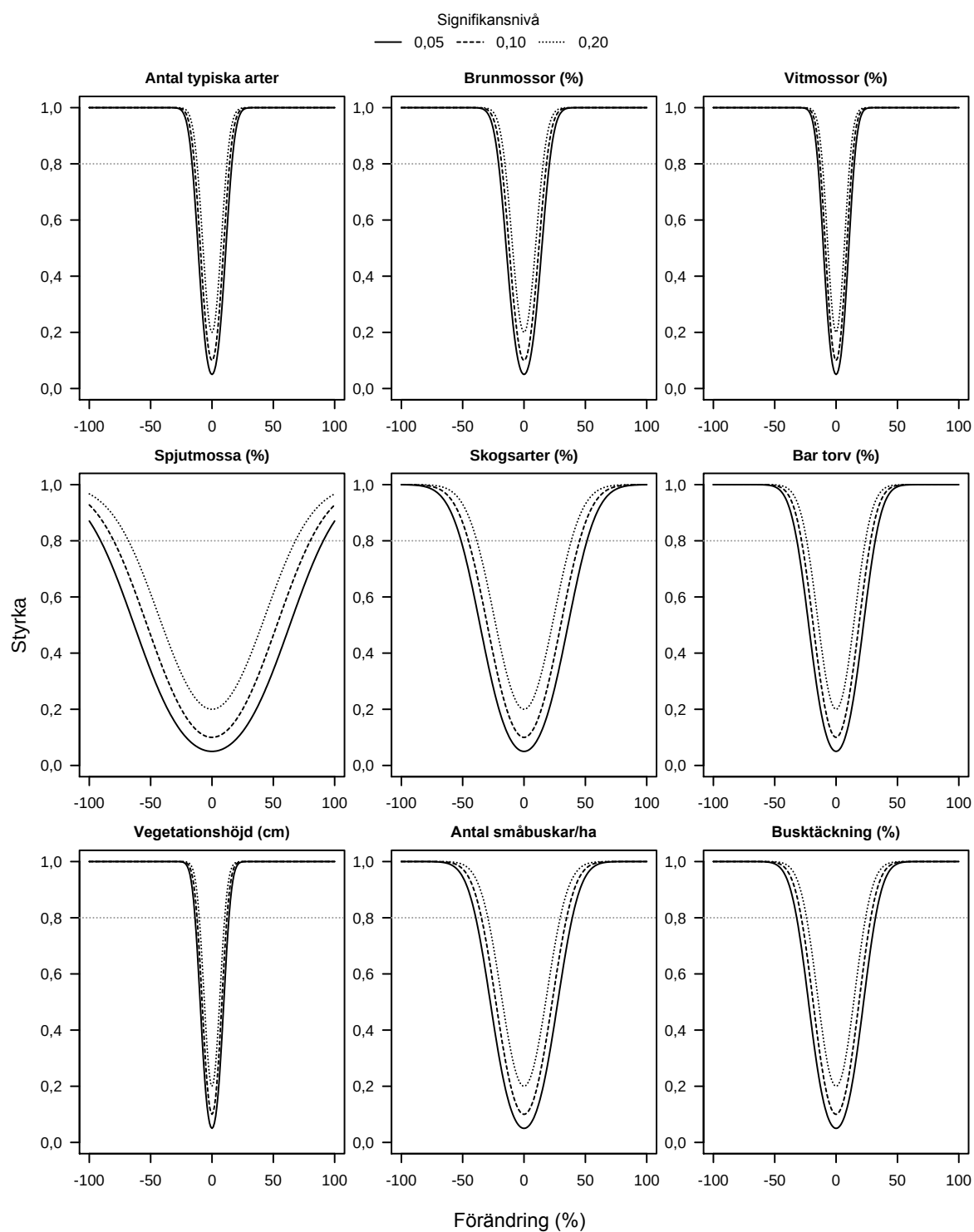
Tabell B.4. Sammanställning av medelvärde och standardavvikelse (inom parentes) för inventerade rikkärrsobjekt i Örebro län. Typ.art, antal typiska arter i småprovytor; Brun., brunmossor (%); Vit., vitmossor (%); Spju., spjutmossa (%); Skog., skogsarter (%); Torv, bar torv (%); Bleke, bar bleke (%); Veg., vegetationshöjd (cm); Buskant., antal buskar per hektar; Buskt., täckningsgrad av buskar och träd (%). Medelv, medelvärde; Std.av., standardavvikelse.

ID	Typ.art	Brun.	Vit.	Spju.	Skog.	Torv	Bleke	Veg.	Buskant.	Buskt.
1	0,8 (1,0)	23 (29)	57 (40)	0 (1)	2 (8)	12 (15)	0 (0)	14 (5)	2640 (2291)	9 (15)
2	0,8 (1,3)	14 (26)	70 (34)	1 (3)	8 (20)	4 (8)	0 (0)	30 (13)	2000 (1020)	3 (4)
3	1,2 (1,7)	14 (18)	68 (29)	0 (1)	1 (1)	5 (12)	0 (0)	17 (4)	1440 (1220)	3 (5)
4	1,0 (0,9)	23 (33)	55 (43)	1 (2)	1 (3)	11 (19)	0 (0)	29 (13)	3120 (2748)	3 (4)
5	0,8 (1,5)	30 (33)	38 (42)	8 (16)	6 (13)	2 (5)	0 (0)	17 (7)	4720 (1246)	42 (7)
6	1,0 (1,3)	25 (32)	51 (43)	0 (0)	7 (11)	17 (22)	0 (0)	19 (4)	1840 (2736)	4 (7)
7	1,1 (1,3)	14 (24)	44 (40)	0 (0)	1 (4)	25 (27)	0 (0)	25 (8)	720 (657)	1 (2)
8	1,1 (1,5)	17 (22)	65 (36)	0 (2)	0 (0)	12 (17)	0 (0)	17 (6)	4960 (8422)	9 (10)
9	1,2 (1,2)	18 (22)	42 (32)	0 (2)	1 (3)	22 (24)	0 (0)	22 (6)	4480 (3526)	18 (15)
10	1,5 (2,0)	28 (29)	57 (32)	1 (3)	3 (10)	4 (5)	0 (0)	20 (6)	2080 (2161)	4 (3)
11	1,4 (1,4)	45 (36)	15 (23)	13 (22)	0 (0)	19 (19)	0 (0)	25 (13)	5013 (5358)	13 (16)
12	1,7 (2,4)	20 (27)	67 (36)	0 (0)	1 (3)	6 (10)	0 (0)	16 (5)	7120 (4112)	8 (8)
13	0,8 (1,4)	13 (26)	72 (32)	0 (0)	1 (4)	6 (12)	0 (0)	22 (9)	2000 (1166)	3 (5)
14	1,6 (1,9)	22 (28)	39 (40)	3 (6)	1 (6)	30 (31)	0 (0)	22 (7)	10880 (6161)	13 (15)
15	1,4 (1,5)	35 (33)	42 (36)	12 (25)	0 (0)	11 (9)	0 (0)	15 (7)	11520 (3242)	29 (23)
16	1,0 (1,2)	30 (28)	12 (24)	17 (28)	0 (0)	39 (25)	0 (0)	29 (10)	5760 (4210)	10 (17)
17	1,2 (1,5)	18 (27)	50 (40)	0 (1)	1 (4)	17 (24)	0 (0)	26 (8)	5680 (4284)	9 (18)
18	1,7 (1,9)	29 (35)	43 (41)	0 (0)	1 (4)	21 (22)	0 (0)	18 (8)	1440 (1711)	2 (3)
19	1,1 (1,6)	35 (34)	31 (38)	1 (3)	0 (1)	19 (17)	0 (0)	46 (18)	1600 (2280)	0 (0)
20	1,9 (1,7)	46 (41)	48 (41)	4 (8)	1 (4)	0 (1)	0 (0)	17 (6)	3360 (3207)	18 (21)
21	1,6 (1,6)	30 (32)	54 (40)	0 (0)	2 (5)	9 (11)	0 (0)	22 (5)	2800 (1855)	1 (1)
22	1,4 (1,6)	36 (40)	31 (42)	4 (13)	0 (0)	24 (31)	0 (0)	21 (9)	8080 (5976)	13 (8)
23	0,7 (0,9)	47 (36)	12 (30)	2 (7)	0 (0)	18 (22)	0 (0)	34 (7)	80 (179)	7 (13)
24	0,7 (1,1)	8 (18)	75 (24)	0 (0)	11 (16)	2 (5)	0 (0)	21 (5)	2560 (1992)	4 (6)
25	1,1 (1,3)	15 (25)	36 (35)	0 (0)	2 (5)	26 (28)	0 (0)	26 (9)	2800 (1386)	16 (14)
26	1,6 (1,1)	47 (41)	45 (43)	3 (12)	2 (5)	1 (5)	0 (0)	22 (10)	4000 (1575)	21 (14)
27	1,7 (1,6)	34 (34)	44 (34)	4 (8)	5 (14)	7 (10)	0 (0)	27 (6)	11520 (9893)	17 (14)
28	1,2 (1,4)	30 (27)	15 (32)	4 (7)	0 (0)	34 (30)	0 (0)	32 (11)	3120 (1308)	7 (8)
Medelv.	1,2	27	46	2,8	2,1	14	0	23	4190	10
Std.av.	0,3	11	18	4,5	2,8	10	0	7	3130	9

Bilaga C: Styrkefigurer - ej transformerade data

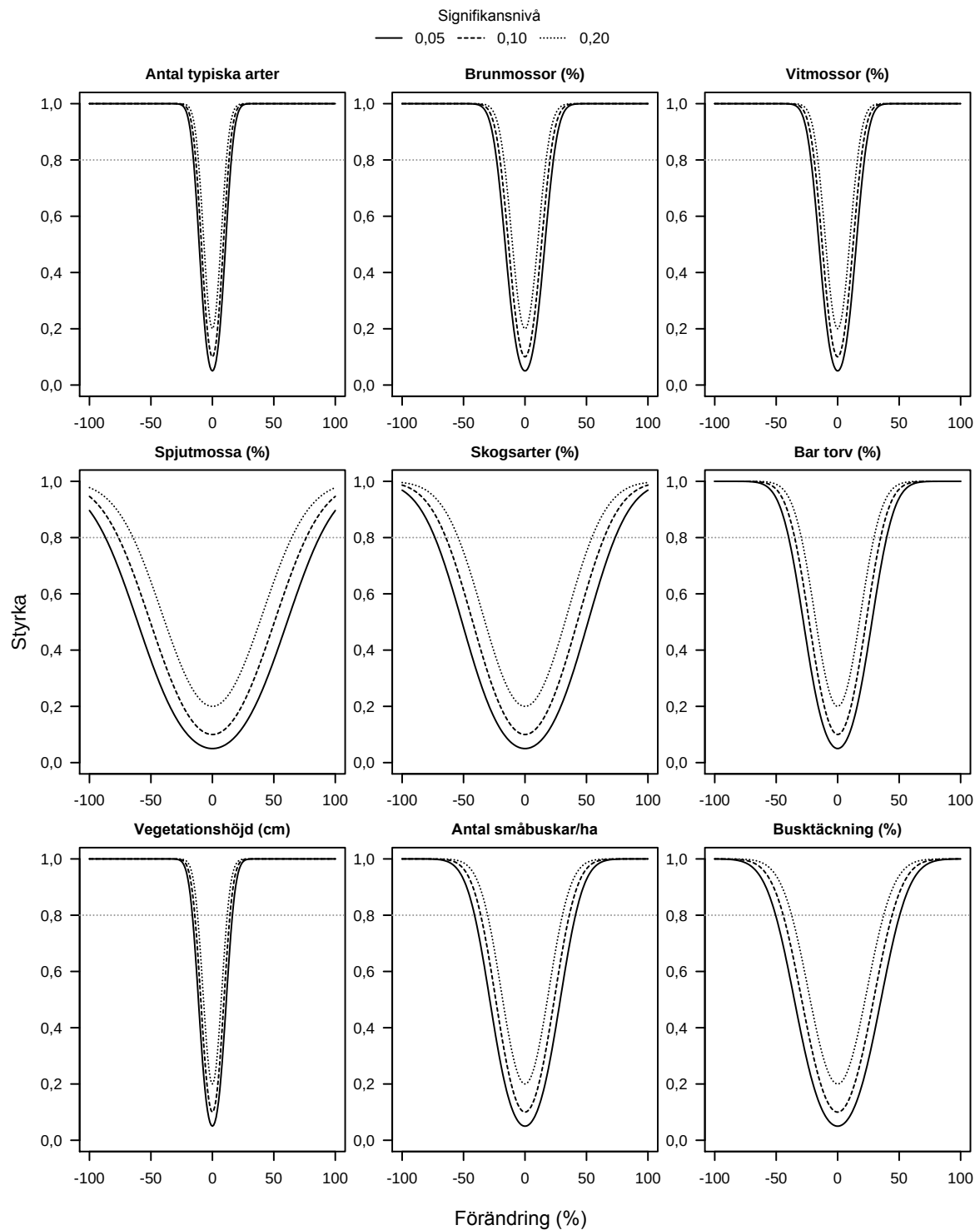
Styrkefigurer för parade t-test för hela länsgruppen och uppdelat på län (T, Örebro län; W, Dalarnas län), kärrtyp (extremrikkärr, medelrikkärr), topologi (soligent, topogent), och negativ påverkan. Testet avser att säkerställa att en förändring har skett för variabeln inom kärren i respektive kategori.

Länsgrupp: TW (n = 56)



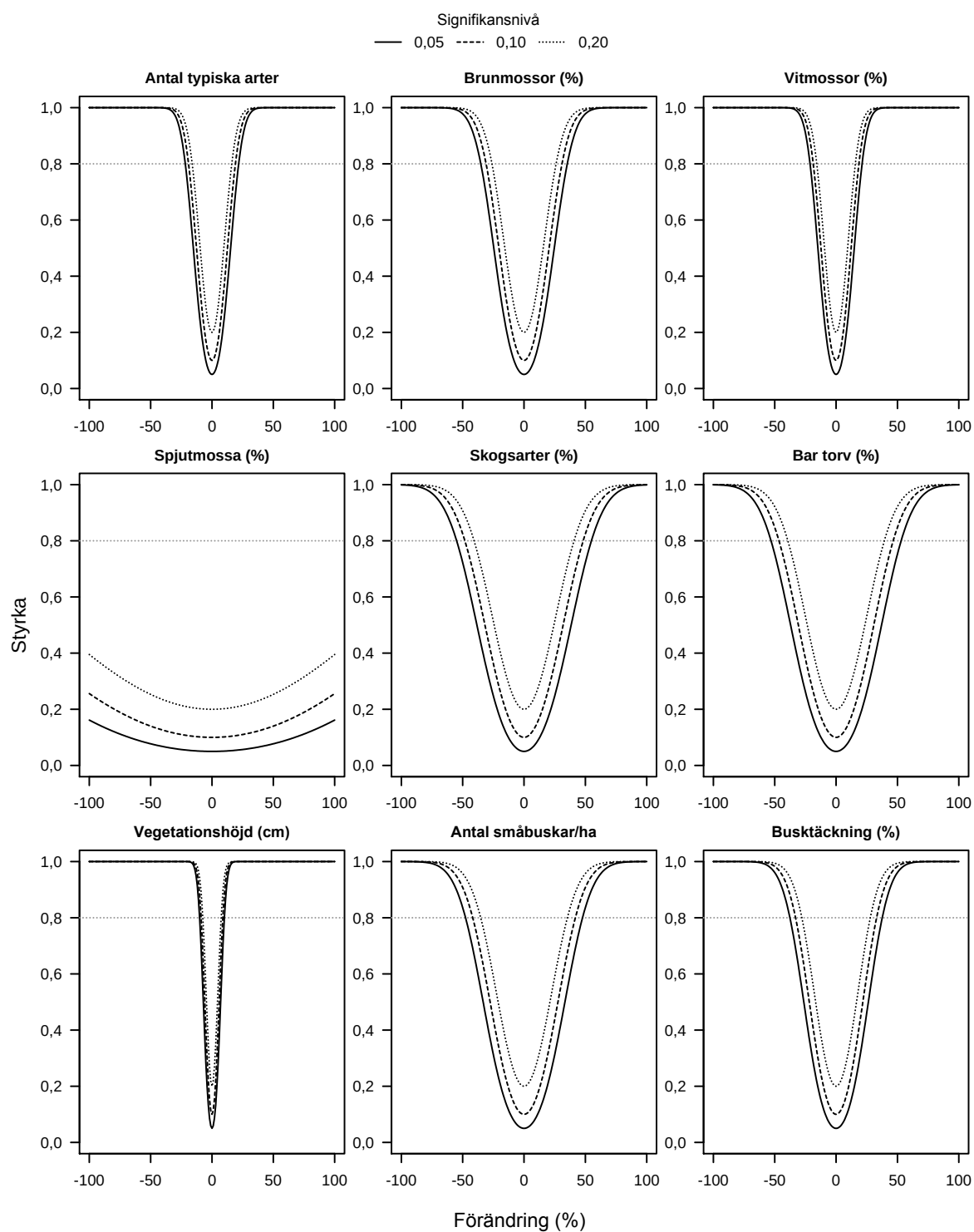
Figur C.1. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för länsgruppen Dalarnas och Örebro län.

Län: T (n = 28)



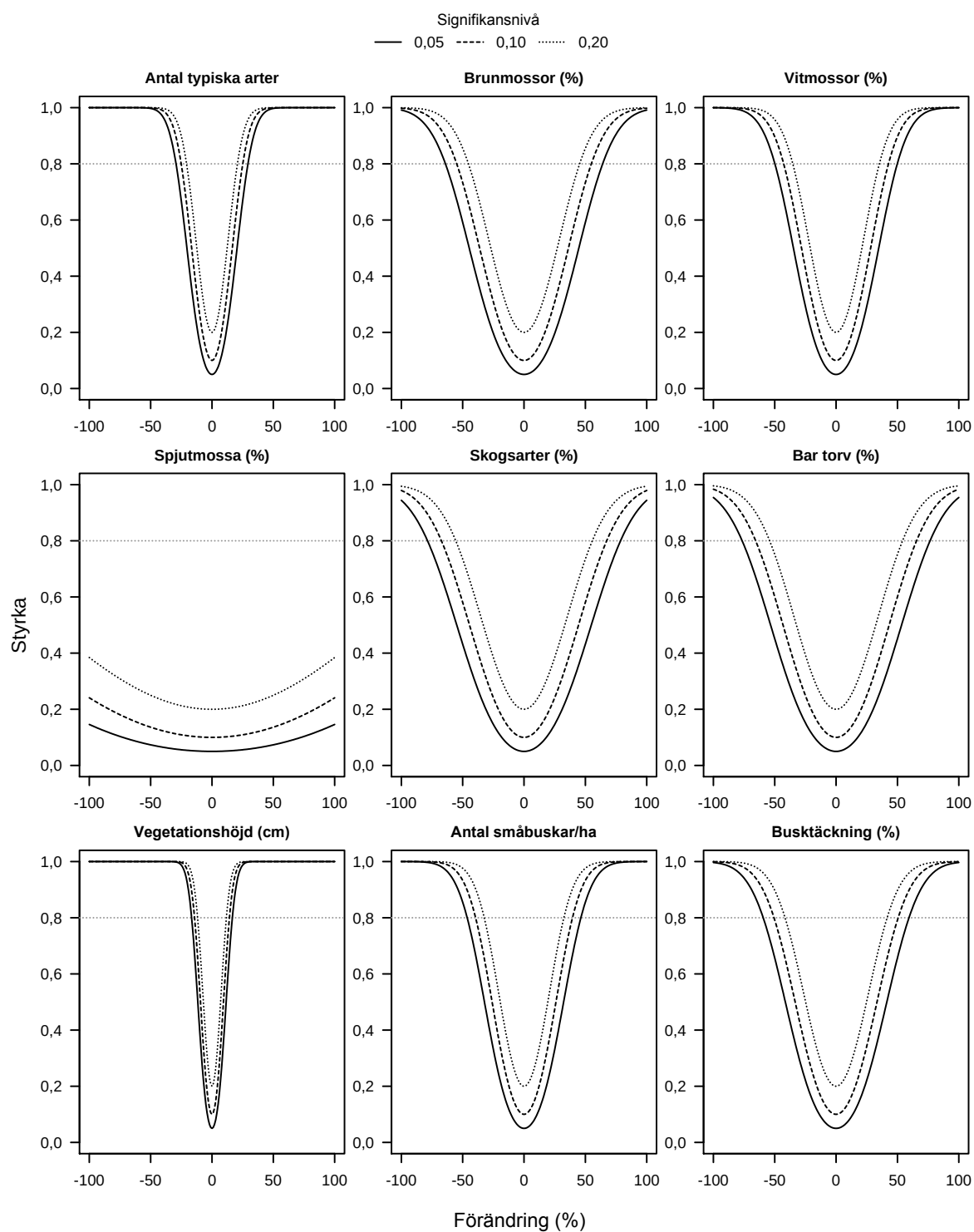
Figur C.2. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för rikkärr i Örebro län.

Län: W (n = 28)



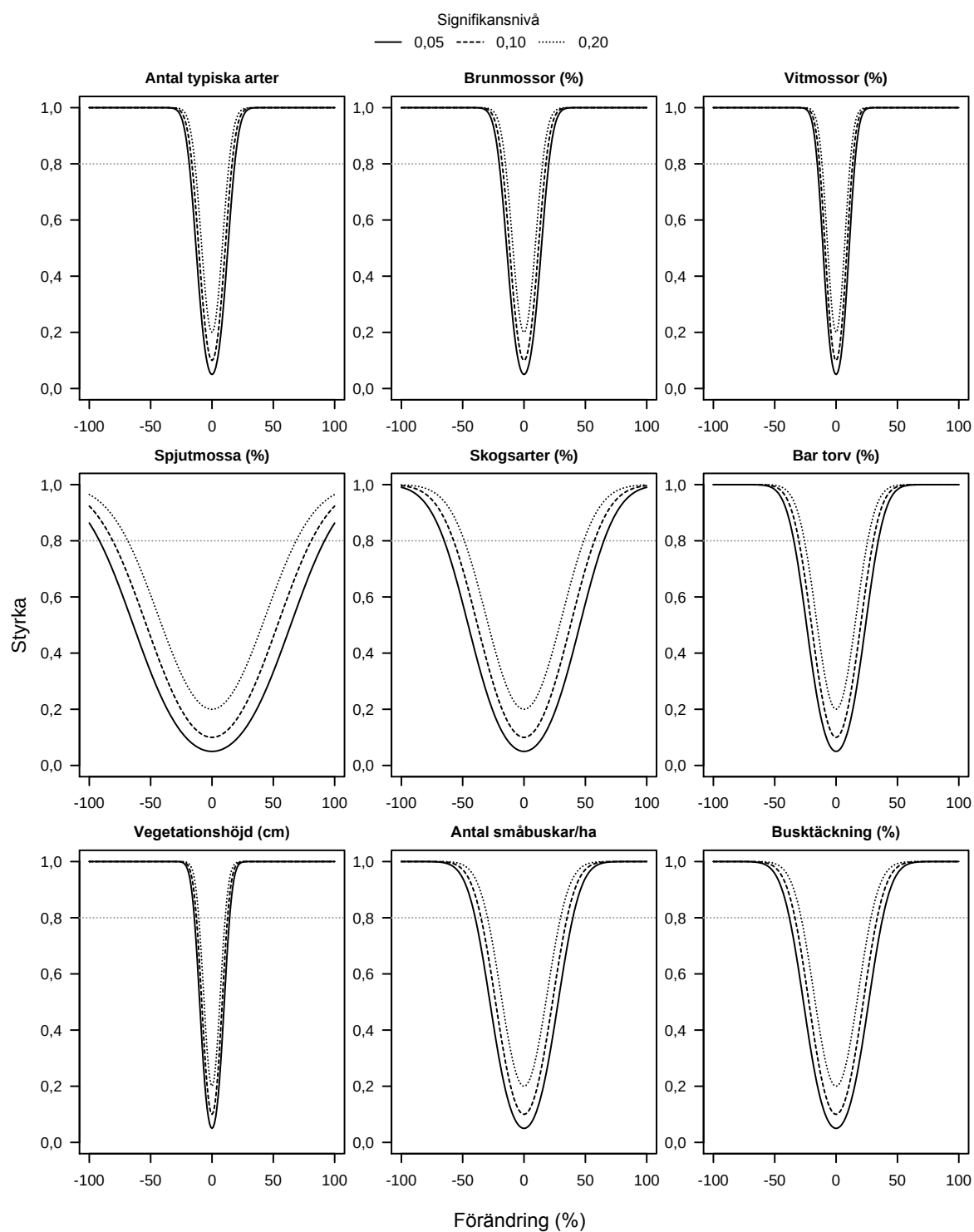
Figur C.3. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för rikkärr i Dalarnas län.

Kärrtyp: Extremrikkärr (n = 10)



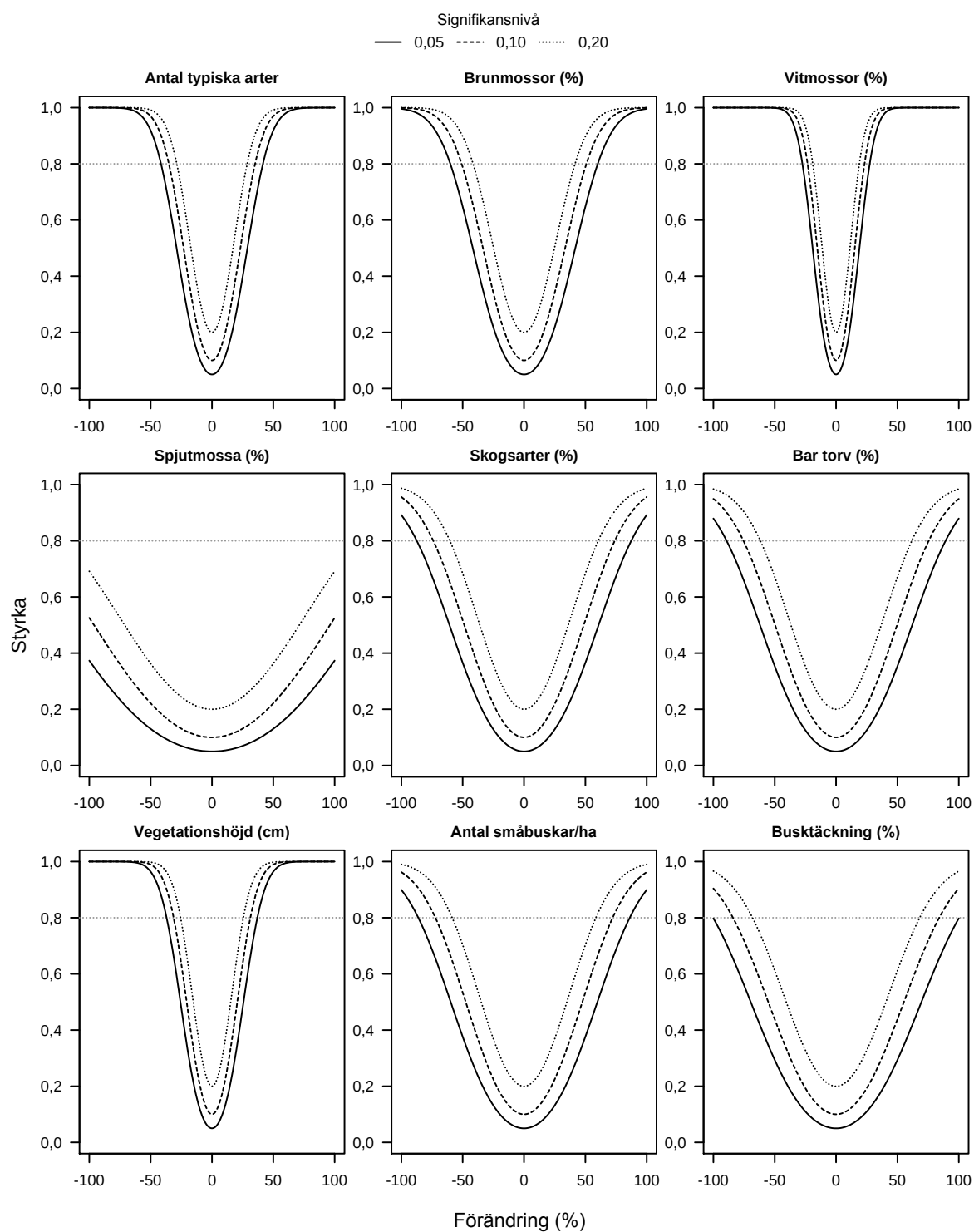
Figur C.4. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för extremrikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län.

Kärrtyp: Medelrikkärr (n = 46)



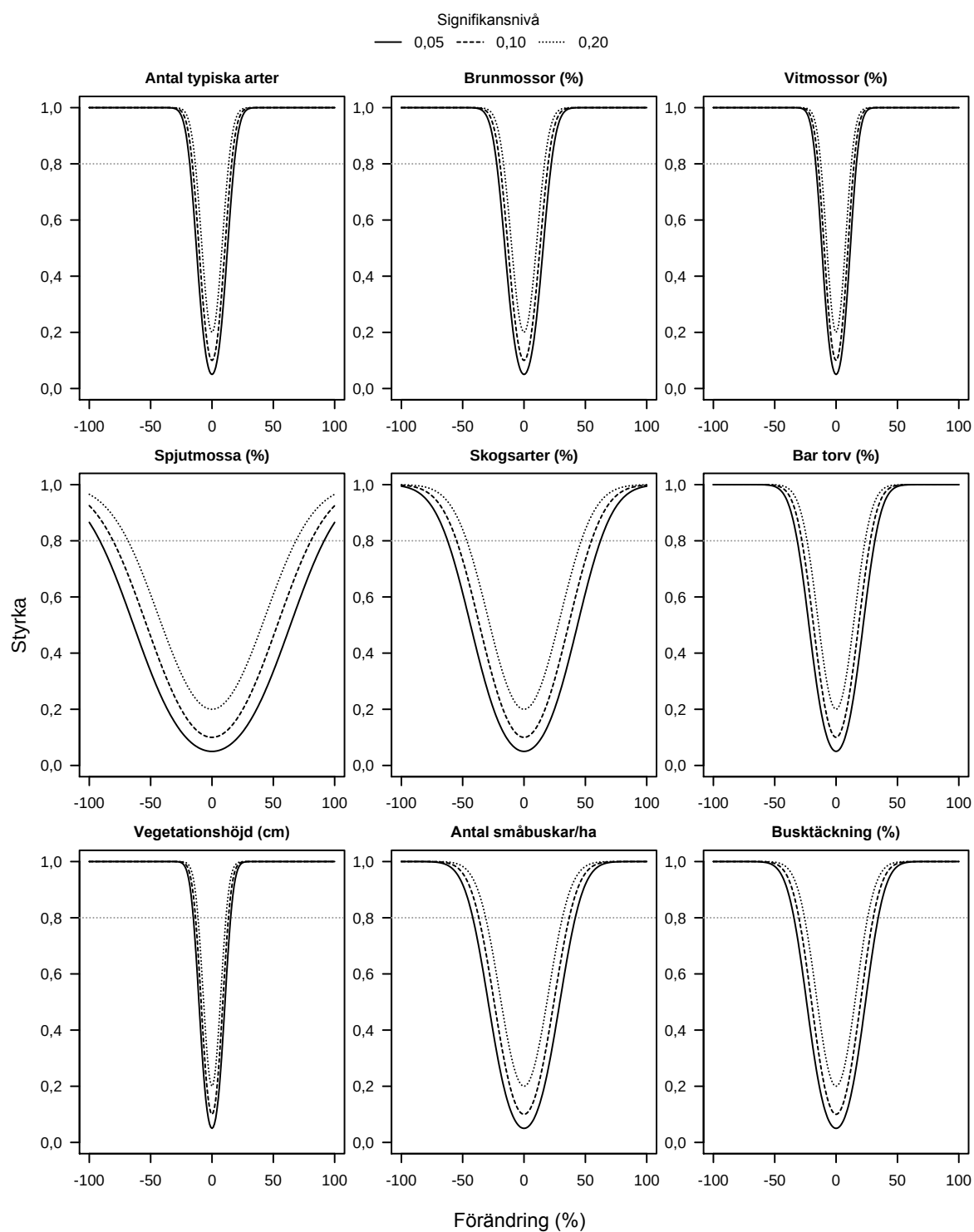
Figur C.5. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för medelrikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län.

Topologi: Soligent (n = 8)



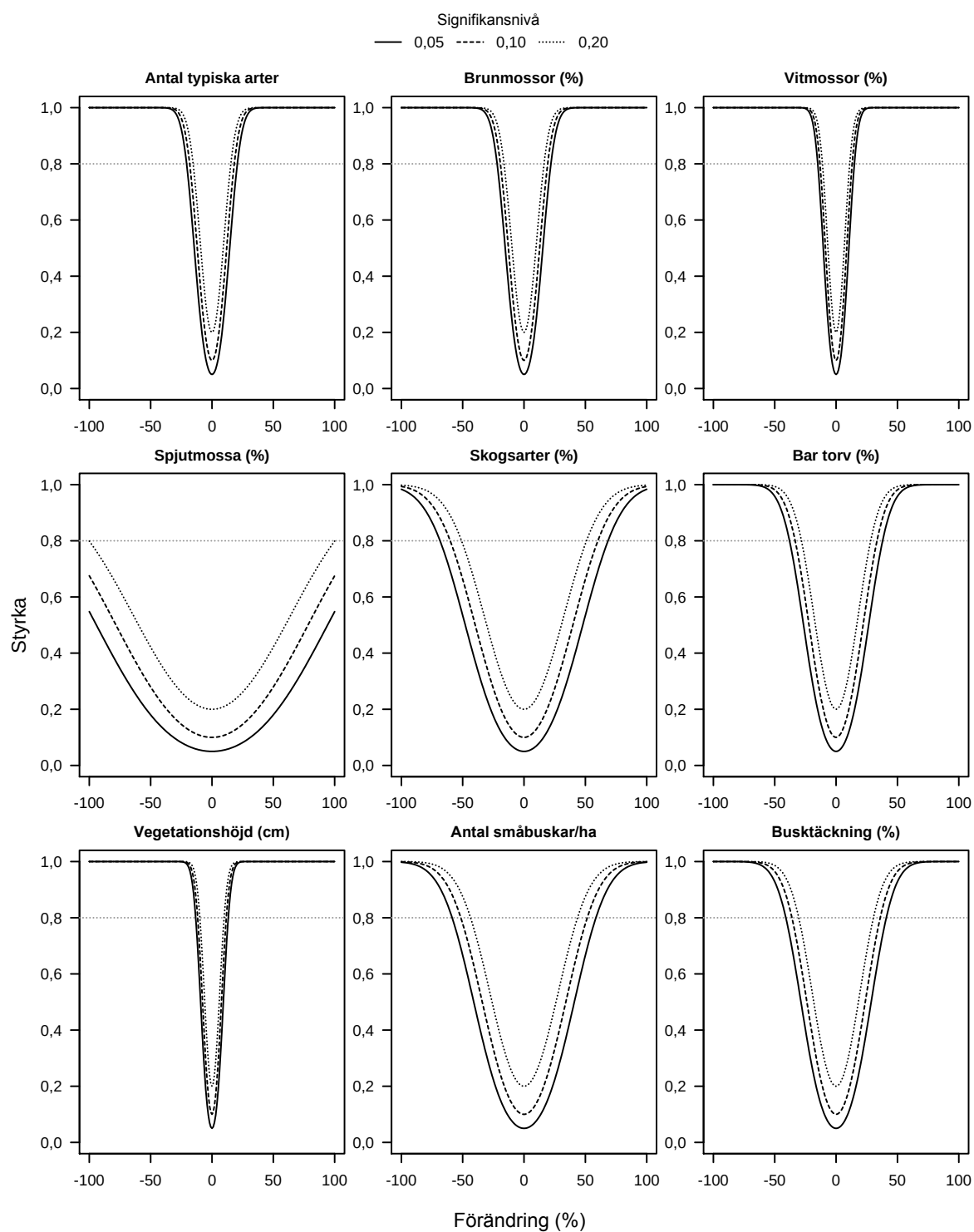
Figur C.6. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för soligena (sluttande) rikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län.

Topologi: Topogent (n = 48)



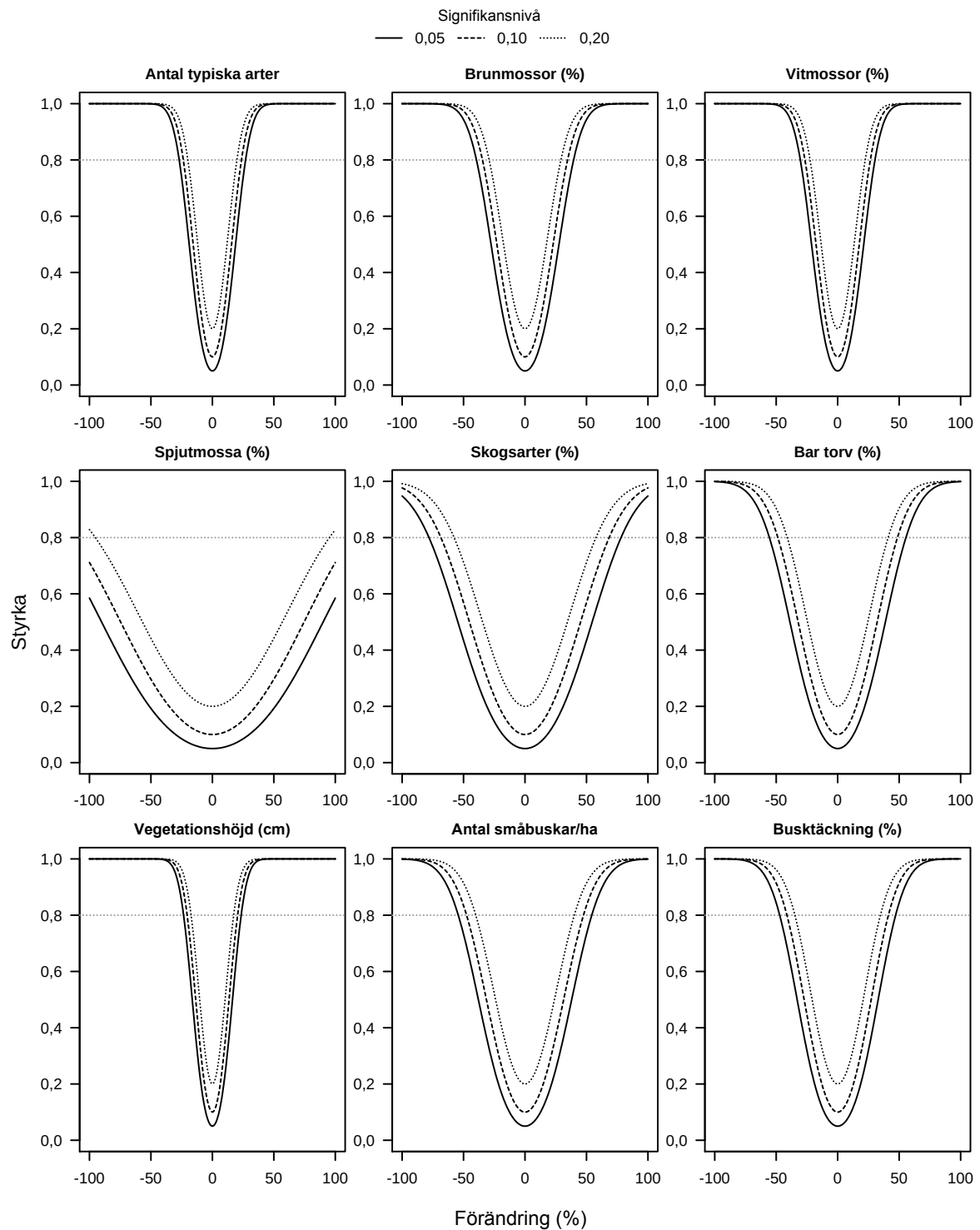
Figur C.7. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för topogena (plana) rikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län.

Negativ påverkan: Nej (n = 32)



Figur C.8. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för opåverkade rikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län.

Negativ påverkan: Ja (n = 24)



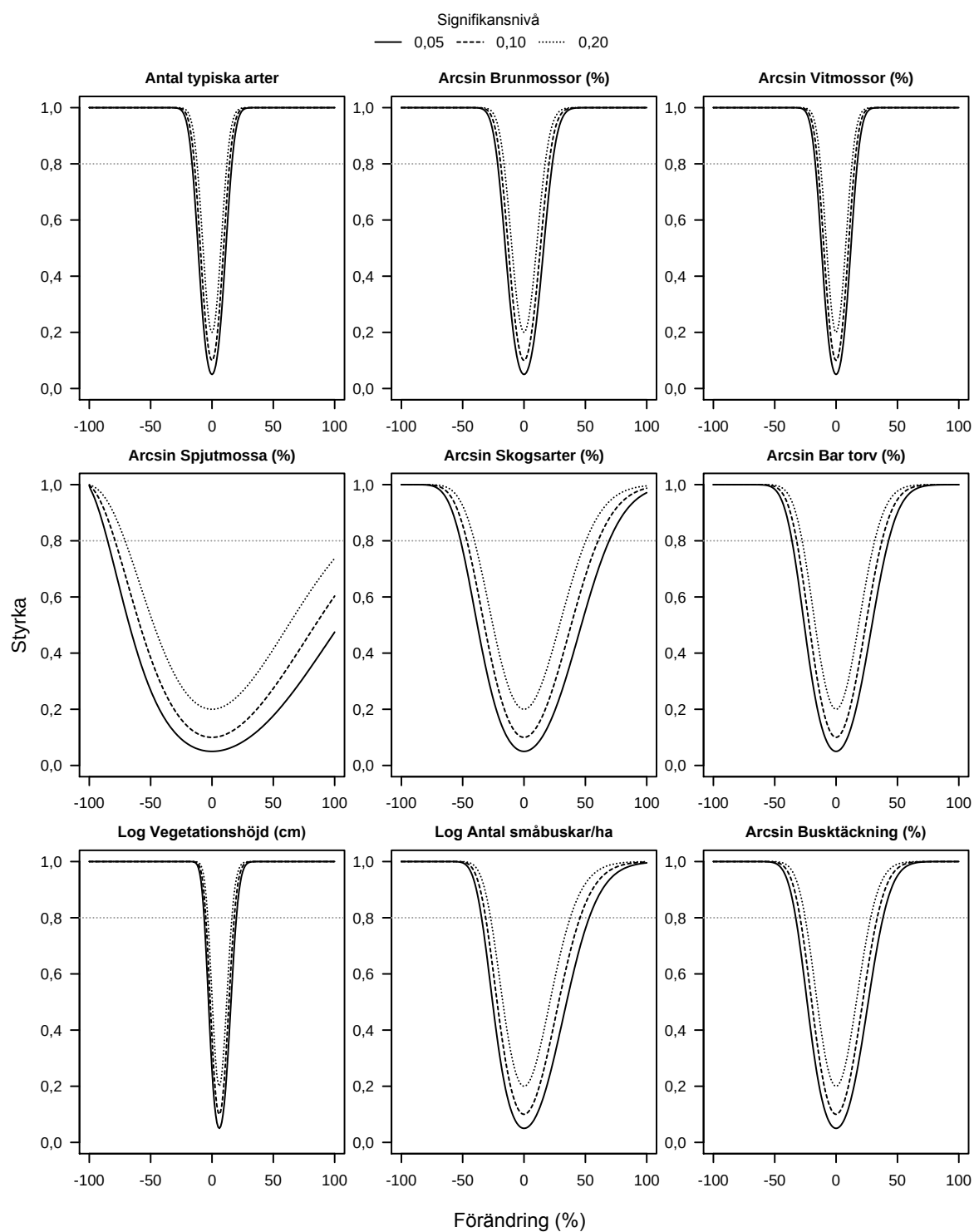
Figur C.9. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för negativt påverkade rikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län.

Bilaga D: Styrkefigurer - transformerade data

I denna bilaga är resultaten baserade på transformerade data för variablerna brunmossor, vitmossor, spjutmossa, skogsarter, bar torv, vegetationshöjd, antal småbuskar och täckningsgrad av buskar och träd.

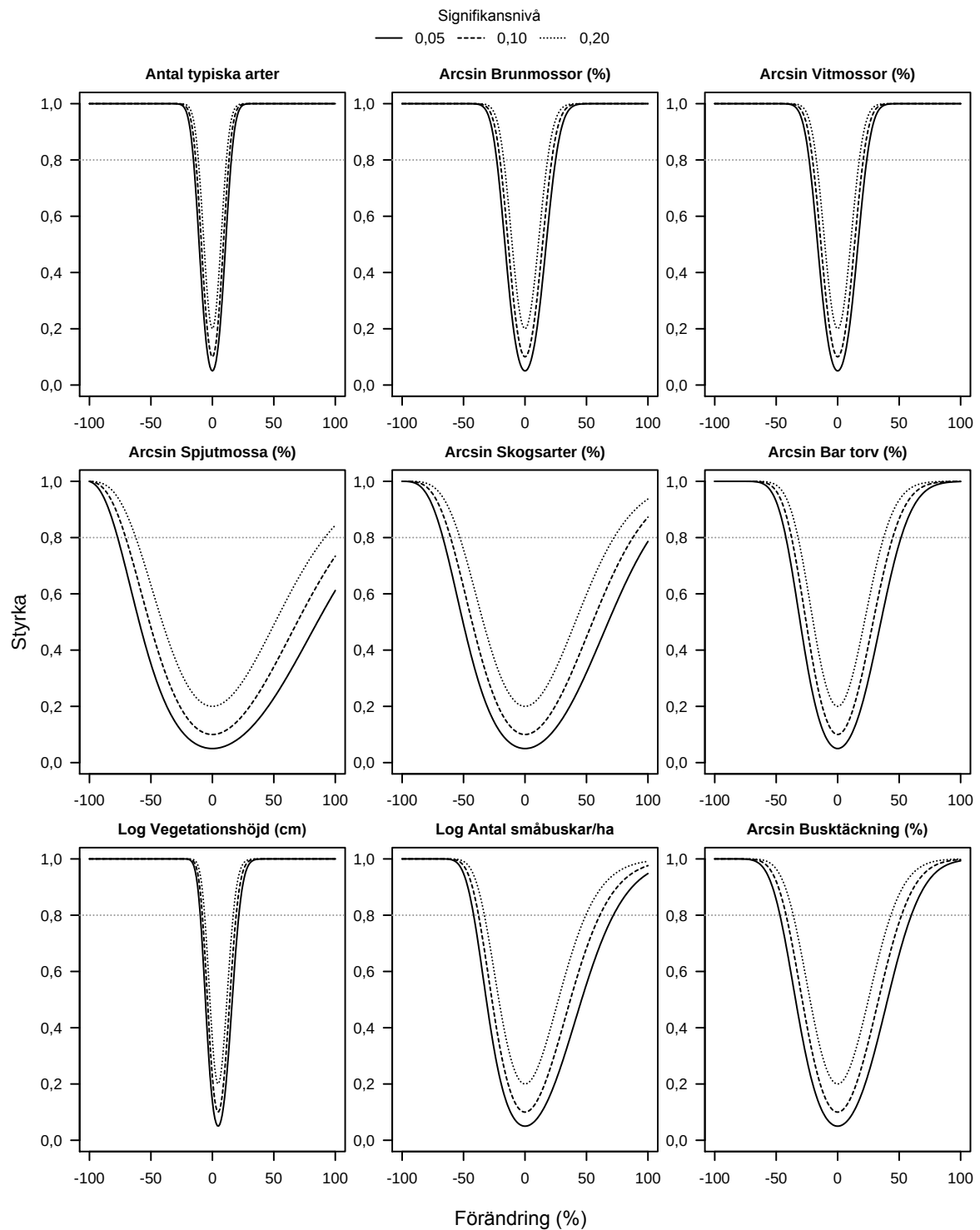
Styrkefigurer för parade t-test för hela regionen och uppdelat på län (T, Örebro län; W, Dalarnas län), kärrtyp (extremrikkärr, medelrikkärr), topologi (soligent, topogent), och negativ påverkan. Testet avser att säkerställa att en förändring har skett för variabeln inom kärren i respektive kategori.

Länsgrupp: TW (n = 56)



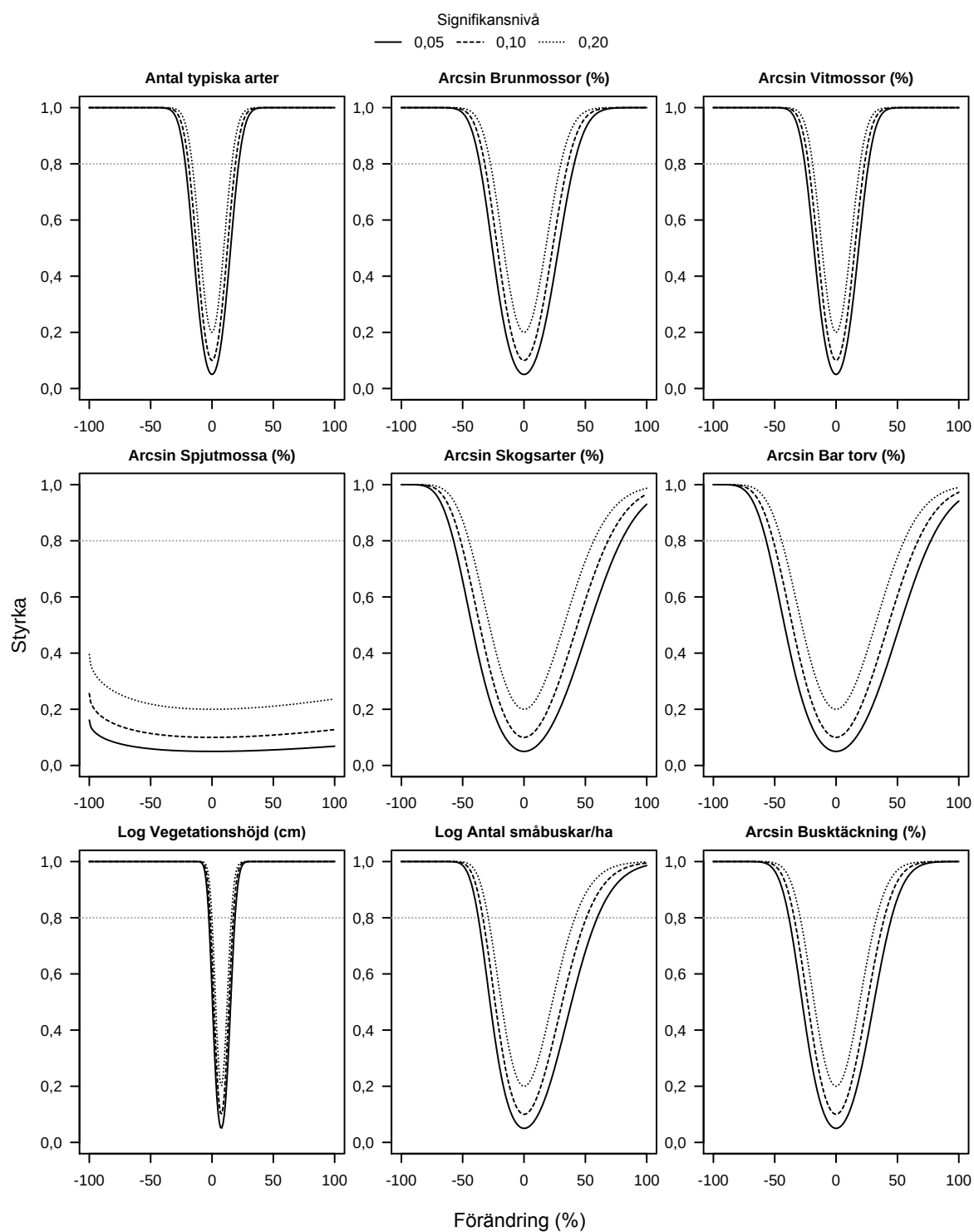
Figur D.1. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för rikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län. Data är transformerade.

Län: T (n = 28)



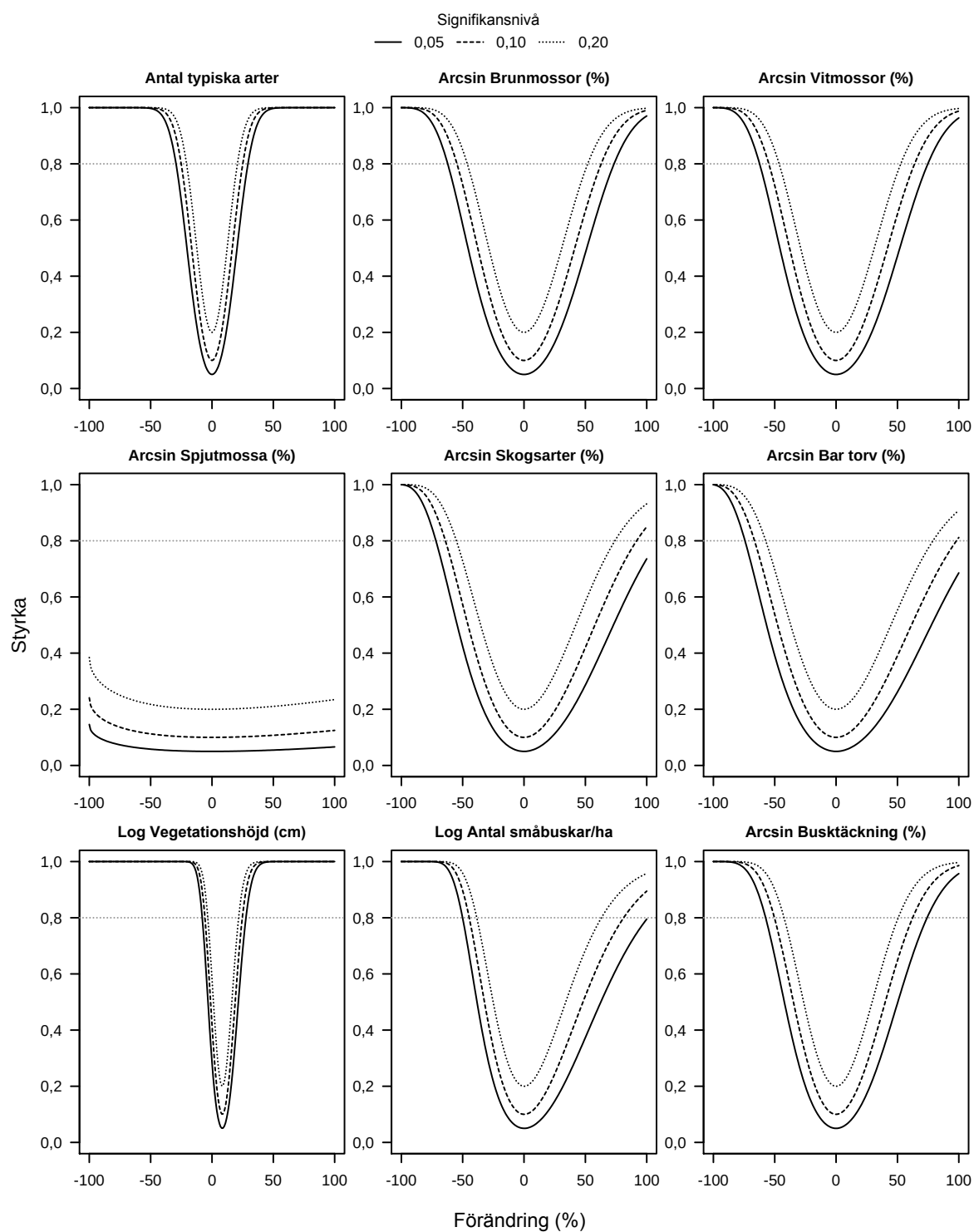
Figur D.2. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för rikkärr i Örebro län. Data är transformerade.

Län: W (n = 28)



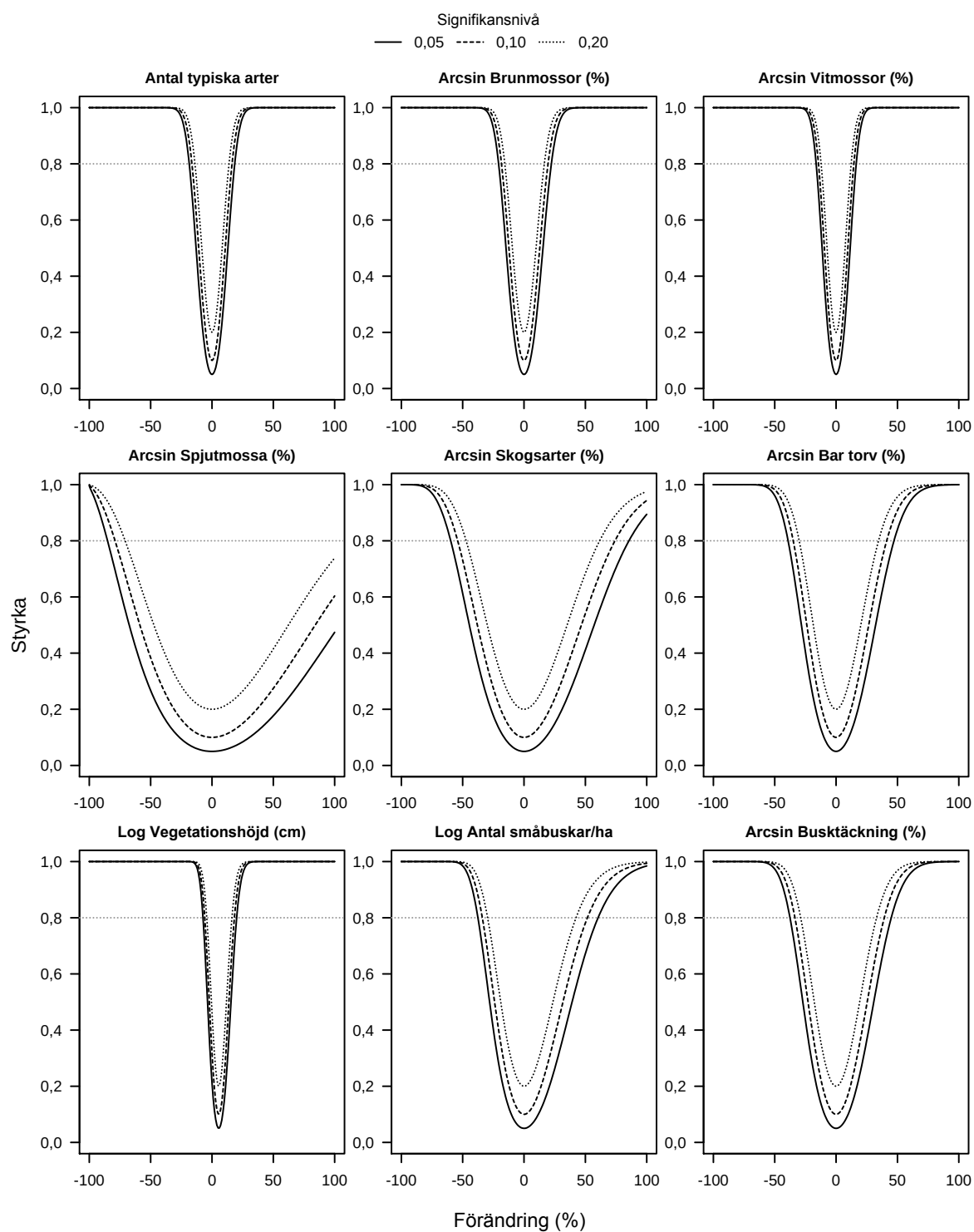
Figur D.3. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för rikkärr i Dalarnas län. Data är transformerade.

Kärrtyp: Extremrikkärr (n = 10)



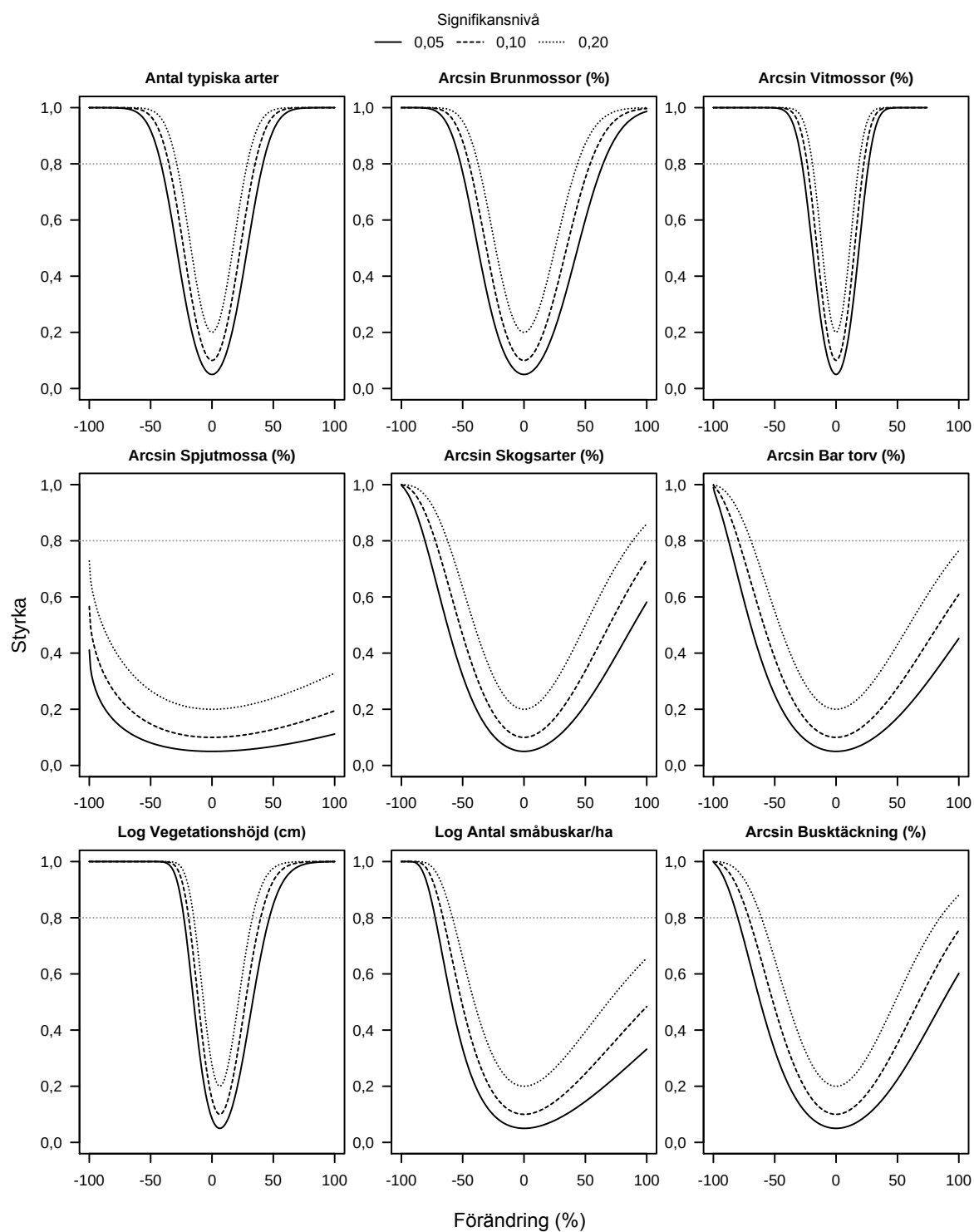
Figur D.4. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för extremrikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län. Data är transformerade.

Kärrtyp: Medelrikkärr (n = 46)



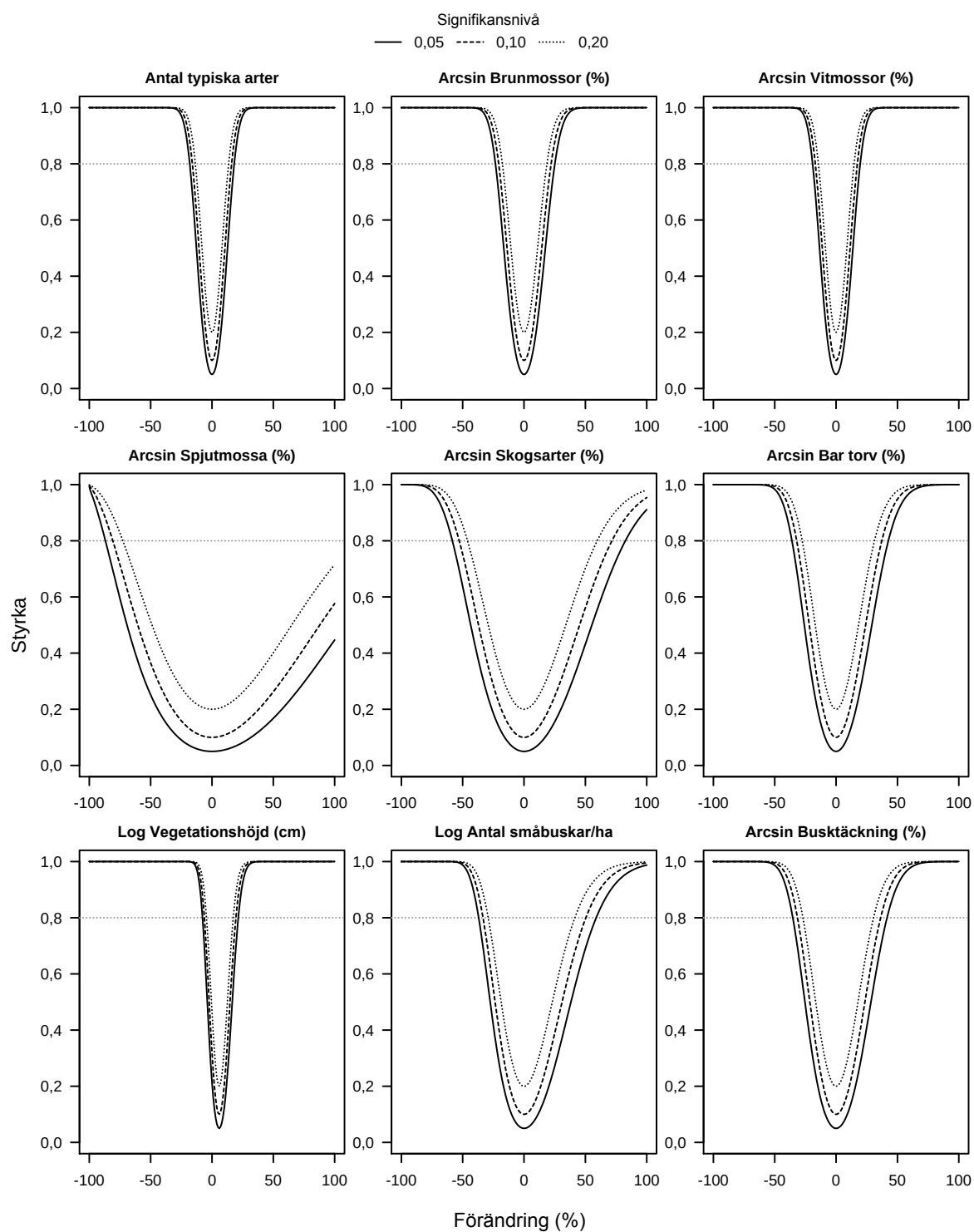
Figur D.5. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för medelrikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län. Data är transformerade.

Topologi: Soligent (n = 8)



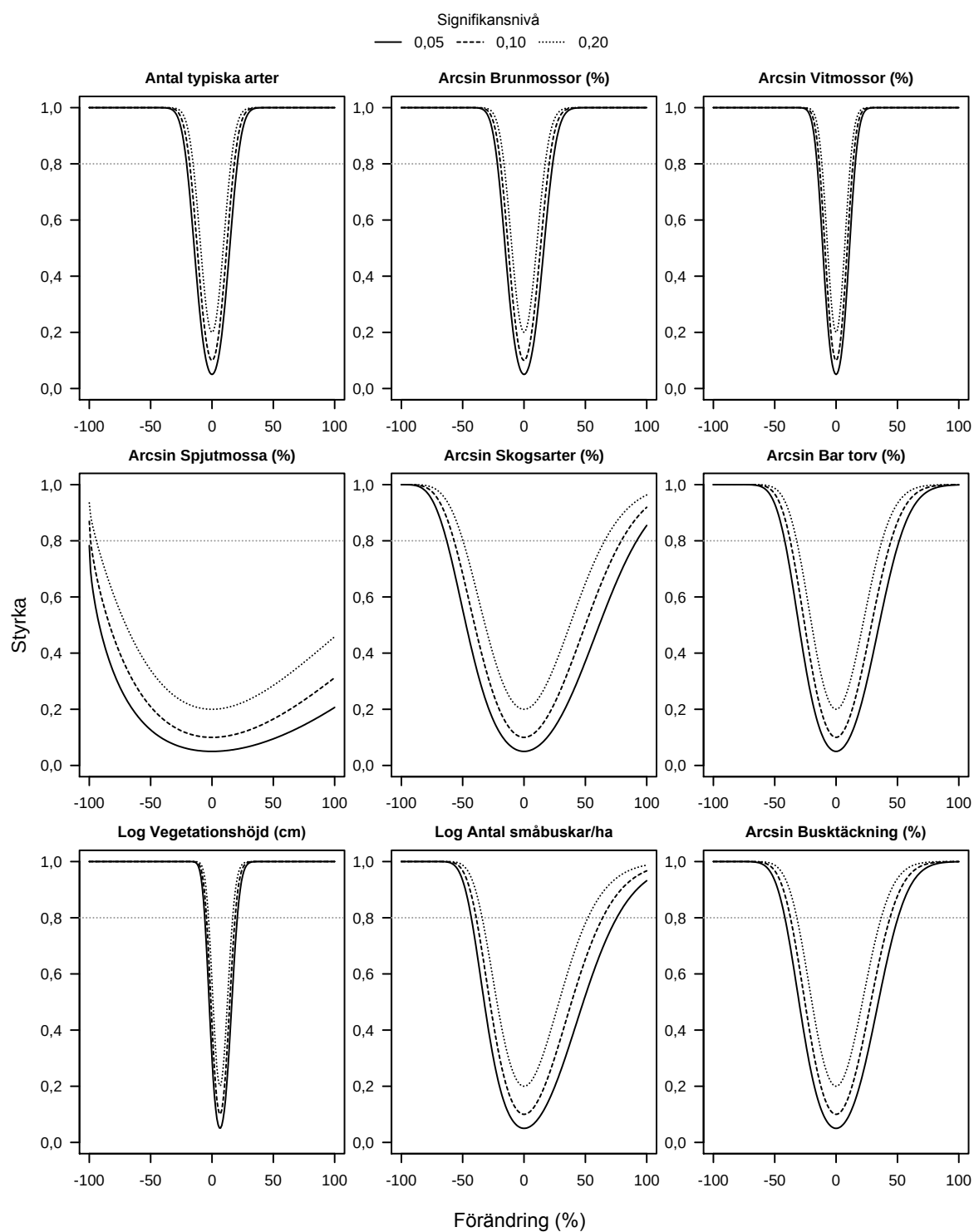
Figur D.6. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för soligena (sluttande) rikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län. Data är transformerade.

Topologi: Topogent (n = 48)



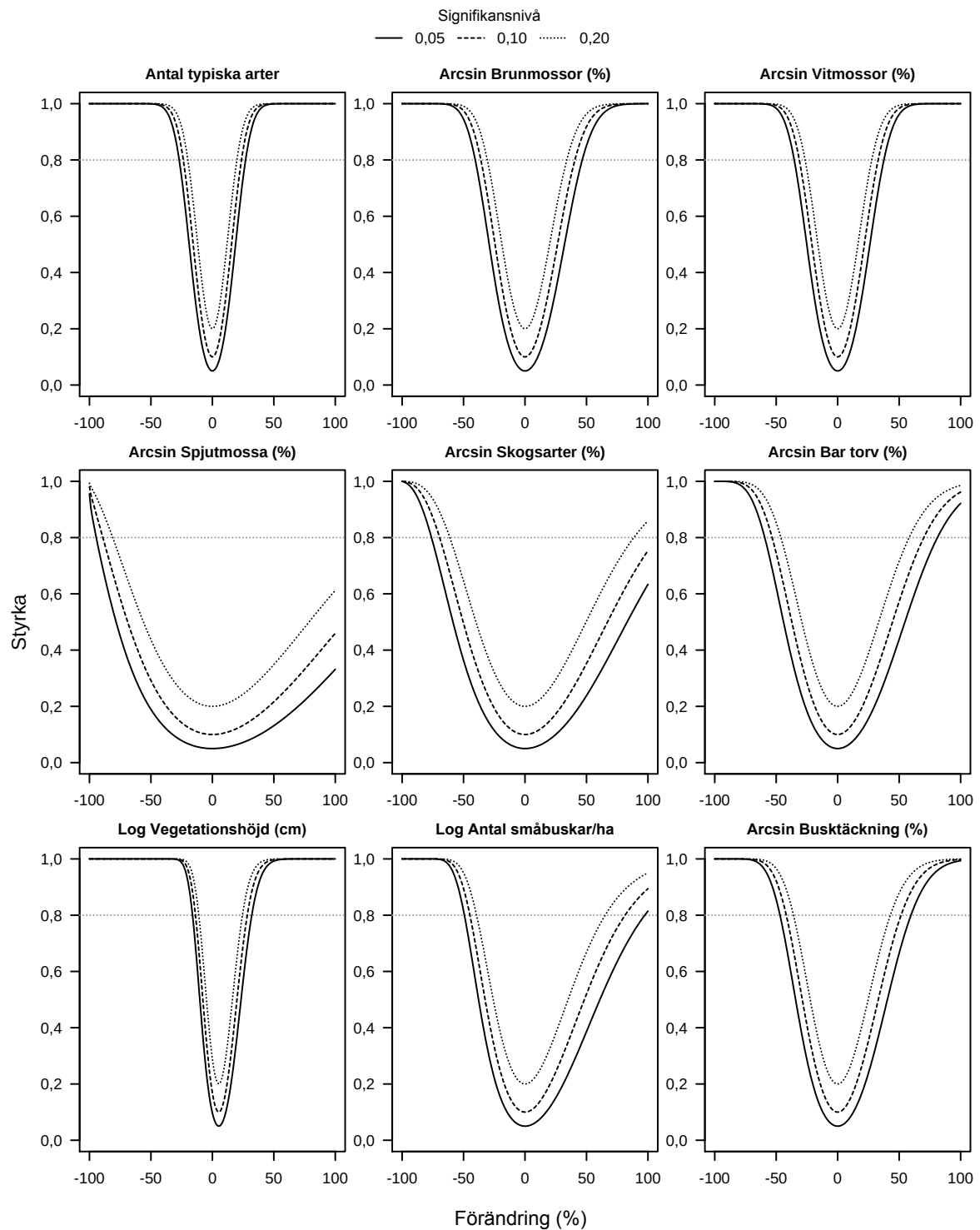
Figur D.7. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för topogena (plana) rikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län. Data är transformerade.

Negativ påverkan: Nej (n = 32)



Figur D.8. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för opåverkade rikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län. Data är transformerade.

Negativ påverkan: Ja (n = 24)



Figur D.9. Styrkefigurer utifrån tvåsidiga parade t-test för negativt påverkade rikkärr i länsgruppen Dalarnas och Örebro län. Data är transformerade.

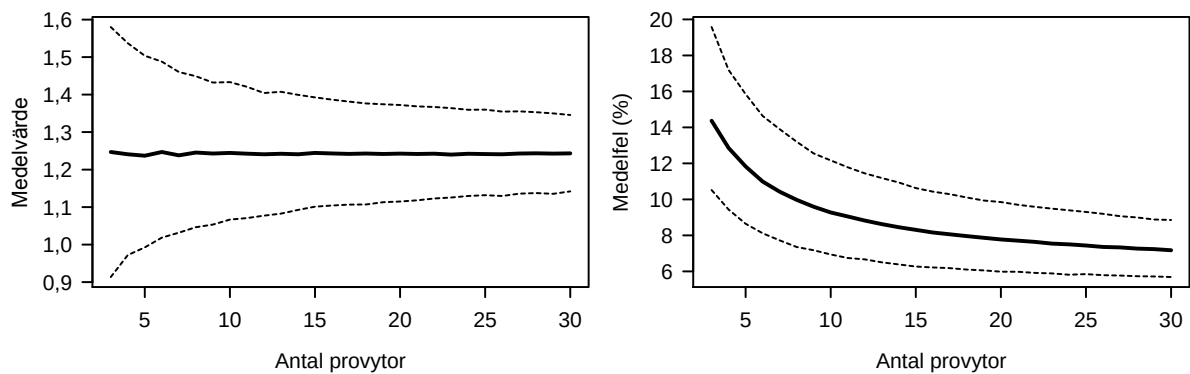
Bilaga E: Analys av antalet småprovytor

Presenterar figurer över hur variablernas varians påverkas av antalet provrutor. I de två övre panelerna presenteras hur medelvärdet och standardavvikelsen förändras med antalet småprovytor inom objekten som inventeras. Den grova linjen visar medianen för medelvärdet och medelfelet (%) och de streckade linjerna visar 95 % konfidensintervall. Medelfelet är beräknat med:

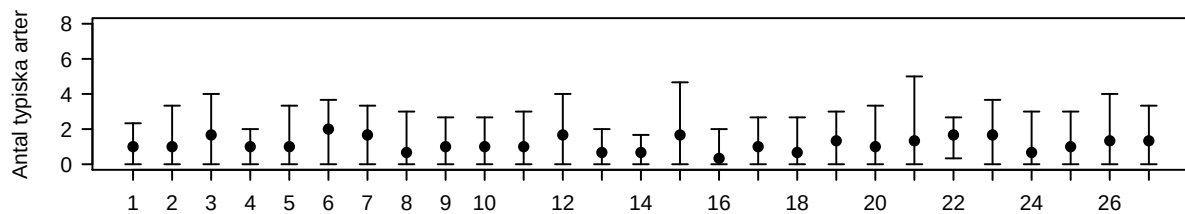
$$\text{Medelfel} = \frac{100}{\text{Medelvärde}} \times \frac{s}{\sqrt{n}}$$

, där s är medelvärdets standardavvikelse och n är antalet objekt. De fyra nedre panelerna visar hur medelvärdena inom de objekt som ingår i simuleringen och deras 95 % konfidensintervall förändras med antalet småprovytor som inventeras. De diagram som presenteras är baserade på 3, 9, 15 respektive 20 småprovytor. I analysen ingår endast de 27 objekt i Dalarnas (1) och Örebro (26) län som hade minst 20 inventerade småprovytor. Resultaten är baserade på 10000 simuleringar för varje antal småprovytor.

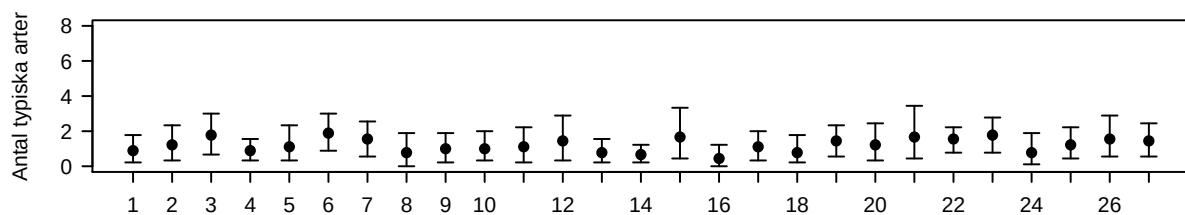
Analys av antalet småprovytor: Antal typiska arter



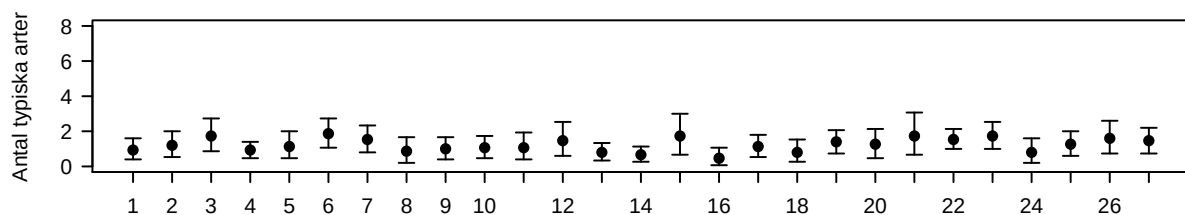
n = 3



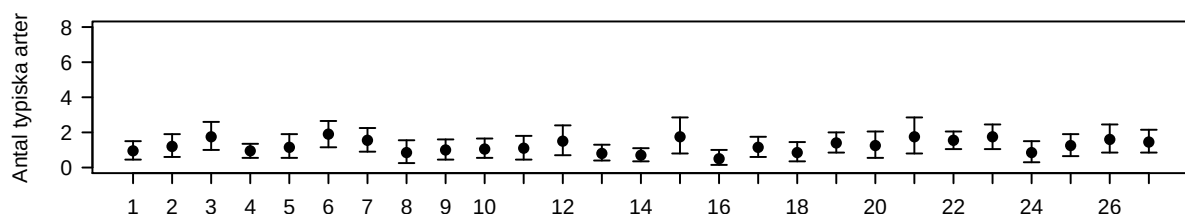
n = 9



n = 15

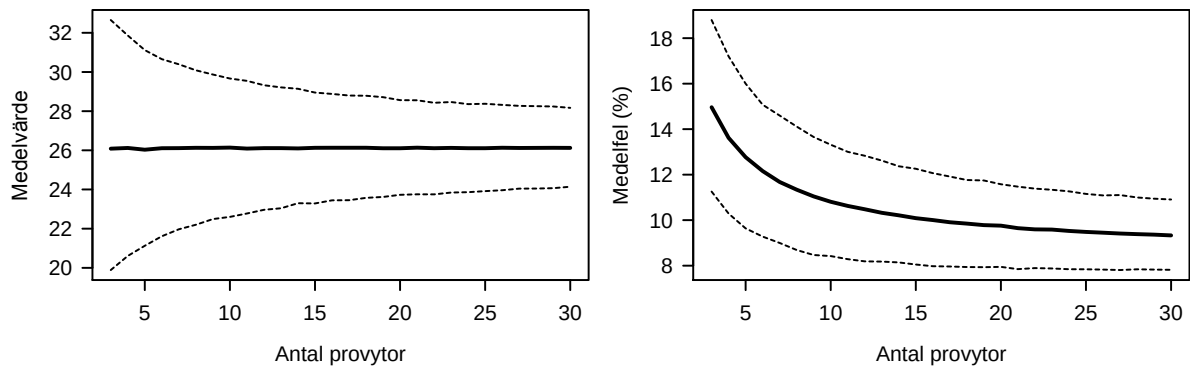


n = 20

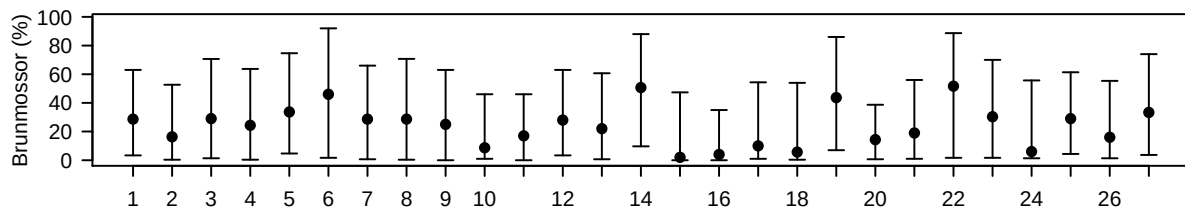


Figur E.1. Analys av hur antalet småprovytor påverkar parametern Antalet typiska arter i rikkärr i Dalarnas och Örebro län.

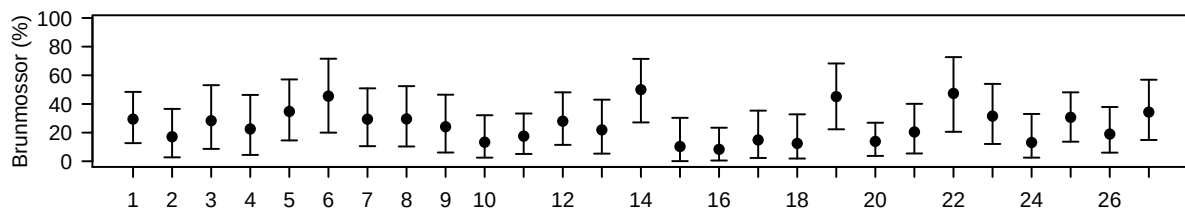
Analys av antalet småprovtytor: Brunmossor (%)



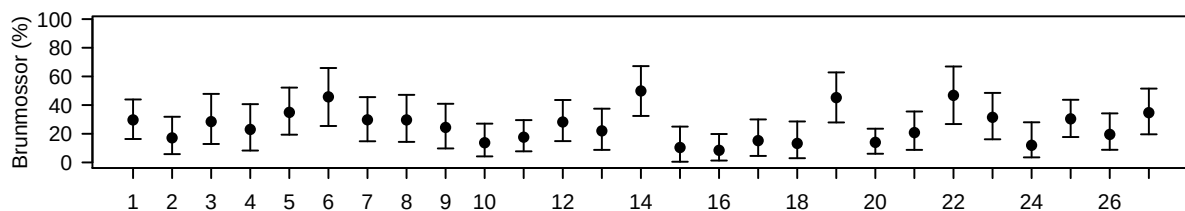
n = 3



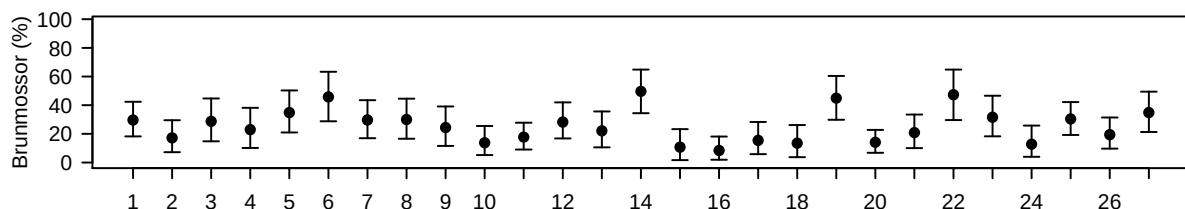
n = 9



n = 15

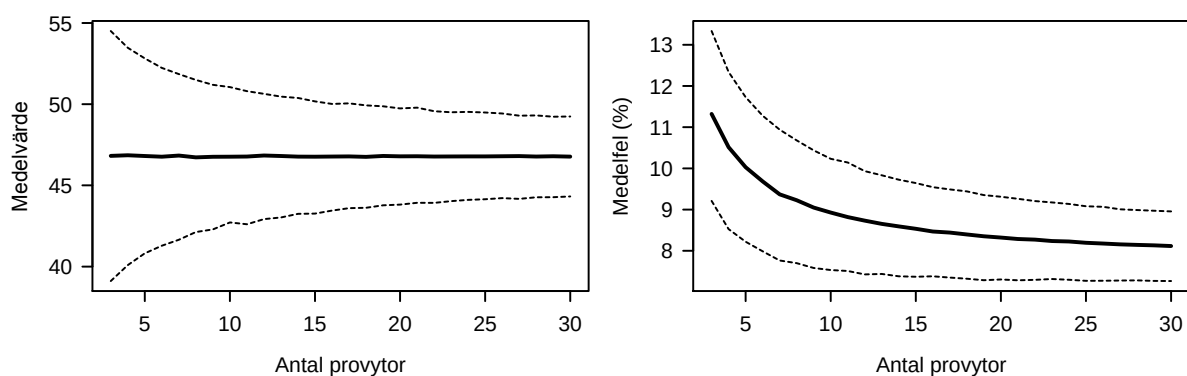


n = 20

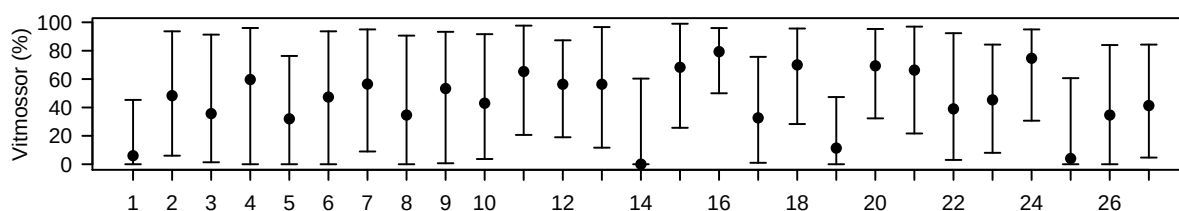


Figur E.2. Analys av hur antalet småprovtytor påverkar parametern Brunmossor i rikkärr i Dalarnas och Örebro län

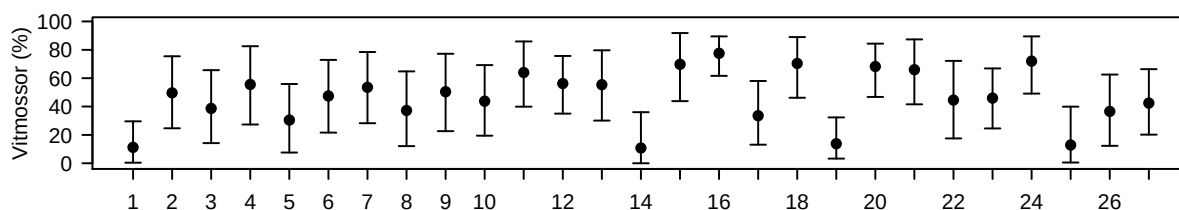
Analys av antalet småprovytor: Vitmossor (%)



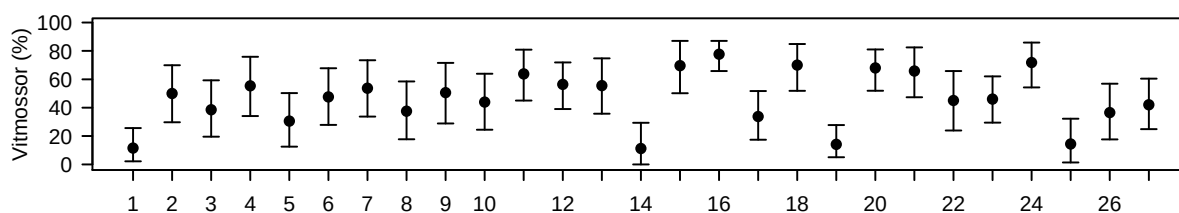
n = 3



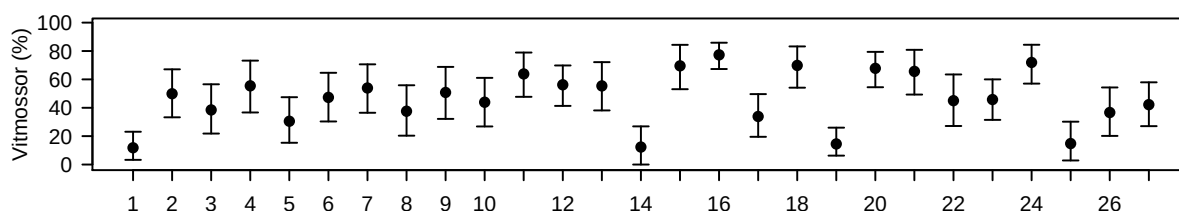
n = 9



n = 15

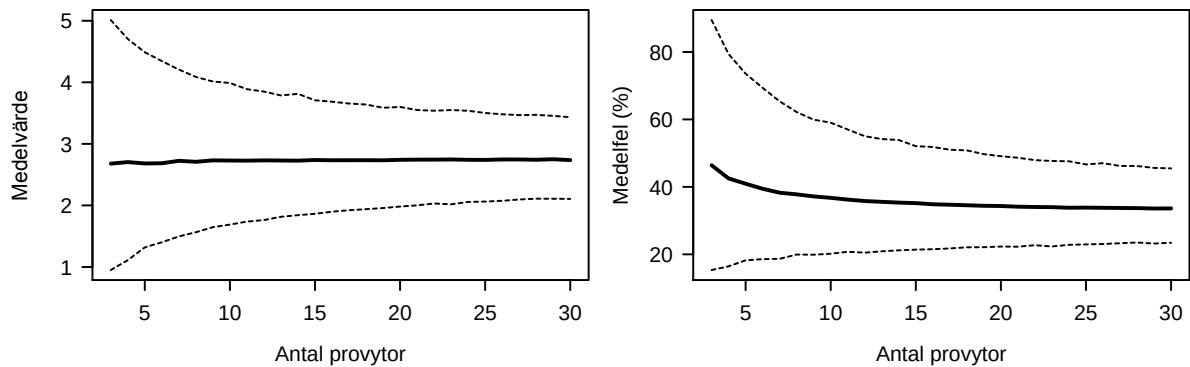


n = 20

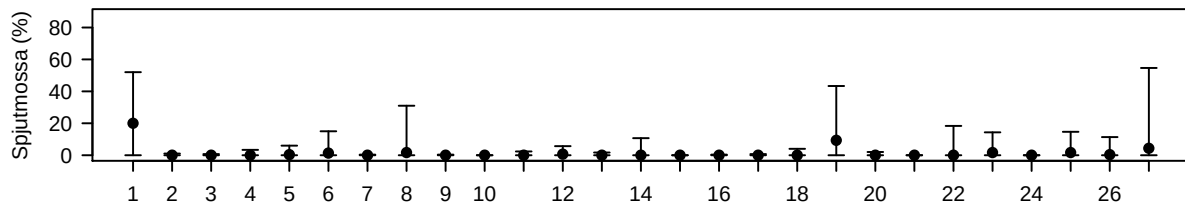


Figur E.3. Analys av hur antalet småprovytor påverkar parametern Vitmossor i rikkärr i Dalarnas och Örebro län

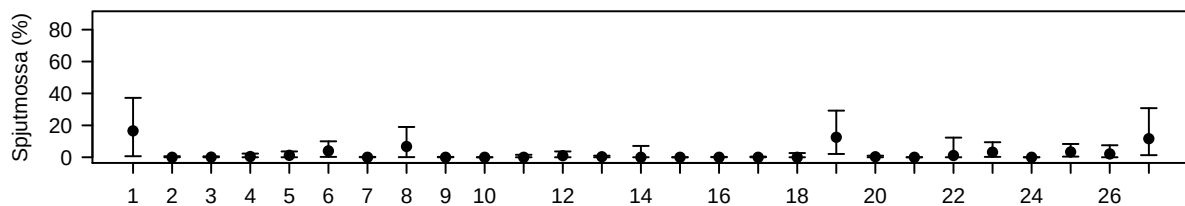
Analys av antalet småprovytor: Spjutmossa (%)



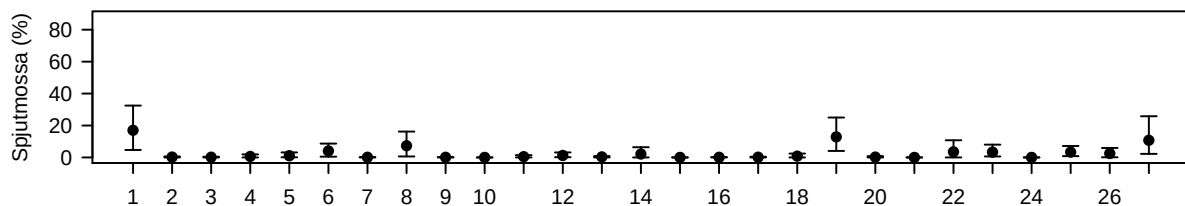
n = 3



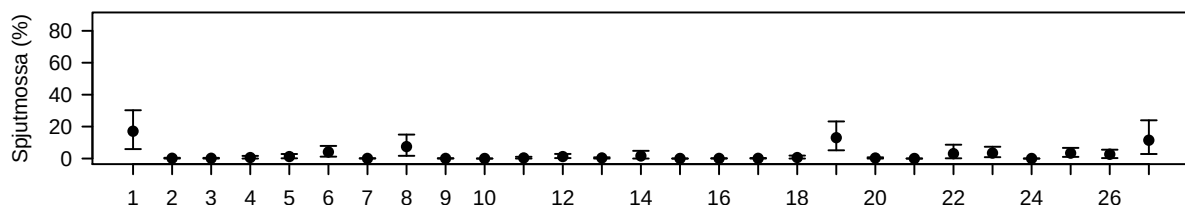
n = 9



n = 15

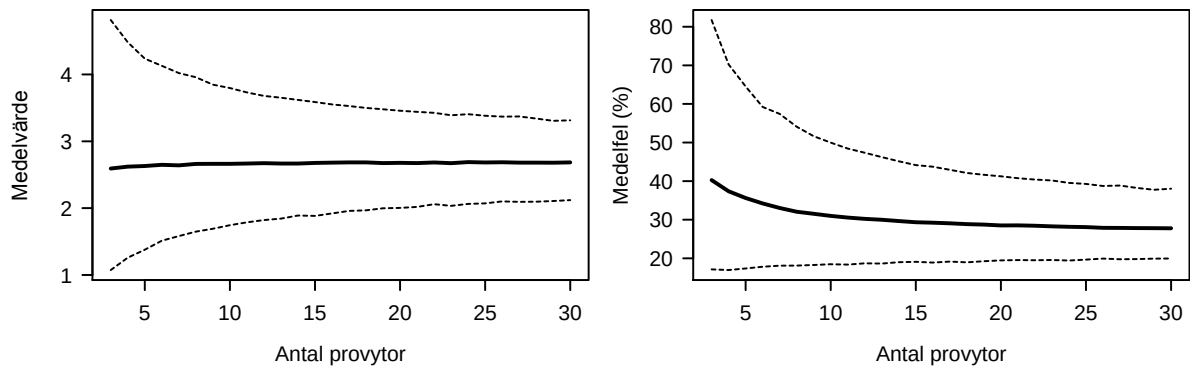


n = 20

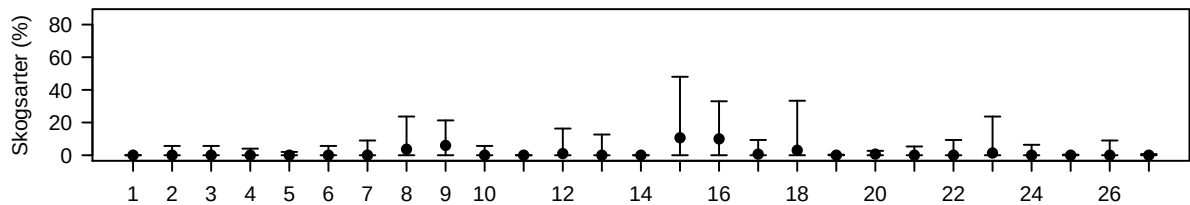


Figur E.4. Analys av hur antalet småprovytor påverkar parametern Spjutmossa i rikkärr i Dalarnas och Örebro län

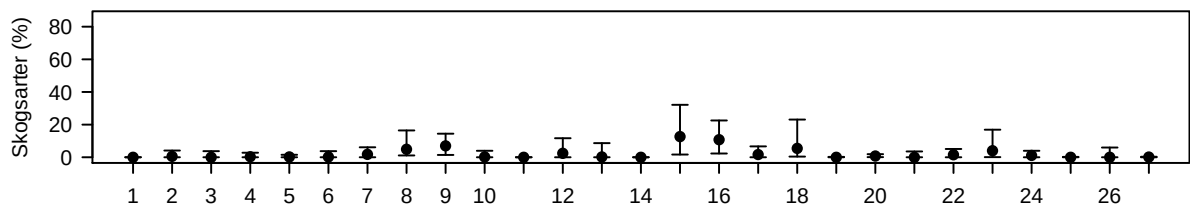
Analys av antalet småprovtytor: Skogsarter (%)



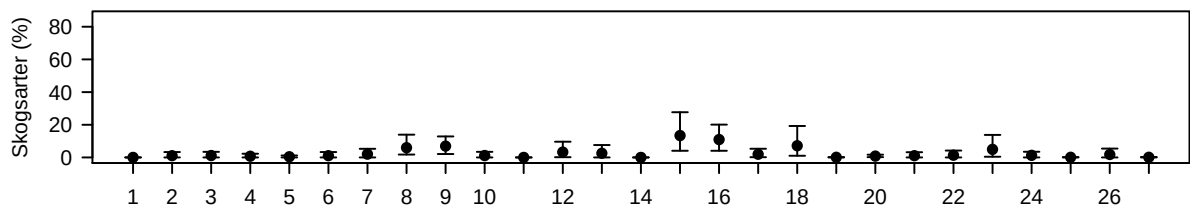
n = 3



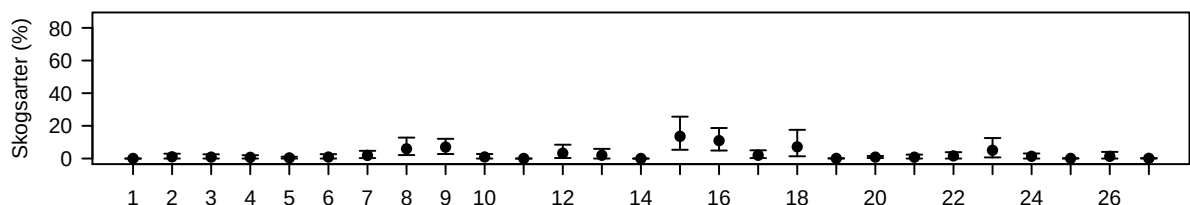
n = 9



n = 15

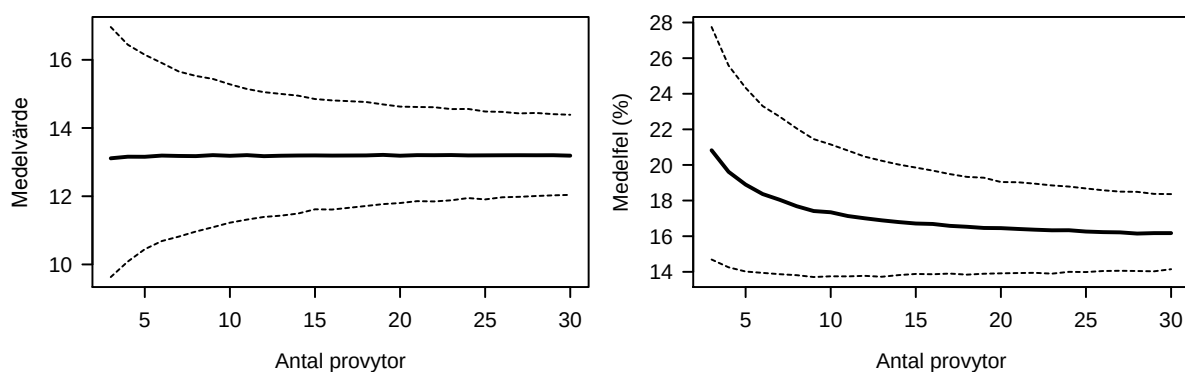


n = 20

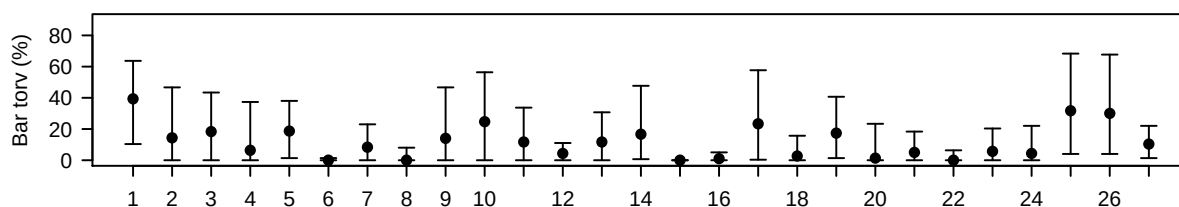


Figur E.5. Analys av hur antalet småprovtytor påverkar parametern Skogsarter i rikkärr i Dalarnas och Örebro län

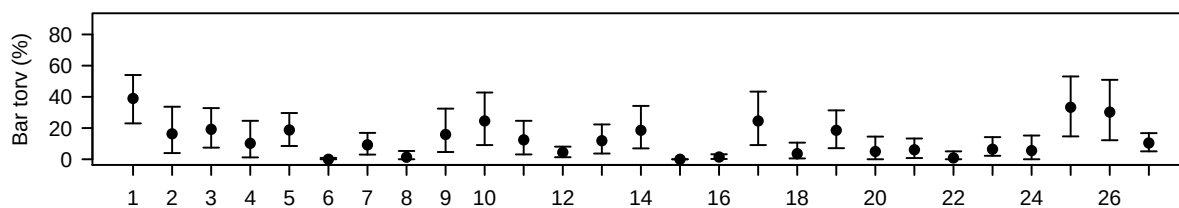
Analys av antalet småprovytor: Bar torv (%)



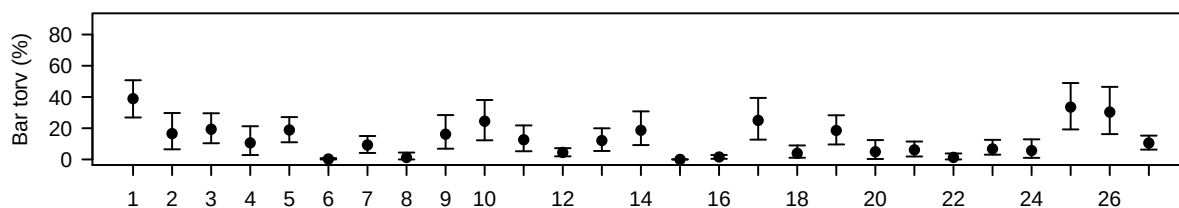
n = 3



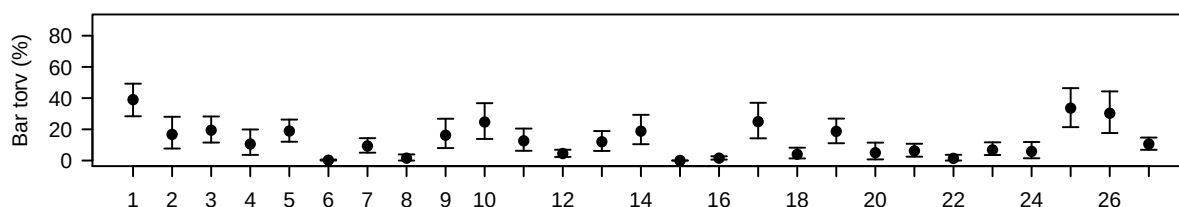
n = 9



n = 15

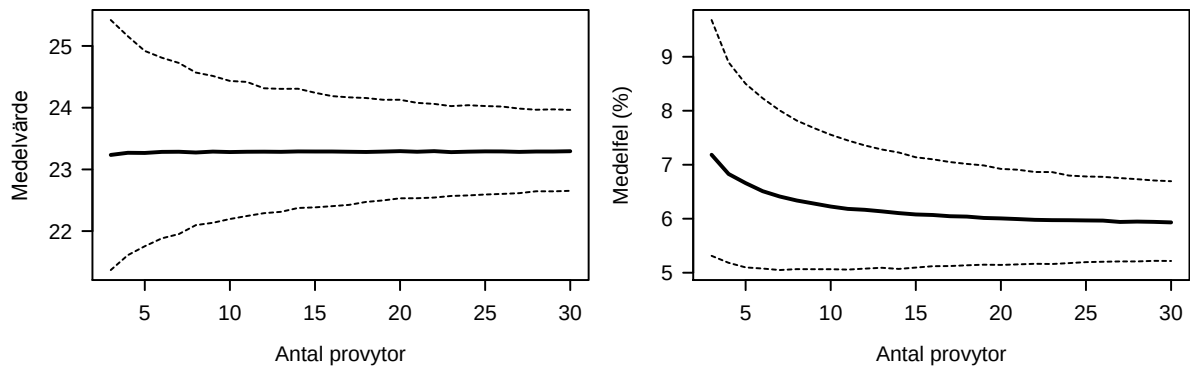


n = 20

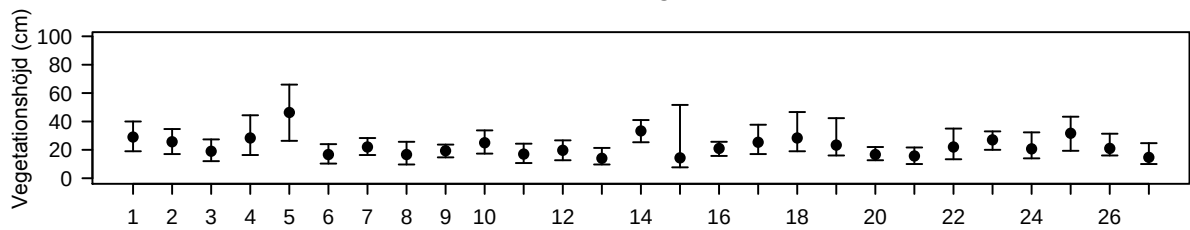


Figur E.6. Analys av hur antalet småprovytor påverkar parametern Bar torv i rikkärr i Dalarnas och Örebro län

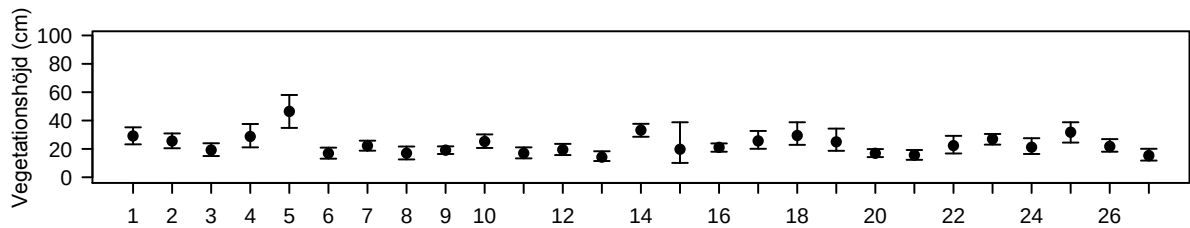
Analys av antalet småprovtytor: Vegetationshöjd (cm)



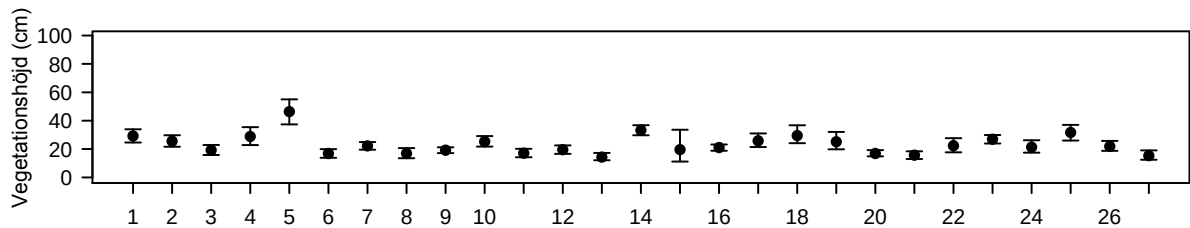
n = 3



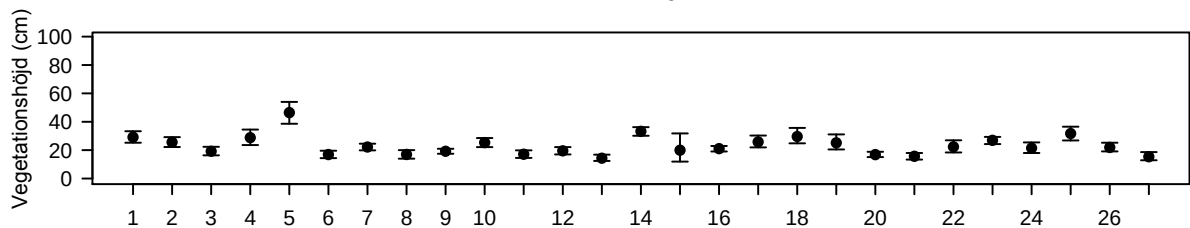
n = 9



n = 15



n = 20



Figur E.7. Analys av hur antalet småprovtytor påverkar parametern Vegetationshöjd i rikkärr i Dalarnas och Örebro län

Länsstyrelsens rapportserie

Här listas Länsstyrelsen Dalarnas samtliga rapporter utgivna de senaste tio åren. Många av dessa finns som pdf-er på Länsstyrelsens Dalarnas webbplats: www.lansstyrelsen.se/dalarna/sv/publikationer.

Många rapporter finns även på Falu stadsbibliotek. Rapporterna kan beställas från Länsstyrelsen Dalarna, telefon 010-22 50 000 med reservation för att upplagan kan ha tagit slut.

2010:01 Dalarnas regionala serviceprogram 2010-2013.
2010:02 Vindkraft kring Siljan?
2010:03 Verksamhetsplan 2010.
2010:04 Mer träd på myrar de senaste 20 åren.
2010:05 Verifiering av kemisk status Badelundaåsen inom Borlänge, Sätters och Hedemora kommun.
2010:06 Verifiering av kemisk status Badelundaåsen inom Avesta kommun.
2010:07 Årsredovisning 2009.
2010:08 Metallpåverkade sjöar och vattendrag i Dalarna. Konsekvenser av en tusenårig gruvhistoria.
2010:09 Kartläggning av farliga kemikalier – tillsynsprojekt.
2010:10 Bostadsmarknaden i Dalarna 2010.
2010:11 Kartläggning av SFI i Dalarna – och en kvalitativ studie.
2010:12 Metaller i fisk i Dalälvens sjöar.
2010:13 Växtplanktonsamhällen i Dalälvens sjöar.
2010:14 Fisk i Dalälvens sjöar.
2010:15 Saxdalen. Miljöanalys av ett historiskt gruvområde

samt konsekvenser av en efterbehandling.
2010:16 Utvärdering av biologiska bedömningsgrunder för sjöar.
2010:17 Uppföljning av regionalt företagsstöd med slutligt beslut år 2004.
2010:18 Långsiktig strategisk plan för omarrondering i Dalarnas län.
2010:19 Långsiktig strategisk plan för omarrondering i Dalarnas län – projektrapport.
2010:20 Samordnad recipientkontroll i Dalälven 2009.
2010:21 Mjukbottenfaunan i Dalälvens sjöar – struktur och funktion.
2010:22 Intervjuer med ängsbrukare.
2010:23 Bevakning av grundläggande betaltjänster.
2010:24 Regional risk- och sårbarhetsanalys 2010.
2010:25 Inventering av förorenade områden i Dalarnas län – industrideponier.
2010:26 Klimatanpassningsstrategi 2020.
2010:27 Biotopkartering av rinnande vatten. Beskrivning och jämförande analys av metoder i Dalarna,

Jönköping och Västernorrland.

2011:01 Malingsbo-Klotens framtid. Utredning om natur- och friluftsvärden.
2011:02 Främmande musslor i Kårtyllasjön i Dalarna 2010.
2011:03 Kartering av brandfält från satellitdata. Koncept för årlig kartering.
2011:04 Verksamhetsplan 2011.
2011:05 Klimatanpassningsstrategi 2020. Prioriterade sektorer i Dalarnas län.
2011:06 Utveckling av metoder för mätning av ljudnivåer i fjällen.
2011:07 Är Dalarna jämfäst? Lägesrapport 2011.
2011:08 Årsredovisning 2010.
2011:09 Strategi för hållbar turistutveckling i Fulufjällsområdet.
2011:10 Sustainable Tourism Development Strategy.
2011:11 Elfenbensslaven i Sverige.
2011:12 Jättesköldlav.
2011:13 Strategi Miljögifter 2011-2012, Problembild för Dalarnas län.
2011:14 Kommunala energi- och klimatstrategier.
2011:15

Vindkraftsunderlag för Dalarnas klimat- och energistrategi.
 2011:16 Bostadsmarknaden i Dalarna 2011
 2011:17 Samordnad recipientkontroll i Dalälven 2010
 2011:18 Inventering av förorenade områden – Nedlagda kommunala deponier i fem kommuner
 2011:19 Inventering av förorenade områden i Dalarnas län – Förorenade sediment
 2011:20 Närvärme - en resurs i energiomställningen.
 2011:21 Gemensamma dataunderlag i Vanån.
 2011:22 Inventering av kungsörn i riksintresseområden för vindkraft i Rättvik, Mora och Orsa.
 2011:23 Historiska våtmarker i odlingslandskapet.
 2011:24 Effektiva miljömålsåtgärder. En utvärdering i fyra län.
 2011:25 Genetiska studier av öring från Lurån och Sångåns vattensystem.
 2011:26 Provfiske inom Dalarnas fjällreservat och nationalparker år 2009 - en resultatsammanställning.
 2011:27 Bevakning av grundläggande betaltjänster.
 2011:28 Underlag för gränshandel och köpcentrum i Sälen.
 2011:29 Plan för tillsynsvägledning enligt miljöbalken 2012-2014.
 2011:30 Regional risk- och sårbarhetsanalys för Dalarnas län 2011.
 2011:31 Kommunala etableringsinsatser för vissa nyanlända i Dalarna: SFI, samhällsorientering och andra

yrkesförberedande insatser.

2012:01

Miljö kvalitetsnormer och luftkvaliteten i Dalarna
 2012:02 Vattenförsörjningsplan Dalarnas län.
 2012:03 Materialförsörjningsplan - Dalarnas län.
 2012:04 Fladdermusfaunan i Dalarna - Sammanställning av inventeringar åren 2008-2010
 2012:05 Potentialer för solenergi i Dalarna
 2012:06 Hur går miljöarbetet regionalt och lokalt? – delprojekt i fördjupad utvärdering av Sveriges miljömål 2012. Länsstyrelserna och RUS
 2012:07 Årsredovisning 2011
 2012:08 Kransalger i Dalarna
 2012:09 Skyddsvärda träd i Dalarna
 2012:10 Ängssvampar i Dalarna
 2012:11 Betaltjänster – bredband och ny teknik
 2012:12 Åtgärdsplan för flottleds-rensade vattendrag i Dalarnas län
 2012:13 Utvärdering av företagsstöd, Regional konkurrenskraft och sysselsättning i Norra Mellansverige
 2012:14 Samordnad recipientkontroll i Dalälven 2011
 2012:15 Bostadsmarknaden i Dalarna 2012
 2012:16 Vedinsekter på död tall och brandfält i Dalarna 2011 – en inventering av ÅGP-arter på nydöd tall, äldre tallved och i bränd skog

2012:17 Grundvattenundersökningar i Dalarna 2010-2011
 2012:18 Plan för tillsynsvägledning enligt miljöbalken
 2012:19 Bevakning av grundläggande betaltjänster Länsstyrelsernas årsrapport 2012
 2012:20 Energi- och klimatstrategi för Dalarna.
 2012:21 Växtplankton i 33 sjöar i Västmanlands, Stockholms och Dalarnas län 2011
 Klassificering av ekologisk status
 2012:22 Regional risk- och sårbarhetsanalys för Dalarnas län 2012

2013:01 Raggbocken, hotad skalbagge i Dalarna, Åtgärdsprogram i fyra skogslandskap
 2013:02 Årsredovisning 2012 Länsstyrelsen i Dalarnas län.
 2013:03 Underlag för potential-beräkningar av förnybar energi.
 2013:04 Energihushållning i VA-sektorn. Ett gemensamt samverkansarbete för alla VA-huvudmän i Dalarna.
 2013:05 Trygghetens värde – sociala risker ur ett ekonomiskt perspektiv.
 2013:06 Fakta om småkryp i Dalarnas vattendrag.
 2013:07 Fältgentiana i Dalarna Lägesrapport om en av våra ovanligaste växter.
 2013:08 Jordbrukets klimatpåverkan – globala utsläpp och lokala åtgärder.
 2013:09 Levande vatten. Förslag för att minska negativa effekter från kraftverk och dammar i Vanåns avrinningsområde.
 2013:10 Djurägares erfarenheter av

rovdjursavvisande stängsel.
 2013:11 Dalarnas miljömål – Miljömål.
 2013:12 Dalarnas Miljömål – Åtgärdsprogram 2013–2016
 2013:13 Dalarna – Pilotlän för grön utveckling – Slutrapport och vägledning.
 2013:14 Värna Vårda Visa.
 2013:15 Hur synliga är vindkraftverk på långt avstånd?
 2013:16 Så förändras Dalarnas näringsliv. En kartläggning av de senaste 10–25 åren.
 2013:17 Samordnad recipientkontroll i Dalälven 2012. Vatten- och sedimentkemi, fisk, växtplankton och bottenfauna.
 2013:18 Bostadsmarknaden i Dalarna Från överskott till bostadsbrist.
 2013:19 Nyanlända elever utbildningsvillkor i Dalarna.
 2013:20 Bredbandsstrategi för Dalarna.
 2013:21 Bevakning av grundläggande betaltjänster.
 2013: 22 Utvärdering av strategi för formellt skydd av skog i Dalarnas län.
 2013:23 Rönnparkbaggen i Sverige.
 Inventeringar i mellersta Sverige under 2004–2009.
 2013:24 Gröna infrastruktur för biologisk mångfald i Dalaskogarna.
 2013:25 Swot-analys för Dalarnas regionala handlingsplan.
 2013:26 Regional risk- och sårbarhetsanalys för Dalarnas län 2013.
2014:01 Plan för tillsynsvägledning enligt miljöbalken 2014–2016.

2014:02 Västra Leksand, en förstudie om omarrondering.
 2014:03 Myrfågelinventering i Älvdalen under perioden 1977 till 2012.
 2014:04 Är Dalarnas jämställt? Lägesrapport 2013.
 2014:05 Flexibel och yrkesinriktad sfi.
 2014:06 Årsredovisning 2013.
 2014:07 Bostad sökes – om hemlöshet och förebyggande arbete i Dalarna.
 2014:08 Erfarenheter av kriskommunikation på lokal och regional nivå i samband med kärnkraftsolyckan i Fukushima 2011.
 2014:09 Trädgränsens förändring 1974 till 2013 – fotoserie från fjället Östra Barfredshogna i norra Dalarna.
 2014:10 Tillsynsvägledningsplan för byggnadsnämnderna i Dalarnas län 2014–2016.
 2014:11 Vedlevande insekter på gran i naturskogsmiljöer.
 2014:12 Samverkan mot våld i krognära miljöer.
 2014:13 Bostadsmarknaden i Dalarna 2014.
 2014:14 Fäbodnäringens förutsättningar i Sverige.
 2014:15 Halverad energianvändning i småhus.
 2014:16 Livsstilsföretag med utländsk bakgrund i Dalarna.
 2014:17 Bevakning av grundläggande betaltjänster.
 2014:18 Övervakning av fisk och miljö med elfiske i Dalarnas län.
 2014:19 Volontärer i naturvårdsarbetet – för

ökad delaktighet och lokal tillväxt.
 2014:20 Regional risk- och sårbarhetsanalys för Dalarnas län 2014.

2015:01 Årsredovisning 2014 Länsstyrelsen Dalarna.
 2015:02 Förvaltningsplan för stora rovdjur i Dalarna.
 2015:03 Strategi för naturvårdsbränning i Dalarnas län.
 2015:04 Branschvis energieffektivisering. Slutrapport från projektet BEE.
 2015:05 Mäns våld mot kvinnor i Dalarna 2011–2014
 2015:06 Behovsanalys av utvecklingsinsatser för länsstyrelsernas energi- och klimatsamordning
 2015:07 Länsstyrelsens roll och ansvar i arbetet med konsumtion
 2015:08 Visualisera energiflöden—ett regionalt analysverktyg
 2015:09 Hur förändras våtmarkerna och varför?
 2015:10 Läget på bostadsmarknaden i Dalarnas län 2015
 2015:11 Inventering av långt brotttagel i Sverige 2006 - 2012

Rikkärren i Sverige har under lång tid varit en hotad naturtyp. För att ge en bild av hur tillståndet ser ut i rikkärren i Dalarnas och Örebro län har vi nu sammanställt data som insamlats genom delprogrammet "Rikkärr" inom den regionala miljöövervakningen. Dessutom har vi undersökt kvaliteten hos data och hur stora förändringar behöver vara för att de ska vara möjliga att upptäcka vid statistiska analyser.