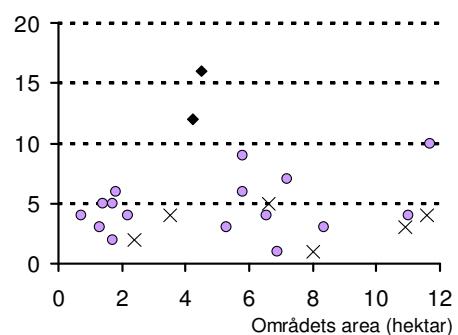
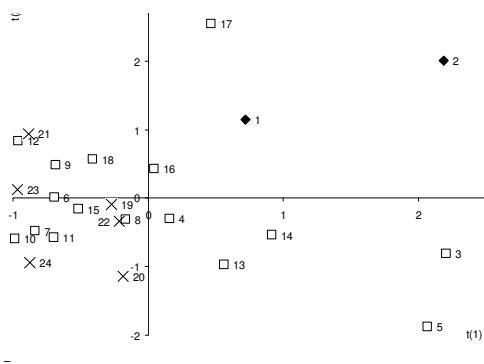


Artrikedom bland skorplavar och tickor i olika skogsbestånd



Länsstyrelsen
Gävleborg

Artrikedom bland skorplavar och tickor i olika skogsbestånd

En rapport från Miljöanalysenheten



Länsstyrelsen
Gävleborg

Håkan Berglund, Mittuniversitetet

Förord

Ett av Länsstyrelsens uppdrag är att mäta tillståndet i miljön. Som en del av det arbetet startade Länsstyrelsen i slutet av 1990-talet mätningar i ett urval av länets skogliga nyckelbiotoper. Nyckelbiotoper är små skogsbestånd som hyser en koncentration av hotade och rödlistade arter jämfört med skogslandskapet i stort. Nyckelbiotoperna har alltför liten del av den totala skogsmarksarealen för att fångas upp i de nationella miljöövervakningsprogrammen (Riksskogstaxeringen och Markinventeringen), men anses spela en stor roll för skogslandskapets biologiska mångfald. I Länsstyrelsens övervakningsprogram mättes också några naturreservat och ”vanliga” produktionsbestånd, som referenser till nyckelbiotoperna. Mätningarna följe en metod fastställd av Naturvårdsverket och syftade till att mäta *förutsättningarna* för biologisk mångfald, eftersom Länsstyrelsen inte har resurser att göra fullständiga artinventeringar.

År 1999 och 2001 gjorde skogsekologen och forskaren Håkan Berglund systematiska inventeringar av två artgrupper över hela ytan i många av de skogsbestånd som Länsstyrelsen gjort mätningar i. Det är resultatet av dessa inventeringar som nu presenteras. I rapporten undersöks också olika indirekta mått på biologisk mångfald och hur de fungerar för att förutsäga mångfalden av arter i detta fall.

Rapporten ger ett viktigt bidrag till kunskapen om hur artmångfalden i länets skogar ser ut och hur den fördelar sig mellan olika typer av skogsbestånd. Systematiska artinventeringar av detta slag är ovanliga, och det är särskilt värdefullt att det kombinerats med analys av indirekta mått på biologisk mångfald. Rapporten är därigenom ett viktigt underlag för Länsstyrelsens planering av hur den fortsatta övervakningen av biologisk mångfald ska ske. Det är vår förhoppning att rapporten ska väcka intresse även utanför Länsstyrelsen.

Författaren står själv för slutsatserna i rapporten.

Olle Kellner
Länsstyrelsens Miljöanalysenhet

Innehåll

Förord	3
1. Sammanfattning.....	7
2. Bakgrund	8
3. Syfte.....	9
4. Studieområden	10
5. Tillvägagångssätt.....	14
5.1 Övervakningsprogrammet	14
5.2 Totalinventering av skorplavar och vedsvampar (tickor).....	14
5.3 Statistiska analyser	15
5.3.1 Urval av variabler	15
5.3.2 Generaliserade linjära modeller (GLM).....	16
5.3.3 Faktoranalys (PCA)	16
5.3.4 Partial least squares (PLS)	16
6. Resultat	19
6.1 Allmän beskrivning av objekten	19
6.1.1 Strukturskillnader mellan produktionsskog, nyckelbiotoper och reservat.....	19
6.1.2 Strukturskillnader mellan objekt.....	21
6.2 Allmän beskrivning av förekomsten av arter	24
6.3 Artrikedom i olika objekt och områden	26
6.3.1 Art-ytaförhållanden.....	26
6.3.2 Effekt av objektkategori och område på artrikedom.....	28
6.4 Samband (korrelation) mellan olika artrikedomsmått.....	29
6.4.1 Artrikedomen bland lavar och tickor	29
6.4.2 Övervakningsprogrammets skattningar av artförekomst	29
6.5 Artrikedomens förutsägbarhet - regressionsanalyser.....	31
6.5.1 Linjär multipel regression med PCA-faktorer	31
6.5.2 Prediktiva modeller extraherade genom PLS (partial least squares)	32
7. Diskussion	34
7.1 Artrikedom och antal rödlistade arter	34
7.2 Samband mellan artrikedom och förekomst av indikatorarter	35
7.3 Uppmätta beståndsvariablers prediktiva förmåga	36
8. Tack.....	37
9. Referenser.....	38
Appendix 1-8.	

1. Sammanfattning

Syftet med denna undersökning var att beskriva nuvarande artrikedom bland skorplavar och vedsvampar (tickor) i 24 olika skogsbestånd. Skorplavar inventerades på levande träd och tickor på omkullfallna döda träd (s.k. lågor). Detta gjordes i tre olika kategorier av skogsbestånd: sex äldre (>100 år) produktionsskogar, sexton nyckelbiotoper samt två naturreservat. Målet var även att analysera möjligheten att förutsäga artrikedom och antal rödlistade arter utifrån beståndsparametrar och förekomsten av indikatorarter. Dessa hade uppmätts inom ett program för regional miljöövervakning av skoglig biologisk mångfald.

Naturreservat hade högst artrikedom och högst antal rödlistade arter. Produktionsskog hade lägst. Skillnaderna i artrikedom mellan olika bestånd berodde på skillnader i mängden ”substrat” för skorplavar och tickor (d.v.s. gamla träd och grova lågor). Naturreservaten innehöll mycket större mängder substrat än de två andra kategorierna av skogsbestånd. Att återskapa så stora mängder substrat i andra mer påverkade bestånd skulle ta mycket lång tid genom att gamla träd och grova lågor bildas långsamt. En slutsats är därför att naturreservaten utgör exklusiva skogsmiljöer som är viktiga tillflyktsorter för sällsynta och rödlistade arter. Vissa rödlistade arter förekom dock även i äldre produktionsskog. Gränsdragningen mellan nyckelbiotoper och äldre produktionsskog var i många fall diffus vad gäller mängden substrat. Äldre produktionsskogars potentiella värden bör därför beaktas vid bevarandeplanering.

Skogsbestånd i nordöstra delen av länet (östra Hälsingland) tenderade att vara mer artrika än bestånd i sydvästra delen (västra Gästrikland). Möjliga förklaringar kan vara att det norra området erbjuder fördelaktigare lokalklimatförhållanden eller att det påverkats mindre av skogsbruk.

Många arter var sällsynta och hittades endast i ett fåtal skogsbestånd. De flesta arter som eftersöktes i övervakningsprogrammet hade noll fynd i nästan alla provytor. Flertalet arter kunde därför inte användas i analyserna. Vissa arter gick dock att använda. De upptäckte många svaga samband med totala artrikedomen bland skorplavar och tickor. En del av arterna inom programmet verkar således kunna fungera som indikatorer på artrikedomen bland skorplavar och tickor.

Det gick även bra att få fram statistiska modeller som utifrån data över skogsstruktur kunde användas för att förutsäga antal rödlistade arter. Detta är värdefullt då ett centralt mål för övervakningen är att bevaka hotade och rödlistade arters förekomst. De viktigaste förklarande variablerna var sådana som beskrev mängden lågor och död ved, framförallt mängden död granved. Det var däremot svårare att få fram modeller för att förutsäga total artrikedom bland skorplavar och tickor. Variabler som beskrev mängden lågor var dock viktiga även i dessa fall. En slutsats är således att det går att göra grova förutsägelser om ett skogsbestånds artrikedom utifrån de data över beståndsstruktur som inhämtas inom övervakningsprogrammet. Variabler som beskriver mängden död ved verkar speciellt viktiga att mäta. De fungerar bra som indikatorer på antal rödlistade arter.

2. Bakgrund

I de nationella miljömålen ingår att restaurera och bevara den skogliga biologiska mångfalden (Anon. 2004). Biologisk mångfald omfattar biologisk variationsriedom på flera olika nivåer (gener, arter, landskap och ekosystem). Bevarandet av skoglig biologisk mångfald sker främst på två sätt. Det sker dels genom att (1) säkerställa nätverk av skyddade skogsområden (se Skogsstyrelsen 1999, Hanski 2000) och dels genom att (2) främja uthålliga skogsbruksmetoder (se Fries m.fl. 1997, Raivio m.fl. 2001).

Beslut om vilka åtgärder som ska vidtas för att bevara biologisk mångfald bör baseras på kunskap om var i landskapet och i vilka skogsmiljöer olika arter förekommer (Margules & Pressey 2000). Denna kunskap är dock fortfarande begränsad, speciellt vad gäller arter inom mindre kända artgrupper som kryptogamer. Hur rödlistade och hotade arter fördelar sig i skogslandskapet är särskilt viktigt att veta. Dessa arter har svårast att få sina behov tillgodosedda i dagens produktionsskogslandskap och löper störst risk att dö ut. Att förbättra livsvillkoren för dessa arter är ett viktigt nationellt miljömål (Anon. 2004).

Ett viktigt underlag för miljövårdsåtgärder är den statliga miljöövervakningen. Med miljöövervakning menas att mäta tillståndet i miljön i syfte att upptäcka miljöhöt och utvärdera miljövårdsåtgärder. När det gäller tillståndet för den skogliga biologiska mångfalden vill man övervaka mångfalden av skogslevande arter. Att övervaka alla arter är dock praktiskt omöjligt. För att förenkla övervakningen mäts istället s.k. ”indikatorer” (Margules & Pressey 2000, Simberloff 2001, Skogsstyrelsen 2001). Indikatorerna delas in i två kategorier – indikatorarter och indikatorelement. Med ”indikatorarter” menas i detta fall en grupp arter som valts ut därför att deras förekomst anses indikera hög artrikedom och förekomst av sällsynta arter (se Karström 1993, Nilsson m.fl. 1995). I praktiken mäts tätheten av de utvalda indikatorarterna i de skogbestånd som övervakas. ”Indikatorelement” utgörs av speciella skogliga strukturer som t. ex. gamla och döda träd. Ett stort antal skogslevande arter är beroende av dessa typer av element (Berg m.fl. 1994, Nilsson m.fl. 2001). Arterna utnyttjar träden på olika sätt, bl. a. som ”substrat” eller växtplats. I praktiken mäts tätheten av de utvalda indikatorelementen. Skogliga övervakningsmetoder har utvecklats efter dessa principer. De uppmätta variablernas (indikatorernas) förmåga att förutsäga artrikedom har dock sällan analyserats. För att kunna utveckla övervakningsmetoderna behöver man testa i vilken mån de olika art- och miljövariablerna kan fungera som indikatorer på mångfalden av arter.

3. Syfte

Detta arbete har två syften. Det ska ge en beskrivning av nuvarande artmångfald bland skorplavar på träd och vedsvampar på död ved i tre objektkategorier: äldre produktionsskog, nyckelbiotoper och naturreservat. Arbetet ska även utvärdera det i ”Handbok för övervakning av biotopers innehåll” ingående övervakningsprogrammet ”Extensiv övervakning av biotopers innehåll med inriktning mot biologisk mångfald (Naturvårdsverket 1999a, b, c, d) genom att testa de uppmätta beståndsvariablernas förmåga att förutsäga artrikedom.

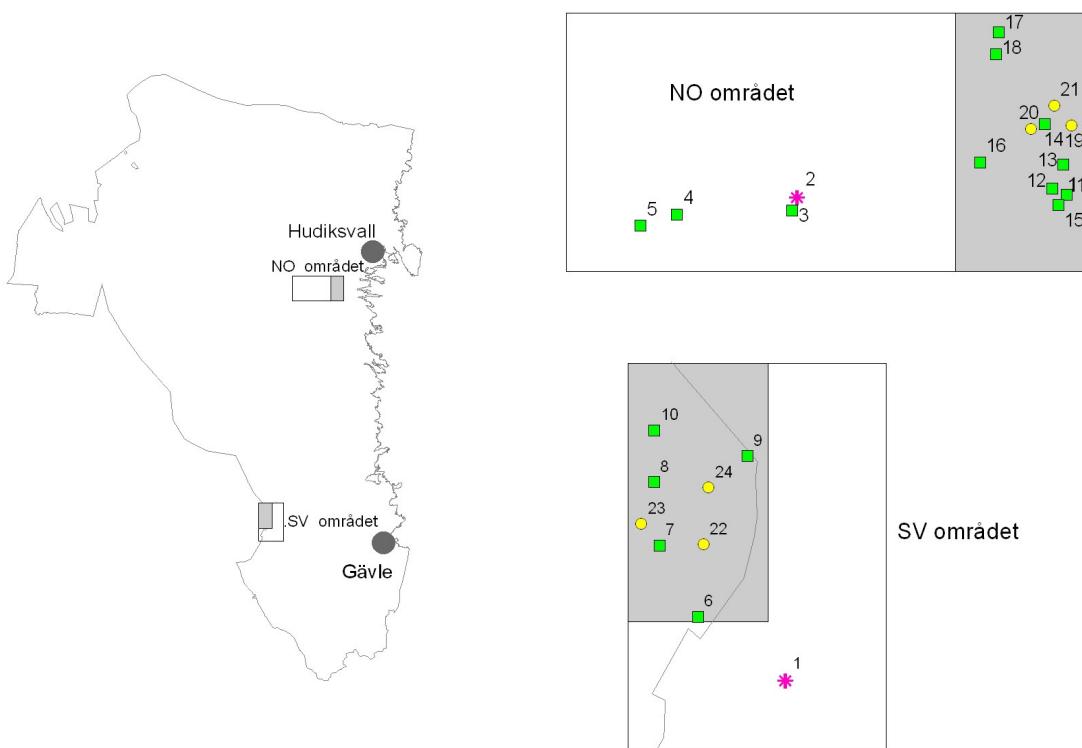
De specifika målen är följande:

- (1) Ge en nulägesbeskrivning av antal rödlistade arter (enligt Gärdenfors 2000) och artrikedom bland skorplavar och vedsvampar (tickor) i brukad skog, nyckelbiotoper och naturreservat i Gävleborg läns skogslandskap.
- (2) Analysera sambanden mellan (i) artrikedomen inom de undersökta artgrupperna, (ii) antal rödlistade arter och (iii) de artfynd som gjorts inom övervakningsprogrammet (förekomst av indikatorarter).
- (3) Analysera möjligheten att förutsäga (i) artrikedomen inom undersökta artgrupper samt (ii) antal rödlistade arter med hjälp av de beståndsvariabler som uppmäts inom övervakningsprogrammet.

4. Studieområden

Undersökningen omfattade 24 objekt där länsstyrelsen i Gävleborg genomfört mätningar enligt övervakningsprogrammet ”Extensiv övervakning av biotopers innehåll med inriktning mot biologisk mångfald (Naturvårdsverket 1999a, b, c, d). Objekten var belägna på fast mark och deras storlek varierade mellan 0.7 hektar och 12 hektar (Tabell 1). Nyckelbiotoperna och produktionsskogsområdena ligger både på privat mark och mark ägd av Svärdsjö-Svartnäs Besparingsskog och Holmen AB.

Merparten av objekten (21 stycken) provtogs inom två olika landskapsutsnitt där länsstyrelsen under åren 1998 och 1999 genomförde mätningar enligt övervakningsprogrammet (Fig. 1). Landskapsutsnittens storlek och avgränsning motsvarade två ekonomiska kartblad eller 50 km². Kartbladen 15H5b och 15H6b avgränsade det ena landskapsutsnittet i östra Hälsingland. Kartbladen 13G7f och 13G8f avgränsade det andra landskapsutsnittet i sydvästra Gästrikland.



Figur 1. Undersökningsområdenas läge i länet och de undersökta lokalernas läge i respektive område. Teckenförklaring: * naturreservat, ■ nyckelbiotop, ● produktionsbestånd.

De två undersökta landskaputsnitten valdes för att regioner med olika ägarförhållanden och skoglig historik skulle bli representerade i provtagningen. Det sydvästra området ligger nära Bergslagen, som har en lång historia av intensivt skogsutnyttjande för gruvbrytning och järnhantering. I området domineras idag stora markägare (Sveaskog och Svärdsjö besparingsskog). Det nordöstra området ligger nära jordbruksbygden vid Hälsingekusten, där skogens utnyttjande historiskt sett har haft en lite annan inriktning (mest sågtimmer och brännved) och med dominans av små privata skogsägare. Inom respektive landskapsutsnitt inventerades (i) samtliga nyckelbiotoper samt (ii) tre slumpvist utvalda produktionsskogsbestånd som enligt Skogsvårdsstyrelsens Översiktlig skogsinventering (ÖSI) hade en grundtyvägd medelålder över 100 år. Dessutom inventerades ett litet naturreservat i närheten av det sydvästra området. Genom detta urval blev ett naturreservat, 13 nyckelbiotoper och sex produktionsskogar provtagna. Ytterligare fyra objekt (ett naturreservat och samtliga tre nyckelbiotoper) provtogs i östra Hälsingland under år 2000 inom ett 50 km² stort landskapsutsnitt/närområde kring ett stort naturreservat (380 hektar).

De undersökta landskapsutsnitten i östra Hälsingland benämns härefter gemensamt för ”norra området” medan landskapsutsnittet i sydvästra Gästrikland benämns ”södra området” (Tabell 1). Sammanfattningsvis så har 15 objekt (ett naturreservat, 11 nyckelbiotoper och tre produktionsskogar) från det norra området och 9 objekt (ett naturreservat, 5 nyckelbiotoper och tre produktionsskogar) från det södra området undersökts i denna studie (Tabell 1).

Tabell 1. Allmänna beståndsdata om undersökta objekt indelade i kategorierna naturreservat (NR), nyckelbiotoper (NB) och produktionsskogar (P) och information om provtagningsinsats.

Objekt	Typ	Nr.	Omr.	Namn	Typ	Trädslagsfördelning						Inventeringsår	Provtytor	Provtagningsinsats			Art
						Tall	Gran	Löv	Area	Altitud	Bonitet			Allmän	Arter	Antal	Bälten
						(%)	(%)	(%)	(hektar)	(m.ö.h.)	(T100)					(hektar)	
NR	1	S	Österbergsmurens NR	Barrbland	40	60	0	4.2	200	24	1998	2001	6	0.76	4	5	
	2	N	Bleckbergens urskog	Barrbland	50	50	0	4.5	280	23	2000	2001	3	0.50	2	6	
NB	3	N	Naturskog 'Ysberget 158'	Blandlöv	10	60	40	1.4	260	25	2000	2001	3	0.32	3	2.5	
	4	N	Naturskog 'Ysberget 197'	Barrbland	40	50	10	1.7	200	21	2000	2001	2	0.33	3	1	
	5	N	Naturskog 'Ysberget 293'	Blandlöv	0	50	50	1.8	250	23	2000	2001	3	0.36	3	3	
	6	S	Sörja 1	Barrbland	40	40	20	11.0	225	24	1998	2001	5	0.77	5	6	
	7	S	Sörja 2	Barrbland	60	30	10	6.9	255	20	1998	2001	4	0.70	4	3	
	8	S	Sörja 3	Barrbland	20	60	20	6.6	275	23	1998	2001	4	0.61	4	6	
	9	S	Sörja 4 Pengersjön	Barrbland	50	40	10	2.2	250	23	1998	2001	4	0.53	5	2	
	10	S	Sörja 6	Barrbland	40	60	0	8.4	340	20	1998	2001	5	0.74	4	3	
	11	N	Enånger 2 'Än 02'	Blandlöv	20	30	40	5.3	125	20	1999	1999	3	0.66	4	4	
	12	N	Enånger 3 'Än 03'	Blandlöv	10	40	50	1.3	120	24	1999	1999	4	0.50	3	4	
	13	N	Enånger 4 'Bä 01'	Barrbland	30	60	10	5.8	250	22	1999	1999	4	0.73	5	6	
	14	N	Enånger 5 'Bä 02'	Barrbland	10	60	30	11.7	180	25	1999	1999	6	0.92	9	12	

Tabell 1. forts.

Objekt												Provtagningsinsats			Övervakningsprogram		Art	
Typ	Nr.	Omr.	Namn	Typ	Trädslagsfördelning						Inventeringsår		Provytor		Bälten		inventering	
					Tall (%)	Gran (%)	Löv (%)	Area (hektar)	Altitud (m.ö.h.)	Bonitet (T100)	Allmän	Arter	Antal	Area (hektar)	Antal	ca tid (timmar)		
NB	15	N	Enånger 6 'Sä 01'	Blandlöv	0	60	40	0.7	100	22	1999	1999	3	0.25	4	5.5		
	16	N	Enånger 7 'Bott 01'	Barrbland	20	60	20	1.7	125	25	1999	1999	4	0.52	4	5.5		
	17	N	Enånger 8 'MoDoreservatet'	Barrbland	50	50	0	7.2	85	25	1999	1999	4	0.64	3	6		
	18	N	Enånger 9 'MoDo Nianån'	Blandlöv	20	40	40	5.8	90	23	1999	1999	3	0.49	5	6		
P	19	N	P 1 Enånger	Barrbland	50	40	20	10.9	90	25	1999	1999	4	0.65	5	7		
	20	N	P 2 Enånger	Barrbland	60	40	0	3.5	100	23	1999	1999	4	0.66	6	2.5		
	21	N	P 3 Enånger	Barrbland	70	20	10	2.4	70	23	1999	1999	5	0.76	7	3		
	22	S	Sörja 7	Barrbland	30	70	0	11.6	255	24	1998	2001	3	0.45	4	3		
	23	S	Sörja 8	Blandlöv	60	10	30	8.0	255	18	1998	2001	2	0.38	3	2.5		
	24	S	Sörja 10	Tallskog	100	0	0	6.6	210	18	1998	2001	3	0.45	3	4		

5. Tillvägagångssätt

5.1 Övervakningsprogrammet

Programmet omfattade fyra undersökningstyper. Via en allmäninventering (Naturvårdsverket 1999a) inhämtades allmänna data (t. ex area, altitud och bonitet) om respektive objekt. Genom bestårds- och ständortsinventering i cirkulära provytor (radie 7 m, dvs. ca 0.015 hektar; Naturvårdsverket 1999b) inhämtades data om ständortsegenskaper (t. ex. fältskiktstyp, topografi, markfuktighet) samt kvantitativa data om respektive objekts trädbestånd (t. ex. volym per hektar av olika trädslag) och indikatorarter på levande träd (bållängd hos några hänglavar). Inom respektive objekt gjordes även substratinventering i 14 m breda bälten (Naturvårdsverket 1999c), där man samlade in kvantitativa och kvalitativa data om död ved och grova träd. Även frekvensen av några utvalda signalarter enligt Norén m.fl. (1995) (även benämnda indikatorarter) knutna till träd- och vedstrukturer uppmättes i bältena. Frekvensen av signalarter uppmättes dels per hektar och dels per substrat (levande eller döda träd).

Övervakningsprogrammets fältprovtagning i cirkulära provytor och bälten skedde utifrån ett tänkt rutnät som lagts över respektive objekt och där avståndet mellan rutnätets linjer var en funktion av objektets area. Startpunkten för rutnätet slumpades ut. Inventeringsbälten löpte längs rutnätets linjer i N-S riktning. I objekt större än 4 hektar inventerades inte bälten efter hela linjen utan begränsades till 60 m långs bältessegment placerade på skärningspunkterna i rutnätet. Cirkelprovytorna placerades inom bältena på varannan skärningspunkt i rutnätets V-Ö-riktnings. Syftet med detta förfarande var att övervakningsprogrammets provtagningsinsats i medeltal skulle vara lika stor oberoende av objektets storlek. Placeringen av provytorna slumpades ut inom respektive objekt vilket medförde att insatsen kom att variera mellan olika objekt i samma storleksklass (Tabell 1, Appendix 1 och 2). Ingen skillnad fanns dock mellan medelprovtagningsinsatsen i undersökta produktionsskogar och nyckelbiotoper ($p>0.05$, tvåsidigt t-test; Appendix 1).

När det gäller skogslevande arter och signalarter mäter man inom övervakningsprogrammet följande ”artvariabler”: (1) fem epifytiska lavarters (blad- och busklavar) abundans inom provytorna, (2) frekvensen av 35 skogslevande arter och signalarter (enligt Norén m.fl. 1995) inom bältena, (3) tätheten (summan) av skogslevande arter och signalarter per inventerad bältesareal och per substrat samt (4) medeltäckningsgraden av levermossor per inventerad låga i bältena.

5.2 Totalinventering av skorplavar och vedsvampar (tickor)

I början av augusti 1999 respektive 2001 inventerades förekomsten av skorplavar på träd och vedsvampar på lågor i de undersökta objekten. I vissa av objekten i det norra området gjordes inventeringen av arter under samma år (1999) som provtagningen i Länsstyrelsens

övervakningsprogram (Tabell 1). Artinventeringen genomfördes över hela objektet och pågick 1-12 timmar per objekt. Det fanns ett samband mellan inventeringstid och objektens area. Men genom att tiden som spenderades per substratenhet (träd respektive låga) var konstant inom varje objekt så ansågs inventeringsinsatsen vara oberoende av objektens area. Många arter identifierades i fält men de som inte kunde identifieras i fält samlades in och studerades med mikroskop på laboratoriet.

Skorplavar inventerades på alla levande träd av alla förekommande trädslag oavsett dimension och noterades på artnivå. Utöver det totala antalet larvar så användes även antalet larvar funna på lövträd respektive antal larvar funna på barrträd som artrikedomsmått i analyserna. Alla larvar noterades på artnivå men arter inom släktet *Lepraria* behandlades som ett gemensamt taxon.

Vedsvamparna inventerades på lågor som hade en maximumdiameter ≥ 10 cm och en längd ≥ 1 m samt på den till lågan hörande stubben. De vedsvampar som ingick i undersökningen var framförallt de arter och släkten inom gruppen tickor (*Polyporaceae* s.l.) som beskrivs i Ryvarden & Gilbertson (1993, 1994) och Niemelä (1998). Även följande åtta arter inom gruppen skinnsvampar (*Corticaceae* s.l.) ingick bland vedsvamparna: *Amylostereum chailletii*, *Asterodon ferruginosus*, *Cystostereum murrai*, *Peniophora pithya*, *Phlebia centrifuga*, *Phlebiopsis gigantea*, *Stereum sanguinolentum* and *Veluticeps abietina*. Dessa skinnsvampar är viktiga vednedbrytare av barrträd i boreal skog. Alla vedsvampsarter noterades på artnivå men arter inom artkomplexet *Phellinus igniarius* s. lat. (bl. a. *Phellinus igniarius*, *P. alni*, *P. trivialis* och *P. nigricans*) behandlades som ett taxon på grund av oklar taxonomi och svårigheterna med att särskilja arterna i fält. Gruppen vedsvampar benämns härefter som ”tickor” i rapporten. Utöver det totala antalet tickor så användes även antalet tickor funna på lövträdlågor respektive antal tickor funna på barrträdlågor som artrikedomsmått i analyserna.

5.3 Statistiska analyser

5.3.1 Urval av variabler

Samtliga artrikedomsmått och majoriteten av de variabler som övervakningsprogrammet uppmättade hade fördelning som inte signifikant avvek från en normalfördelning ($p>0.05$; enkelt Kolmogorov-Smirnov test). De variabler som upptäcktes att ha en fördelning som signifikant avvek från normalfördelning ($p<0.05$; enkelt Kolmogorov-Smirnov test) blev $\log_{10}(x_i)$ - eller $\log_{10}(1+x_i)$ -transformerade (där x står för skattningen av variabel x i bestånd i). Om avvikelsen från normalfördelning kvarstod efter transformeringen så uteslöts variablerna från fortsatt analys. Exempelvis så uteslöts flertalet av de ”artvariabler” som beskrev abundans eller frekvens av olika skogslevande arter och signalarter. Detta berodde på att skattningarna av arternas abundans och förekomstfrekvens i de flesta fall upptäcktes att vara nollvärden. Endast sex ”artvariabler” uppfyllde ovanstående krav. Dessa var (1) frekvensen av (a) fnöskticka (*Fomes fomentarius*), (b) klibbticka (*Fomitopsis pinicola*) och (c) violticka (*Trichaptum abietinum*), (2) (a) medeltätheten (medelsumman)

av signalarter inom bälten och (b) den $\log_{10}(1+x)$ -transformerade medeltätheten (medelsumman) av signalarter per låga inom bälten samt (3) den $\log_{10}(1+x)$ -transformerade medeltäckningsgraden av levermossor per låga inom bältena. Eftersom ingen av de variabler som användes i de fortsatta analyserna avvek signifikant från normalfördelning användes bara parametriska analysmetoder.

5.3.2 Generaliserade linjära modeller (GLM)

Generaliserade linjära modeller (GLM) användes för att testa om det fanns någon effekt av objektkategori (naturreservat, nyckelbiotop och produktionsskog) samt område (norra respektive södra) på artrikedom bland undersökta artgrupper. Sekventiella tester användes. Detta innebar ett test av huruvida artrikedomen var relaterat till objektkategori eller område sedan den förklarande effekten av andra variabler hade tagits bort. I det första steget av analysen togs effekten av area och bonitet (T100) bort. I det andra steget togs även effekten av tätheten av potentiella substrat (trädvolym och volym lågor per hektar) bort. I dessa analyser antogs att residualerna földe en Poisson-fördelning och en logaritmisk länkfunktion användes. En dispersionsparameter (DP) skattades utifrån relationen mellan Poisson-fördelning och observerad fördelning. Utifrån DP korrigrades teststatistika och de därpå följande p-värdena. I modeller där $DP > 5-10$ testades variablernas effekt genom F-test. I annat fall användes Chi²-test (se Snäll & Kellner 2003 eller McCullagh & Nelder 1989 för mera utförliga beskrivningar av GLM).

5.3.3 Faktoranalys (PCA)

Faktoranalys användes för att reducera variationen med avseende på area och de 64 variabler som beskrev beståndsstruktur i de undersökta objekten, t. ex. volymen per hektar av levande och döda träd av olika trädslag och av olika kategorier (stående död ved och lågor; Appendix 3). Variationen reducerades till ett begränsat antal oberoende faktorer (se Tabell 3, Fig. 2). Sambandet mellan observerad artrikedom och dessa faktorer analyserades sedan med stegvis multipel regression.

5.3.4 Partial least squares (PLS)

För att analysera de uppmätta beståndsvariablernas förmåga att förutsäga (prediktera) nuvarande artrikedom så användes PLS (partial least squares). PLS kombinerar ordination och regression för att relatera två datamatriser, X och Y, till varandra genom en multivariat modell (Eriksson m.fl. 1999). Informationen i Y-matrisen (reponsvariabler) används för att optimera ordineringen av X-matrisen (förklarande variabler). De förklarande variablerna reduceras till ett antal latenta komponenter och PLS genererar en modell för att prediktera Y från en X-databell. Till skillnad från andra regressionsmetoder är PLS anpassad för att hantera data där antalet observationer är

färre än antalet variabler och där de förklarande variablerna i hög grad samvarierar (internkorrelerar). En generell beskrivning av PLS ges av Eriksson m.fl. (1999). Extraheringen av PLS-komponenter sker genom korsvalidering som visar hur många komponenter som är signifikanta. Genom korsvalideringen erhålls även ett mått på modellens prediktionsförmåga. Korsvalideringen genererar (i) R^2X , som anger andelen av variationen i X-matrisen som används i modellen, (ii) R^2Y , som anger andelen av variationen i Y-data som förklaras av de extraherade komponenterna (motsvarar den multipla korrelationskoefficienten R^2), och (iii) Q^2 , som anger andelen av variationen i Y-data som kan predikteras av de extraherade komponenterna (dvs Q^2 är ett korsvaliderat R^2Y). Ett $Q^2 > 0.5$ betraktades som bra och $Q^2 > 0.9$ som utmärkt. Skillnaden mellan R^2Y och Q^2 fick inte heller vara större än 0.2-0.3 för att en modell skulle kunna betraktas som acceptabel (Eriksson m.fl. 1999).

En kvantitativ uppskattning av hur väl en regressionsmodell återger ursprungsdata ges av förklaringsgraden (R^2 ; andelen förklarad variation). Säkerheten i modellens förutsägelser, det vill säga en uppskattning av hur väl vi kan förutse Y i nya observationer, ges däremot av prediktionsförmågan (Q^2 ; den predikterade variationen). Vanligtvis så förändras värdet på R^2 på annat sätt än värdet på Q^2 då modellens komplexitet (antal variabler) ökar. R^2 ökar med ökad modellkomplexitet (ökat antal fria x-variabler) och når relativt snabbt värdet 1. Q^2 -värdet däremot ökar inledningsvis med ökad modellkomplexitet men når slutligen en punkt då värdet slutar att öka. Ytterligare ökning av modellens komplexitet förbättrar inte Q^2 -värdet utan värdet kommer att successivt minska (prediktionsförmågan försämras). Med andra ord; om antalet x-variabler kraftigt överstiger antalet observationer i regressionsanalys så riskerar man att generera modeller med hög förklaringsgrad (högt R^2 -värde) av ren slump. Även modellens prediktionsförmåga (Q^2 -värdet) påverkas negativt om antalet fria variabler vida överstiger antalet observationer. Man får en svag modell med liten prediktionsförmåga (lägt Q^2 -värde).

I PLS-analyserna i denna rapport angavs ett VIP (variable influence on projection)-värde för varje x-variabel. VIP-värdet avspeglade variabelns inflytande i PLS-modellen sett över alla dimensioner. VIP-värdet summerade information om (i) sambanden mellan responsvariabler respektive förklarande variabler (PLS weights) samt (ii) riktningen och styrkan hos inverkan från respektive förklarande variabel på responsvariabeln (PLS regression coefficients). VIP-värden >1 ansågs indikera stark inverkan (Eriksson m.fl. 1999). För att testa modellens validitet genomfördes även ett permutationstest. Responsvariabelns värde (observerad artrikedom) omfördelades slumpmässigt bland de undersökta objekten. En ny modell skapades och dess R^2Y och Q beräknades. Detta upprepades 100 gånger och de observerade R^2Y och Q^2 jämfördes med de värden som genererades i permutationstestet. Modellen betraktades som validerad om observerade R^2Y och Q^2 alltid var högre än de värden som kunde genereras i permutationstestet. Dessutom, genom att plotta R^2Y - och Q^2 -värdena mot korrelationskoefficienten mellan permuterade och observerade Y-värden (artrikedom) så erhölls ett kvantitativt resultat från permutationstestet. Interceptet på regressionslinjen tolkades som ett mått på "bakgrunds" R^2Y och Q^2 som kunde uppnås av slumpmässiga responsdata (slumpmässig artrikedom).

R^2Y -intercept under 0.3-0.4 och Q^2 -intercept under 0.05 ansågs indikera validerade modeller (Eriksson et al. 1999).

Fyra olika vägar prövades för att med hjälp av PLS-analyserna generera prediktiva modeller av beståndsvariabler (A-D nedan):

- A. I en första ansats användes ett fåtal beståndsvariabler som förklarande variabler. Dessa variabler var (1) Totalvolym död ved, (2) Volym levande lövträd förutom björk (vilket ofta motsvarade volymen av levande asp), (3) Volym levande gran och (4) Volym levande tall. Alla dessa grundläggande beståndsvariabler byggde på skattningar gjorda inom provytorna. Trädvolymerna utgjorde totalvolymer, d.v.s. volymerna av samtliga levande träd med en höjd över 1.3 m inom provytan. Volymen död ved avsåg volymen av all stående död ved med en höjd över 1.3 m inom provytan.
- B. I en andra ansats användes area och samtliga 64 uppmätta beståndsvariabler som förklarande variabler i PLS-analysen.
- C. I en tredje ansats baserades urvalet av beståndsvariabler på PCA-analysen ("faktoranalys"; se Tabell 3). För var och en av de sex första PCA-faktorerna valdes den starkast korrelerade variabeln. För de fyra första PCA-faktorerna valdes även en andra variabel. Denna representerade dock en annan skoglig företeelse än den första variabeln.
- D. I den fjärde ansatsen gjordes först en korrelationsanalys mellan alla beståndsvariabler och artrikedomen inom respektive artgrupp, och endast de beståndsvariabler som hade signifikant korrelation användes som förklarande variabler i PLS-analysen.

Statistikprogrammen SPSS 11.5.1, SIMCA 8.0 och R användes vid analyserna av data.

6. Resultat

6.1 Allmän beskrivning av objekten

Objekten i södra området var belägna på högre höjd (medelaltitud med standardavvikelse: 252 ± 41 m.ö.h.) än objekten i det norra området (medelaltitud med standardavvikelse: 155 ± 74 m.ö.h.; $p=0.002$, tvåsidigt t-test; för altitud se Appendix 4). Objekten i södra området hade lägre bonitet (medel T100 med standardavvikelse: 21.6 ± 2.6) än objekten i norra området (medel T100 med standardavvikelse: 23.3 ± 1.6) men skillnaden var inte statistiskt signifikant ($p=0.054$, tvåsidigt t-test; för bonitetsindex se Appendix 4).

6.1.1 Strukturskillnader mellan produktionsskog, nyckelbiotoper och reservat

Det fanns uppenbara skillnader i beståndsstruktur mellan objektkategorierna äldre produktionsskog, nyckelbiotop och naturreservat. Mängden lämpligt substrat för arterna inom de studerade artgrupperna var oftast högst i naturreservaten och minst i produktionsskogsbestånden (Tabell 2). Den genomsnittliga mängden levande lövträd i produktionsskog ($1.2 \text{ m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$) var lägre än i nyckelbiotoper ($32 \text{ m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$; $p<0.05$, tvåsidigt t-test; Tabell 2). Högst täthet av död ved hade de två naturreservaten (73 respektive $118 \text{ m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$). Den genomsnittliga mängden av en rad olika kategorier av död ved var högre i nyckelbiotoper än i produktionsskog ($p<0.05$, tvåsidigt t-test; Tabell 2). I produktionsskogsområdena var även medeltätheten av avverkningsstubbar (526 hektar^{-1}) något högre än i nyckelbiotoper (340 hektar^{-1} ; $p=0.03$, tvåsidigt t-test).

Tabell 2. Beståndsstruktur inom två naturreservat (NR), 16 nyckelbiotoper (NB) och sex produktionsskogsbestånd (P) i Gävleborgs län. För de två naturreservaten redovisas bara min- och maxvärdet. För övriga objektkategorier redovisas även median och medel (samt standardavvikelse; SA). Resultaten från jämförelse av medelvärdet för nyckelbiotoper och produktionsskog (P-värden från tvåsidigt t-test) presenteras. Signifikanta skillnader ($P<0.05$) i fet stil. I Appendix 5 redovisa data för respektive objekt.

	Levande träd ^a (m ³ ×hektar ⁻¹)		Död ved ^a (m ³ ×hektar ⁻¹)		Levande träd ^b (m ³ ×hektar ⁻¹)		Död ved ^b (m ³ ×hektar ⁻¹)				Avv. stubbar (hektar ⁻¹)		
					Tot.	Barr	Löv	Grov barr	Tot.	Lågor	Stående	Barr	Löv
		Tot.											
NR Min-Max	333.1-488.8	23.3-108.9	170.7-322.4	165.6-320.8	1.6-5.1	165.6-320.8	72.3-118.0	51.8-78.1	20.5-39.9	67.9-112.5	4.3-5.4	0.0-173.2	
NB Min-Max	128.5-641.7	0.6-35.2	13.9-271.9	13.9-265.0	0.0-111.8	13.9-265.0	7.8-50.5	3.5-40.5	2.7-13.2	5.5-49.6	0.9-19.1	116.9-600.9	
Median	304	7	97	60	28	60	19	13	6	14	5	341	
Medel (SA)	307.7 (120.9)	10.8 (10.9)	99.9 (65.8)	68.0 (59.4)	31.9 (30.0)	68.0 (59.4)	23.7 (12.4)	16.9 (11.3)	6.9 (2.8)	17.6 (12.5)	6.1 (4.8)	336.9 (160.7)	
P Min-Max	101.9-366.4	0.0-13.2	7.8-74.6	7.8-73.7	0.0-3.6	7.8-73.8	5.0-10.8	4.5-7.6	0.5-3.5	4.1-9.7	0.8-3.7	357.3-866.1	
Median	197	2	41	40	0.4	40	7	5	2	6	1	461	
Medel (SA)	215.5 (88.0)	4.1 (5.1)	40.9 (29.0)	39.7 (28.1)	1.2 (1.5)	39.7 (28.1)	7.6 (2.2)	5.5 (1.2)	2.1 (1.1)	6.2 (1.9)	1.5 (1.1)	525.5 (189.5)	
T-test nyckelbiotoper - produktionsskog			0.049	0.281	0.023	0.282	0.005	0.024	<0.001	0.039	0.030	0.030	
P-värde			0.105	0.165									

6.1.2 Strukturskillnader mellan objekt

Var och en av de fyra första faktorerna i faktoranalysen förklarade $\geq 10\%$ av variationen bland de 65 beståndsvariabler som ingick i analysen. Tillsammans förklarade dessa faktorer 55% av totala variationen (Tabell 3). Första faktorn korrelerade främst med variabler som beskrev förekomsten av stående död granved men även med variabler som beskrev förekomsten av granlågor samt totala mängden död ved uppskattad inom bältena. Den andra faktorn beskrev förekomsten av grova (≥ 35 cm i brösthöjdsdiameter) barrträd (tall) medan övriga faktorer beskrev förekomsten av levande lövträd (ej björk), död tall, död björk respektive levande björk (Tabell 3, Fig. 2).

Tabell 3. Roterad faktormatris med variabelvärden ("loadings") från faktorenanalys av undersökta beståndsvariabler i 24 objekt. För varje faktor redovisas de tre variabler som starkast korrelerade med respektive faktor och endast variabelvärden med absolutvärden över 0.5 (de variabler som hade negativa variabelvärden men relativt höga absolutvärden redovisas inte med detta urval). Tolkningen av respektive faktor redovisas.

Substrattyp	Trädslag	Skattning	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6
			Död granved	Grov tall	Grova lövträd	Död stående tall	Död björk	Levande björk
Stående död ved	Gran	Volym ($\text{m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$)	0.95					
Döda träd	Gran	Volym ($\text{m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$)	0.93					
Stubbar ^a	Gran	Volym ($\text{m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$)	0.91					
Levande träd	Grov tall ^b	Volym ($\text{m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$)		0.96				
Levande träd	Grov tall ^b	Antal (hektar^{-1})			0.94			
Levande träd	Grova barrträd ^b	Antal (hektar^{-1})	0.53		0.81			
Levande träd	Grova lövträd ^b	Antal (hektar^{-1})				0.90		
Levande träd	Grova lövträd (ej björk) ^b	Volym ($\text{m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$)			0.82			
Levande träd	Grova lövträd (ej björk) ^b	Antal (hektar^{-1})			0.80			
Stubbar ^a	Tall	Antal (hektar^{-1})				0.90		
Stående död ved	Tall	Antal (hektar^{-1})				0.88		
Stubbar ^a	Tall	Volym ($\text{m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$)				0.77		
Lågor	Björk	Volym ($\text{m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$)					0.95	
Stående död ved	Björk	Antal (hektar^{-1})					0.90	
Lågor	Björk	Antal (hektar^{-1})					0.89	
Levande träd ^c	Björk	Volym ($\text{m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$)						0.87
Levande träd	Grov björk ^b	Antal (hektar^{-1})						0.82
Levande träd	Grov björk ^b	Volym ($\text{m}^3 \times \text{hektar}^{-1}$)						0.74
		Förklarad varians	22.8	11.8	10.3	10.0	8.3	5.5
		Kumulativ (%)	22.8	34.6	44.9	54.9	63.2	68.8

^aStubbar avser både högstubbar och avverkningsstubbar. ^bGrova träd har en brösthöjdsdiameter ≥ 35 cm. ^cDenna variabel är beräknad utifrån skattningar gjorda i provytor (alla övriga variabler baseras på skattningar gjorda i bälten).

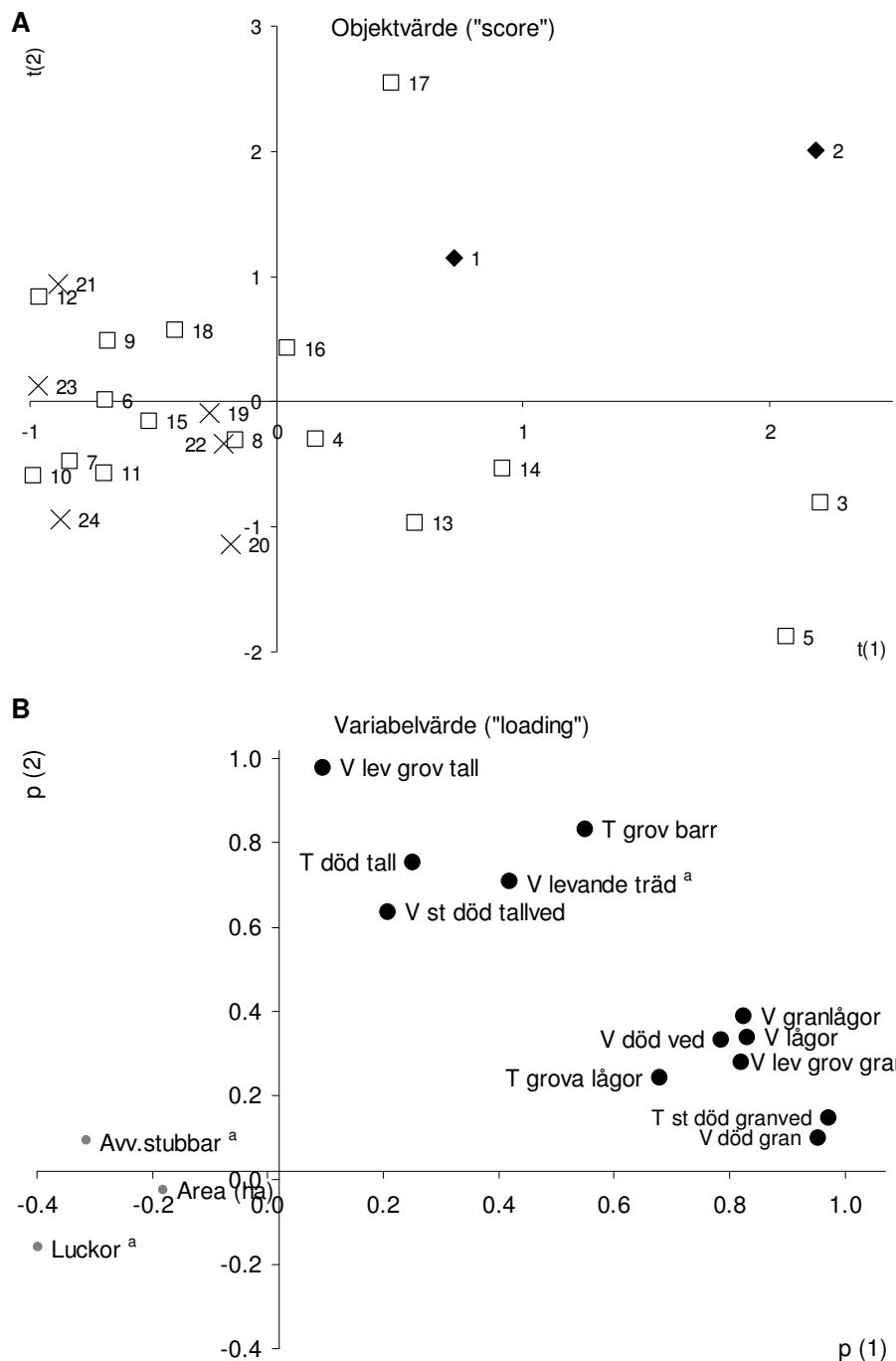


Fig. 2. (A) Objektens värde (score (t)) (◆ naturreservat; □ nyckelbiotop; × produktionsbestånd) och (B) några utvalda beståndsvariablers värde (loading (p)) på de två första faktorerna i en faktoreanalys av 65 beståndsvariabler i 24 objekt i Gävleborgs län. I B redovisas 12 variabler som var starkt positivt korrelerad med faktor 1 och 2 (svarta punkter). V betecknar volym per hektar, T betecknar täthet (antal) per hektar. Även tre variabler med negativ korrelation redovisas (små grå punkter; täthet avverkningsstubbar per hektar, luckor per hektar och area).

^aVariablerna är uppmätta inom provytor, medan övriga variabler är uppmätta i bälten.

6.2 Allmän beskrivning av förekomsten av arter

Totalt noterades 252 arter inom de undersökta artgrupperna i de 24 studerade objekten (Tabell 4. Appendix 6). Bland lavarna återfanns nästan dubbelt så många arter (166) som bland tickorna (86). Majoriteten av de 30 noterade rödlistade arterna var dock tickor (20 stycken, Tabell 4).

De flesta arter var sällsynta och hittades i ett fåtal objekt (Fig. 3). Bland lavarna var det 53 arter (eller 32% av alla lavar) som endast förekom i 1 eller 2 objekt. Bland tickorna förkom 39 arter (eller 45% av alla tickor) i 1 eller 2 objekt. Endast 12 lavar (eller 7% av alla lavar) och två tickor (eller 2% av alla tickor) hittades i samtliga 24 objekt (Fig. 3; Appendix 6).

Majoriteten av de rödlistade arterna var sällsynta och hittades oftast i 1-2 objekt (Fig. 3). Bland de 10 rödlistade lavarerna förekom sju arter (eller 70% av alla arter) i endast 1 eller 2 objekt. Bland de 20 rödlistade tickorna förkom 11 arter (eller 55% av alla arter) i 1 eller 2 objekt. Endast en rödlistad art, laven *Micarea globulosella* *, hittades i samtliga 24 objekt (Appendix 6).

Tabell 4. Totala antalet observerade arter inom de undersökta artgrupperna på olika substrat. Antalet rödlistade arter inom respektive artgrupp anges inom parentes.

Artgrupp	Substrat	Artantal
Lavar	Totalt	166 (10)
Lavar	Lövträd	139
Lavar	Barrträd	102
Tickor	Totalt	86 (20)
Tickor	Lövträdlågor	45
Tickor	Barrträdlågor	50

* Genomförandet av analyserna i denna rapport genomfördes år 2004 och då med utgångspunkt från rödlistan enligt Gärdenfors (2000). I senaste rödlistan (Gärdenfors 2005) klassas inte *Micarea globulosella* som en rödlistad art.

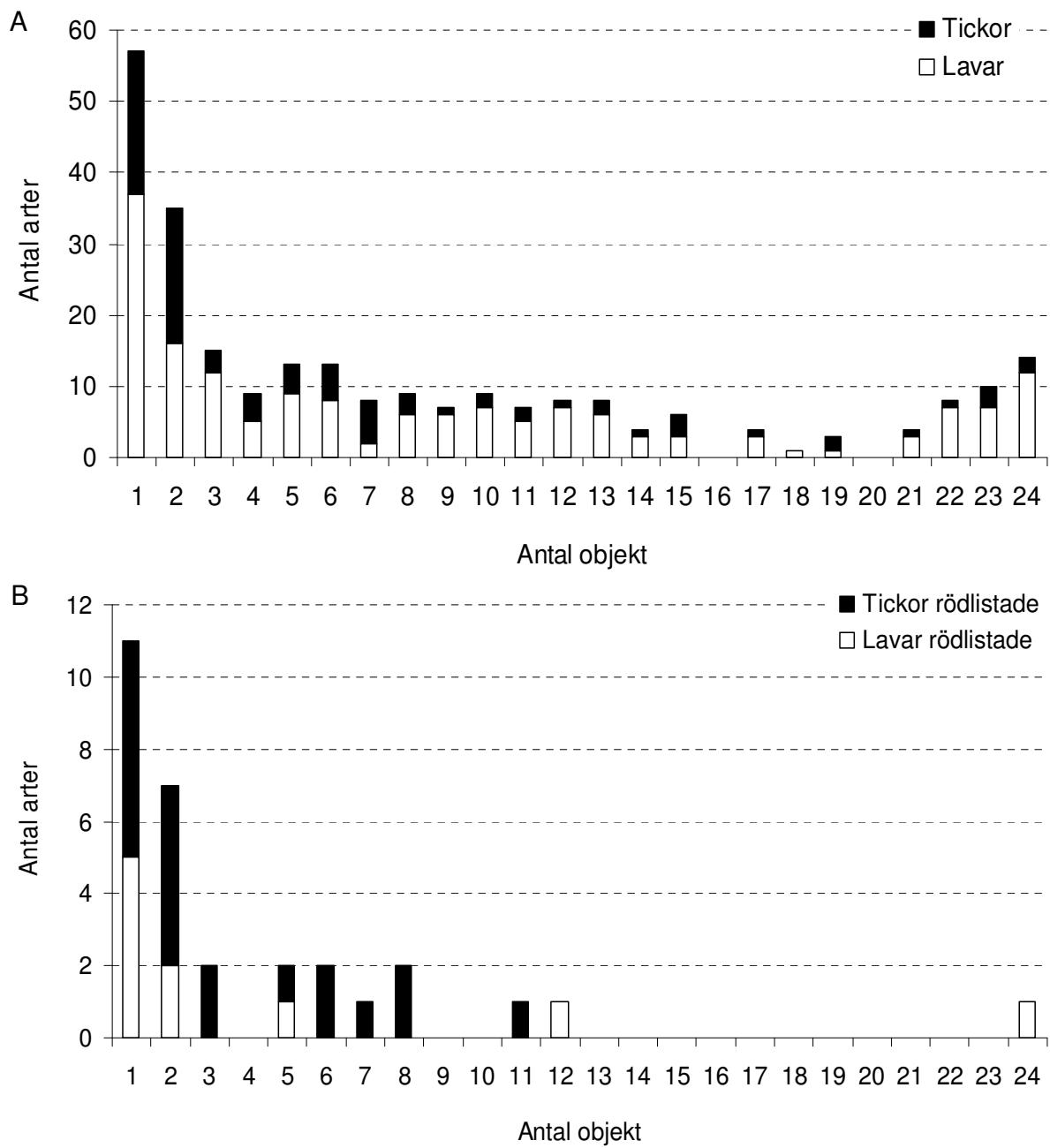


Fig. 3. Frekvensfördelningsdiagram av (A) samtliga arter samt (B) rödlistade arter i de 24 undersökta objekten inom Gävleborgs län.

6.3 Artrikedom i olika objekt och områden

6.3.1 Art-ytaförhållanden

Det fanns få tydliga samband mellan artrikedom och objektens area (Fig. 4). Art-yta-förhållanden detekterades dock för totala antalet tickor respektive antalet tickor på barrträdlågor. Art-yta-förhållandet ($S=cA^z$ där S betecknar artrikedom, A objektens area och c och z betecknar konstanter) visade på ett z-värde på 0.13 för totalantalet tickor medan z-värdet för tickor på barrträdlågor var 0.26.

Inga tydliga skillnader i artrikedom mellan olika objektkategorier kunde påvisas men bland lavarna tenderade artantalet i produktionsskogsområdena att vara lägre än i nyckelbiotoperna (Fig. 4, Appendix 7). Antalet rödlistade arter som noterades i de två naturreservaten (12 respektive 16) översteg det högsta antal rödlistade arter som hittades i nyckelbiotoper (10) och produktionsskogar (5; Fig. 4, Appendix 7). Antalet rödlistade arter i nyckelbiotoper respektive produktionsskog var jämförbara och varierade mellan 1 och 10 respektive 1 och 5 (Fig. 4, Appendix 7).

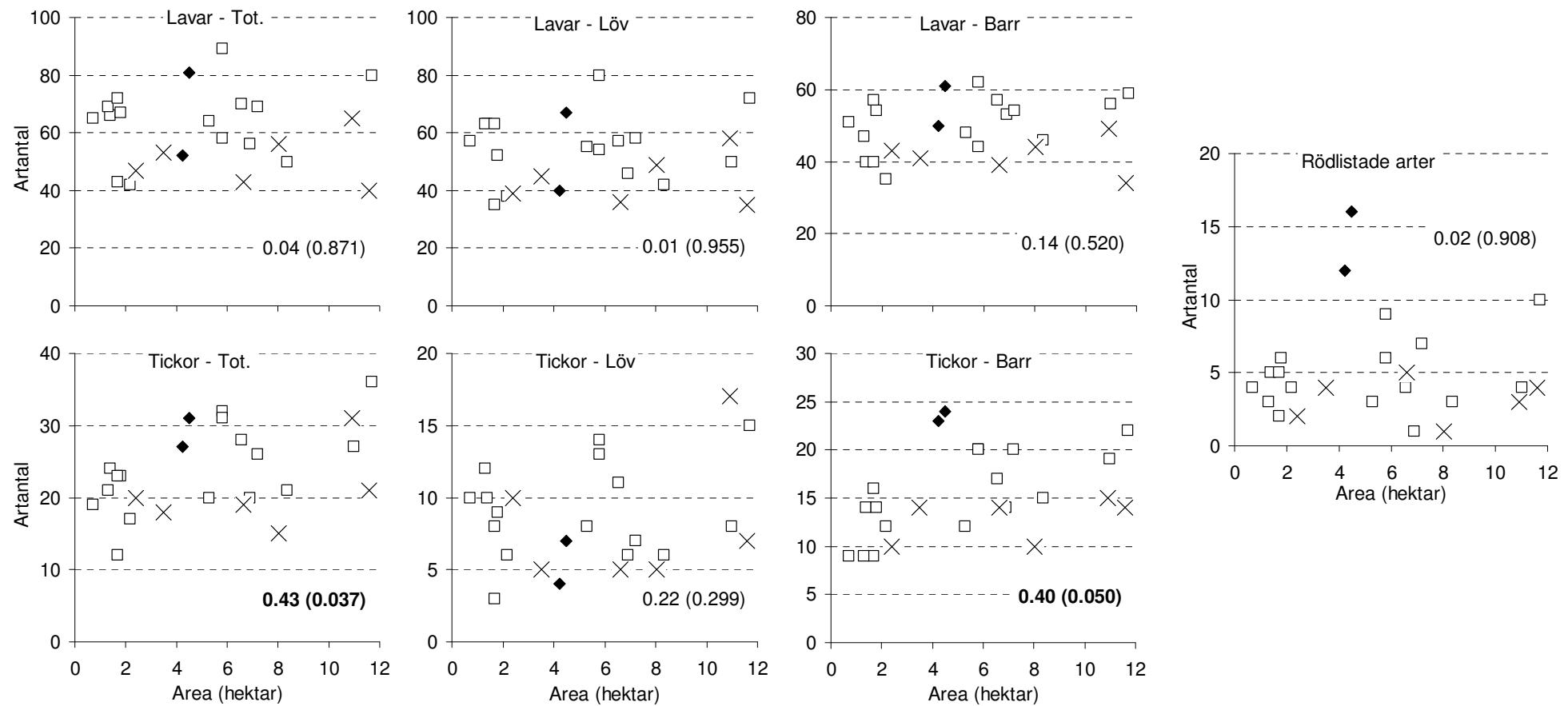


Fig. 4. Förhållandet mellan arean på objekten och observerad artrikedom inom de undersökta artgrupperna och rödlistade arter i 24 objekt inom Gävleborgs län. Pearson korrelationskoefficient med P-värde. Naturreservat (♦), nyckelbiotoper (□) och produktionsskogar (×).

6.3.2 Effekt av objektkategori och område på artrikedom

Objektens artrikedom uppvisade i de flesta fall inga signifikanta korrelationer med altitud eller bonitet (angivet som T100; $p>0.05$, efter Bonferroni korrektion). Endast korrelationen mellan bonitet och totala antalet tickor var signifikant positiv ($p<0.05$, efter Bonferroni korrektion). De positiva sambanden mellan bonitet och totala antalet lavar, antal lavar på lövträd samt antal tickor på lövträdlågor var nästan signifikanta (p -värdet varierade mellan 0.023 och 0.045 före Bonferroni korrektion). Efter att effekterna av area och bonitet tagits bort i GLM-analyserna påvisades en effekt av objektkategori (naturreservat, nyckelbiotop och produktionsskog) för tickor på barrträdlågor och rödlistade arter. Tendens till effekt påvisades även för lavar på barrträd. Artrikedomen var högst i naturreservat och lägst i produktionsskog (Tabell 5). Artrikedomen bland lavar på lövträd uppvisade även en effekt av område. Antalet lavar på lövträd var högre i norra området än i södra området. När även effekten av tillgången av potentiella substrat (trädvolym och volym lågor per hektar) togs bort i GLM-analyserna så uteblev ofta ovanstående skillnader. Endast antalet lavarter på lövträd var fortsatt högre i norra området än i södra området (Tabell 5).

Tabell 5. Resultat från GLM-analyser av effekt av objektkategori (naturreservat; NR, nyckelbiotop; NB, produktionsskog; P) respektive område (norra N; södra, S) på artrikedom bland undersökta artgrupper. Steg 1 i analyserna innebar att effekten av area och bonitet togs bort. I Steg 2 togs även effekten av potentiella substrat (trädvolym och volym lågor per hektar) bort. F-värden (eller Chi-2-värden), frihetsgrader (F.g. 1 och 2) samt P-värden redovisas endast i de fall som signifikant effekt påvisades.

		Effekt av	F ^a	Chi2 ^a	F.g. 1	F.g. 2	P-värde ^a	
Steg 1	Lavar	Total	-					
		Löv	Område (N>S)	12.2	-	1	21	0.021
		Barr	Kategori (NR>NB>P)	3.5	-	2	20	0.050
	Tickor	Total	-					
		Löv	-					
		Barr	Kategori (NR>NB>P)	-	11.8	2	19	0.003
	Rödlistade arter	Kategori (NR>NB>P)	-	22.5	2	20	<0.001	
Steg 2	Lavar	Total	-					
		Löv	Område (N>S)	11	-	1	20	0.027
		Barr	-					
	Tickor	Total	-					
		Löv	-					
		Barr	-					
		Rödlistade arter	-					

^a Beroende på residualers spridning har antingen F- eller Chi2-test använts (se Tillvägagångssätt). Då F-test används redovisas F-värde. Då Chi2-test används redovisas Chi2-värde.

6.4 Samband (korrelation) mellan olika artrikedomsmått

6.4.1 Artrikedomen bland lavar och tickor

Det fanns flera starka positiva samband mellan artrikedomen bland lavar och tickor trots att korrelationen genomfördes med kontroll för arean på objekten. Korrelation fanns framförallt mellan artrikedom inom artgrupper som utnyttjade samma trädslag (barr- respektive lövträd; $p<0.05$ efter Bonferronikorrektion, Pearson korrelation; Tabell 6).

Tabell 6. Korrelationskoefficienten och p-värden (i parantes) för korrelationer mellan artrikedom bland lavar och tickor. Partiell korrelation med kontroll för arean på objekten användes. Korrelationer som var signifikanta ($P<0.05$) efter Bonferronikorrektion anges i fet stil.

		Tickor		
		Tot.	Löv	Barr
Lavar	Tot.	0.74 (<0.001)	0.58 (0.004)	0.52 (0.011)
	Löv	0.73 (<0.001)	0.67 (<0.001)	0.44 (0.033)
	Barr	0.65 (0.001)	0.34 (0.115)	0.59 (0.003)

6.4.2 Övervakningsprogrammets skattningar av artförekomst

Objektens artrikedom vad gäller lavar och tickor samt antalet rödlistade arter uppvisade inga signifikanta korrelationer med övervakningsprogrammets ”artvariabler”, d.v.s. skattningarna av förekomsten av skogslevande arter och signalarter ($p>0.05$ efter Bonferroni korrektion; Tabell 7). Ett flertal korrelationer var positiva och nära signifikanta (p-värdena varierade mellan 0.002 och 0.044 före Bonferroni korrektion). Exempelvis så var antalet rödlistade arter positivt och nästan signifikant korrelerad med frekvensen av violticka ($p=0.009$ före Bonferroni korrektion) samt med tätheten av signalarter i bälten ($p=0.040$ före Bonferroni korrektion) och på lågor ($p=0.018$ före Bonferroni korrektion) och täckningsgraden av levermossor på lågor ($p=0.022$ före Bonferroni korrektion; Tabell 7).

Tabell 7. Korrelationskoefficienten och p-värden (i parantes) för korrelationer mellan artrikedom bland lavar och tickor och de variabler som beskriver abundans eller frekvens av olika skogslevande arter och signalarter och som extraherats ur data insamlade genom övervakningsprogrammet (se Tillvägagångssätt). Partiell korrelation med kontroll för arean på objekten användes. Inga korrelationer är signifikanta ($P<0.05$) efter Bonferronikorrektion.

		Lavar			Tickor				
		Tot.	Löv	Barr	Tot.	Löv	Barr	Rödlistade	
Frekvens	Fnöskticka	0.14 (0.527)	0.09 (0.689)	0.17 (0.442)	0.08 (0.725)	0.12 (0.584)	-0.01 (0.978)	-0.13 (0.569)	
	Klibbticka	0.57 (0.005)	0.48 (0.020)	0.51 (0.014)	0.60 (0.002)	0.33 (0.129)	0.51 (0.012)	0.40 (0.056)	
	Violticka	0.42 (0.044)	0.32 (0.140)	0.49 (0.018)	0.54 (0.008)	0.22 (0.314)	0.51 (0.012)	0.53 (0.009)	
Täthet	Signalarter	Bälten	0.40 (0.058)	0.31 (0.154)	0.43 (0.040)	0.35 (0.107)	0.18 (0.417)	0.27 (0.208)	0.43 (0.040)
		Lågor ^a	0.51 (0.013)	0.41 (0.054)	0.56 (0.005)	0.44 (0.036)	0.04 (0.845)	0.51 (0.014)	0.49 (0.018)
Täckningsgrad	Levermossor	Lågor ^a	0.37 (0.086)	0.31 (0.150)	0.46 (0.026)	0.38 (0.070)	0.09 (0.700)	0.41 (0.054)	0.47 (0.022)

^aVariablerna $\log_{10}(1+x_i)$ -transformerades

6.5 Artrikedomens förutsägbarhet - regressionsanalyser

6.5.1 Linjär multipel regression med PCA-faktorer

Faktorenanalys användes för att reducera variationen bland de 64 variabler som beskrev bestårndsstruktur (se ovan). Sambandet mellan observerad artrikedom och de fyra första faktorerna som var och en förklarade >10% av variationen analyserades med stegvis multipel regression (Tabell 8). Inga modeller kunde genereras för att förklara artrikedomen bland larvar och förklaringsgraden för de modeller som förklarade artrikedomen bland tickor var generellt låg ($R^2 = 0.15-0.32$). Hela 57% av variationen i antal rödlistade arter i de studerade objekten kunde förklaras av en regressionsmodell där faktorerna som beskrev mängden död granved och mängden grova levande tallar var viktiga (Tabell 8).

Tabell 8. Faktorer inkluderade i linjära modeller för att förklara artrikedomen i 24 objekt i Gävleborgs län. Standardiserad regressionskoefficient (b) för varje faktor och regressionskoefficienten (R^2) anges. Tolkningen av respektive faktor redovisas inom parantes (se även Tabell 3).

		Faktorer i modellen	b	R^2	P-värde
Lavar	Tot.	Ingen modell			
	Löv	Ingen modell			
	Barr	Ingen modell			
Tickor	Tot.	F1 (död granved)	0.44	0.15	0.033
	Löv	F4 (död stående tall) F3 (levande lövträd)	-0.47 0.40	0.32	0.007
	Barr	F1 (död granved)	0.49	0.21	0.015
Rödlistade		F1 (död granved)	0.69	0.57	<0.001
		F2 (levande tall)	0.36		

6.5.2 Prediktiva modeller extraherade genom PLS (partial least squares)

Fyra olika vägar (A-D) prövades för att med hjälp av PLS-analyserna ta fram prediktiva modeller utifrån uppmätta beståndsvariabler (se Tillvägagångssätt). I många fall var det dock svårt att generera modeller för att förutse artrikedomen. Detta gällde främst artrikedomen bland skorplavar men även artrikedomen bland tickor. I de fall då prediktiva modeller med god validitet kunde genereras för artrikedomen utgjorde ”död ved”-variabler (mängden lågor) viktiga förklarande variabler.

För antalet rödlistade arter kunde man dock generera prediktiva modeller med god validitet oberoende av tillvägagångssätt. De viktigaste prediktiva variablerna i dessa modeller var variabler som beskrev mängden lågor och död ved, framförallt mängden död granved. Resultaten från ansats A-C redovisas i Appendix 8. Här nedan följer redovisning av resultaten av ansats D.

Ansats D: PLS med beståndsvariabler utvalda från korrelationsanalys

En analys av korrelationen mellan artrikedomsmåten och beståndsvariabler användes för att reducera antalet beståndsvariabler som användes i PLS-analysen. För var och en av artrikedomsmåten testades korrelationen mot samtliga 65 beståndsvariabler. De beståndsvariabler som korrelerade signifikant ($p < 0.05$, Pearson korrelation) med artrikedom fick ingå i PLS-analysen av respektive artrikedomsmått. Antalet variabler reducerades på detta sätt till mellan 11 och 37 (Tabell 9).

I de flesta fall var prediktionsförmågan (Q^2) högre än 0.40 och jämförbar med förklaringsgraden (R^2Y ; Tabell 9). De observerade Q^2 -värdena var i närmast samtliga fall högre än de värden som kunde erhållas av ren slump (dock ej för tickor på barrträdlågor). Modellen för antal rödlistade arter hade högst prediktionsförmåga ($Q^2=0.59$) och högst förklaringsgrad ($R^2Y=0.69$).

Tabell 9. PLS (Partiell Least Squares)-regressions modeller genererade utifrån data över artrikedom och beståndsvariabler som korrelerar med artrikedomen i 24 objekt i Gävleborgs län. N_{korr} anger antalet variabler som korrelerade med respektive artrikedomsmått och N_{VIP1} anger hur många av dessa variabler som hade ett VIP-värde ≥ 1 i PLS-analysen.

		R^2X^a	R^2Y^b	Q^2^c	N_{comp}^d	N_{korr}	N_{VIP1}	Variabler ^e
Lavar	Tot.	0.47	0.53	0.43	1	23	8	T & V lågor lövved (ej björk), T lågor, V död ved, V grova barrträd, V lövträd (ej björk), T & V grova lågor
Löv		0.41	0.62	0.51	1	21	6	T & V lågor lövved (ej björk), T & V lövträd (ej björk), T lågor, V björk
Barr		0.62	0.41	0.35	1	11	4	T & V lågor lövved (ej björk), T lågor, V död ved
Tickor	Tot.	0.58	0.44	0.36	2	14	2	Area, T lågor
Löv		0.49	0.52	0.42	1	12	5	T & V död stående tallved (-), T lågor lövved (ej björk), T & V lövträd (ej björk)
Barr		0.58	0.48	0.40	1	23	11	T & V granlågor, T & V lågor, V död ved, V stubbar ^g , V gran ^f , T & V grova lågor, T stående död ved, V tallstubbar ^g
Rödlistade		0.53	0.69	0.59	1	37	15	T & V granlågor, T & V lågor, V död ved, V granstubbar ^g , V död stående gran, T & V döda träd, T & V grova lågor, V död ved ^f , V stubbar ^g , T stående död ved, T grova barrträd

^a R^2X är variationen bland de förklarande variablerna (beståndsvariablerna) som används i modellen (dvs variationen i X-matrisen som förklaras av PLS-komponenterna). ^b R^2Y är variationen i responsvariabeln (dvs artrikedom) som förklaras av modellen (dvs motsvarar den multipla korrelationskoefficienten, R^2). ^c Q^2 är del av variationen i responsvariabeln (dvs artrikedom) som går att förutsäga (dvs prediktionsförmågan eller "korsvaliderad" R^2Y). ^d N_{komp} är antalet signifikanta komponenter. ^eBara variabler med ett VIP (variable importance)-värde > 1 redovisas. Tecknet på PLS regressionskoefficienten för varje variabel redovisas (- för dem som är negativt korrelerade). Variablerna är ordnade efter deras betydelse i modellen och börjar med den viktigaste variabeln. Förkortningen T står för täthet (antal per hektar) och V står för volym per hektar. ^fVolymerna avser alla träd högre än ≥ 1.3 m inom inventerade provytor. ^gStubbar avser både högstubbar och avverkningsstubbar.

7. Diskussion

7.1 Artrikedom och antal rödlistade arter

Naturreservat har högst artrikedom och högst antal rödlistade arter. Produktionsskog har lägst. Dessa skillnader försvinner dock om man i analyserna kontrollerar för mängden substrat. Artrikedomen verkar således främst bero på tillgången på substrat (t. ex. lågor) och inte på andra faktorer (t. ex. lokal skogshistorik). Likt ett klassiskt art-tyta-förhållande ökar antalet arter med mängden substrat som inventeras. Det verkar alltså vara möjligt att hitta lika många arter i produktionsskog och nyckelbiotoper som i naturreservat om bara lika stora substratmängder inventeras. Genom att substrattätheten är förhållandevis låg i produktionsskog och nyckelbiotoper (se Appendix 5) innebär detta att inventeringen behöver ske över en stor areal. Att så är fallet indikeras av att relativt många rödlistade arter (10 stycken) hittades i den största nyckelbiotopen (11.7 hektar; se Fig. 4, Appendix 7).

Jämfört med andra skogsbestånd innehåller naturreservaten exceptionellt stora mängder gamla träd och grov död ved. Mängderna död ved i reservaten liknar mängderna som uppmätts i naturskogar. I sydligt boreal naturskog varierar mängden död ved mellan 60 och 120 m³ hektar⁻¹ (Siitonens 2001). Att återskapa höga tätheter av gamla träd och grov död ved i mer påverkade skogsbestånd skulle ta mycket lång tid. Av denna anledning utgör således naturreservaten viktiga tillflyktsorter för rödlistade arter i dagens brukade skogslandskap. Naturreservaten är därmed särskilt viktiga att beakta när man planerar bevarandet av biologisk mångfald.

I fem av nyckelbiotoperna är antalet rödlistade arter högre än i produktionsskogbestånden (se Fig. 4, Appendix 7). I samtliga dessa nyckelbiotoper är tätheten av död ved >20 m³ hektar⁻¹ (se Appendix 5). I två av nyckelbiotoperna är antalet rödlistade arter relativt högt (9-10 rödlistade arter). En slutsats är därmed att förhållandena i vissa nyckelbiotoper är jämförbara med hur det ser ut i naturreservaten där 12 respektive 16 rödlistade arter hittades (se Fig. 4, Appendix 7).

Det kan tyckas oväntat att rödlistade arter även återfinns i äldre produktionsskogsbestånd. Faktum är att det inte råder någon skarp gräns mellan äldre produktionsskogar och nyckelbiotoper. Skillnaden i antal rödlistade arter är inte särskilt tydlig. Produktionsskogsområdena uppvisar även likheter med många nyckelbiotoper vad gäller förekomsten av gamla träd och död ved. Båda objektkategorierna har generellt små mängder död ved (< 20 m³ hektar⁻¹; se Appendix 5). Detta kan bero på att äldre produktionsskog och nyckelbiotoper har påverkats av skogsbruk i likartad utsträckning. Man har t. ex. visat att nyckelbiotopers nuvarande beståndsstruktur är ett resultat av olika former av skogsbrukspåverkan (Ericsson m.fl. 2005). En slutsats är därmed att vissa äldre produktionsskogsområden kanske egentligen borde klassas som nyckelbiotoper. De har bara inte upptäckts under Skogstyrelsens nyckelbiotopsinventering. Deras potentiella värde för den

skogliga biologisk mångfalden bör därför beaktas vid bevarandeplanering. De rödlistade arter som först och främst påträffas i produktionsskogsbestånden är dock inte hotade arter (Appendix 6). De ingår istället i kategorin av arter som anses vara missgynnad eller som blivit rödlistade p.g.a. av brist på kunskap. Naturreservat och nyckelbiotoper spelar alltså en särskild roll som tillflyktsort för de hotade arterna.

För skorplavarna indikerar resultaten att objekt i det norra området är mer artrika än objekt i det södra området. Detta gäller framförallt lavar på lövträd där skillnaden kvarstår även om man kontrollerar för objektens area, bonitet och innehåll av potentiella substrat. Andra faktorer tycks alltså vara viktiga och påverkar det norra områdets rikedom av lavar positivt. Möjliga förklaringar kan vara att det norra området erbjuder fördelaktigare lokalklimatförhållanden eller att den lokala historiken varit annorlunda. Exempelvis kan det norra området vara mindre påverkat av skogsbruk.

7.2 Samband mellan artrikedom och förekomst av indikatorarter

Artrikedomsmåtten bland skorplavar och tickor uppvisade relativt starka korrelationer ($R=0.6-0.7$) trots att korrelationsanalyserna skedde med kontroll för area. Korrelationerna mellan artrikedom bland lavar och artrikedom bland tickor var speciellt tydliga mellan de artgrupper som utnyttjade samma trädslagskategori, det vill säga löv- respektive barrträd. Resultaten indikerar således att artrikedomen inom en organismgrupp skulle kunna fungera som indikator för artrikedomen inom en annan organismgrupp. Detta är något som sällan har påvisats i andra studier. Oftast hittas svaga samband eller så finns inga samband alls mellan artrikedomen bland olika organismgrupper (se t. ex. Ohlson m.fl. 1997, Berglund & Jonsson 2001).

Det faktum att de flesta skogslevande arter är sällsynta (se Fig. 3) försvårar användandet av ”artvariabler” inom övervakningsprogrammet. De flesta ”artvariabler” uppvisade många nollvärden. Detta gjorde dem oanvändbara i analyserna. En annan utformning av provtagningen av arter krävs antagligen för att ”artvariabler” ska kunna tjäna som indikatorer för artrikedom bland skogslevande arter (se exempelvis Ringvall 2000).

De sex ”artvariabler” som gick att använda i analyserna uppvisade dock många svaga samband med artrikedomen bland skorplavar och tickor. Resultaten indikerar således att vissa skogslevande arter och signalarter har potential att fungera som indikatorer på artrikedomen inom de undersökta artgrupperna.

7.3 Uppmätta beståndsvariablers prediktiva förmåga

Resultaten indikerar att det i många fall är svårt att utifrån beståndsvariabler ta fram modeller för att förutse artrikedomen. Detta gäller främst artrikedomen bland skorplavar. Genom att använda beståndsvariabler som korrelerar med artrikedomen bland larvar kan dock modeller med god validitet tas fram. Dessa modeller bygger emellertid inte på variabler som beskriver tillgången på lavarnas substrat (levande träd) utan istället på variabler som beskriver förekomsten av lågor och död ved (se Tabell 9). Detta skulle kunna förklaras av att fler ”död ved”-variabler än ”levande träd”-variabler ingick i analyserna (38 respektive 21 stycken; se Appendix 3). Död ved-variabler skulle således kunna bli viktiga i modeller för larvar på levande träd av rena sannolikhetsskäl. Mängden död ved ger dock en indikation på i vilken grad ett objekt har påverkats av skogsbruk (virkesuttag). Det finns relativt starka samband mellan tätheten av avverkningsstubbar samt mängden död ved ($R=-0.49$, $p=0.014$, Pearson korrelation) respektive mängden lågor ($R=-0.54$, $p=0.007$, Pearson korrelation). Stora mängder död ved indikerar således små virkesuttag, medan små mängder indikerar stora uttag. Stora mängder död ved och små virkesuttag bör i sin tur innebära att träden i objektet är gamla. Genom att artrikedomen bland larvar sannolikt i hög grad beror på träd- och beståndsalder kan detta förklara att mängden död ved (lågor) utgör viktiga variabler även i modellerna för larvar.

Det är även svårt att utifrån skattade beståndsvariabler extrahera modeller med god validitet för att förutse artrikedomen bland tickor. Modellerna för antal tickor på barrträdlågor tenderar dock att vara relativt starka. Dessutom är beståndsvariablerna som beskriver mängden substrat för tickor (d.v.s lågor) viktigast i modellerna.

Ett positivt resultat är att det utifrån uppmätta beståndsvariabler går bra att förutsäga antal rödlistade arter. Detta är värdefullt då ett centralt mål är att övervaka hotade och rödlistade arters förekomst. Närmast oberoende av tillvägagångssätt kan man generera prediktiva modeller med god validitet. De viktigaste beståndsvariablerna beskriver mängden lågor och död ved, framförallt mängden död granved. Detta beror antagligen på att majoriteten av de rödlistade arterna är tickor och många av dessa förekommer på död barrträdsved. Prediktionsförmågan (Q^2 -värdet) för modellerna för antal rödlistade arter varierade mellan 0.4 och 0.6 vilket kan anses som bra. Det är jämförbart med värden i andra studier. Till exempel rapporterar Berglund & Jonsson (2001, 2005) Q^2 -värdena 0.37 (skorplavar), 0.70 (tickor) och 0.69 (rödlistade arter) i en studie av artrikedom på beståndsnivå i boreala naturskogssystem.

Det andra positiva resultatet är att det går att generera modeller med relativt hög prediktionsförmåga för närmast samtliga artgrupper om man använder beståndsvariabler som korrelerar med artrikedomen. Detta resultat är en indikation på att det krävs data för ett flertal likartade skogliga variabler för att kunna göra godtagbara förutsägelser om objekts artrikedom. Variabler som beskriver snarlika skogliga företeelser är ofta internkorrelerade (t. ex. mängd död ved, mängd lågor och mängd grova lågor). Trots detta förklarar var och en av variablerna en

specifik del av variationen i artrikedom. På så sätt kompletterar de varandra i förutsägelser om artrikedomen.

Resultaten visar att främst variabler som skattats inom bältena är viktiga i modellerna. Variabler som skattats i provytorna tenderar till att ha en försumbar betydelse. Detta kan dock till stor del bero på att de flesta variabler skattades just i bältena. Endast 15 av samtliga 64 beståndsvariabler och en av 38 död ved-variabler baserades på skattningar gjorda i provytorna (se Appendix 3).

Det faktum att många arter är sällsynta kan förklara att det i flera fall var svårt att ta fram modeller över artrikedom utifrån de uppmätta beståndsvariablerna. Många substrat och miljöer som är viktiga för arterna förekommer också sparsamt och ibland aggregerat. Metoder för att mäta förekomsten av sällsynta arter på sällsynta substrat (se exempelvis Ringvall 2000) behöver därför utvecklas om man vill förbättra övervakningsprogrammets förmåga att förutsäga artrikedom och antal rödlistade arter.

8. Tack

Jag vill särskilt tacka Fredrik Jonsson för noggrant inventeringsarbete och artbestämning av skorplavar. Gudrun Norstedt tackas för kompetent artbestämning av tickor på lövträdlågor. För den mycket viktiga och värdefulla hjälpen med att identifiera svårbestämda kollekt vill jag tacka följande personer: Tony Foucard (skorplavar), Tuomo Niemelä (tickor) och Leif Ryvarden (tickor). Bidrag ur Magnus Bergwalls fond till Bengt Gunnar Jonsson (tidigare Umeå universitet och för närvarande Institutionen för Naturvetenskap, Mittuniversitetet) och bidrag från Kungliga Vetenskapsakademien till Håkan Berglund har finansierat delar av arbetet med att totalinventera skorplavar och tickor. Tack även till Tord Snäll (Institutionen för Naturvårdsbiologi, SLU) för genomförandet av analyser med generaliserade linjära modeller.

9. Referenser

- Anon. 2004. Regeringens proposition 2004/05: 150. Svenska miljömål – ett gemensamt uppdrag. Sveriges Riksdag, Stockholm.
- Berg, A., Ehnström, B., Gustafsson, L., Hallingbäck, T., Jonsell, M. & Weslien, J. 1994. Threatened plant, animal, and fungus species in Swedish forests – distribution and habitat associations. *Conservation Biology* 8: 718-731.
- Berglund, H. & Jonsson, B. G. 2001. Predictability of plant and fungal species richness of old-growth boreal forest islands. *Journal of Vegetation Science* 12: 857-866.
- Berglund, H. and Jonsson, B. G. 2005. Verifying an extinction debt among lichens and fungi in north Swedish boreal forests. *Conservation Biology* 19: 338-348.
- Ericsson, T.S., Berglund, H. & Östlund, L. 2005. History and forest biodiversity of woodland key habitats in south boreal Sweden. *Biological Conservation* 122: 289-303.
- Eriksson, L., E. Johansson, N. Kettaneh-Wold, and S. Wold. 1999. Introduction to multi- and megavariate data analysis using projection methods (PCA and PLS). Umetrics AB, Umeå, Sweden.
- Fries, C., Johansson, O., Pettersson, B. & Simonsson, P. 1997. Silvicultural models to maintain and restore natural stand structures in Swedish boreal forests. *Forest Ecology and Management* 94: 89-103.
- Gärdenfors, U. 2000. Rödlistade arter i Sverige 2000. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Gärdenfors, U. 2005. Rödlistade arter i Sverige 2005. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Hanski, I. 2000. Extinction debt and species credit in boreal forests: modelling the consequences of different approaches to biodiversity conservation. *Annales Zoologici Fennici* 37: 271-280.
- Karström, M. 1993. Indikatorarter som biologisk inventeringsmetod. I Olsson, G.A. (red.), *Indikatorarter för identifiering av naturskogar i Norrbotten – en metodstudie för användning av växter som indikatorarter, sidorna 19-96*. Rapport 4276. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Margules, C.R. & Pressey, R.L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.
- McCullagh, P. & Nelder, J.A. 1989. Generalised linear models. Chapman and Hall/CRC, New York, USA.
- Naturvårdsverket 1999a. Undersökningstyp: Allmäninventering – allmän beskrivning av ett inventeringsobjekt och dess angränsande ägoslag. *Miljöövervakningshandboken*, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket 1999b. Undersökningstyp: Bestårds- och ståndortsinventering – inventering av trädbestånd och ståndortsegenskaper samt ett antal indikatorarter. *Miljöövervakningshandboken*, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket 1999c. Undersökningstyp: Substratinventering – inventering av träd- och vedstrukturer samt en grupp av indikatorarter. *Miljöövervakningshandboken*, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket 1999d. Undersökningstyp: Inventering av indikatorarter – noggrann inventering av indikatorarter samt grov substratinventering. *Miljöövervakningshandboken*, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Niemelä, T. 1998. The *Skeletocutis* subincarnata complex (Basidiomycetes), a revision. *Acta Botanica Fennica* 161: 1-35.

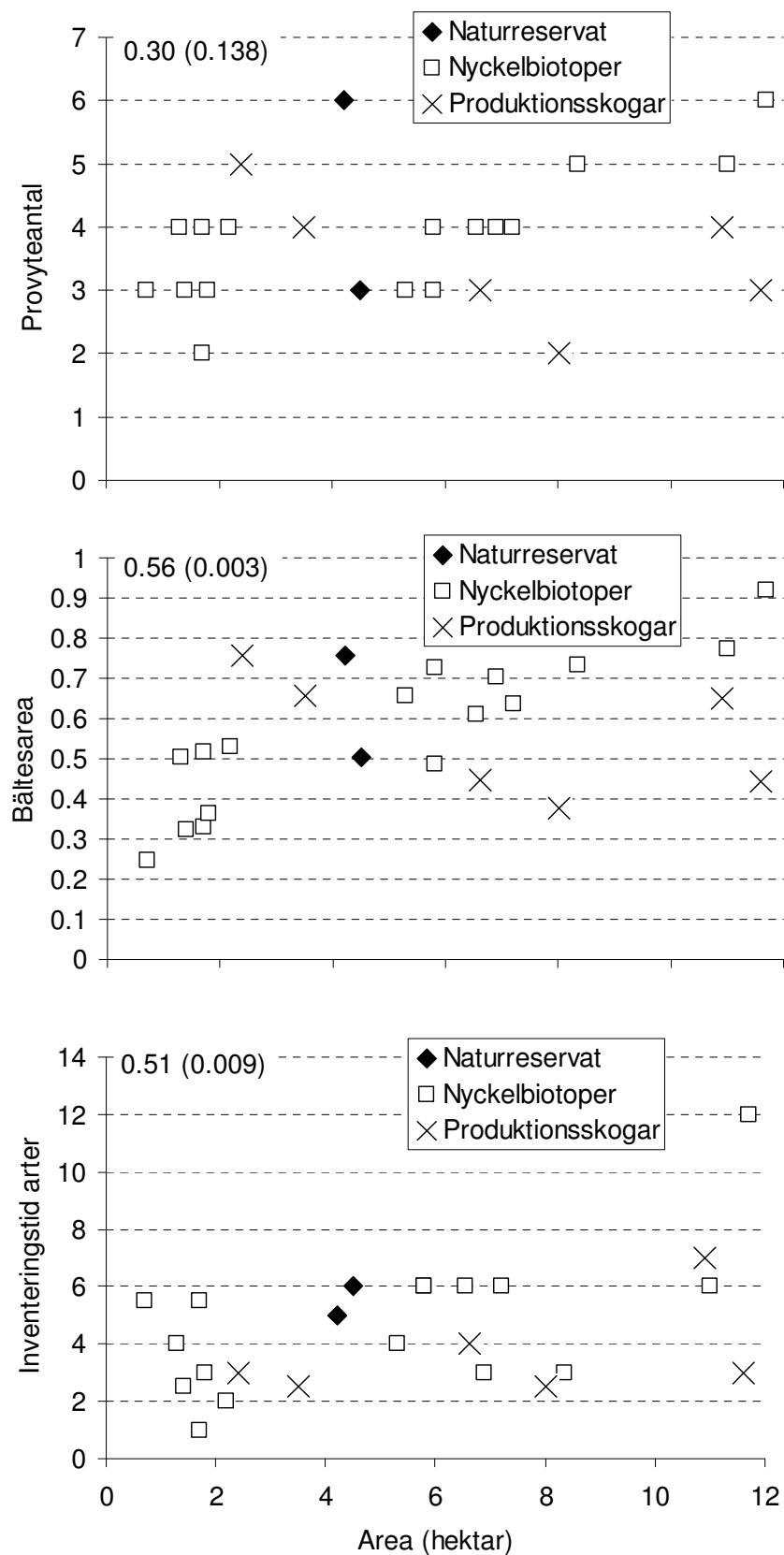
- Nilsson, S.G., Arup, U., Baranowski, R. & Ekman, S. 1995. Lichens and beetles as indicators in conservation forests. *Conservation Biology* 9: 1208-1215.
- Nilsson, S.G., Hedin, J. & Niklasson, M. 2001. Biodiversity and its assessment in boreal and nemoral forests. *Journal of Scandinavian Forest Research*. Supplement No. 3: 10-26.
- Norén, M., Hultgren, B., Nitare, J., & Bergengren, I. 1995. Instruktioner för datainsamling vid inventering av nyckelbiotoper. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Ohlson, M., Söderström, L., Hörnberg, G., Zackrisson, O. & Hermansson, J. 1997. Habitat quality versus long-term continuity as determinants of boreal old-growth swamp forests. *Biological Conservation* 81: 221-231.
- Raivio, S., Normark, E., Pettersson, B. & Salpakivi-Salomaa, P. 2001. Science and management of boreal forest biodiversity – a forest industries' view. *Journal of Scandinavian Forest Research*. Supplement No. 3: 99-104.
- Ringvall, A. 2000. Assessment of sparse populations in forest inventory. Development and evaluation of probability sampling methods. *Doktorsavhandling*. Silvestria 151. SLU, Umeå.
- Ryvarden, L. & Gilbertson, R.L. 1993. European Polypores. Part 1. Fungiflora, Oslo.
- Ryvarden, L. & Gilbertson, R.L. 1994. European Polypores. Part 2. Fungiflora, Oslo.
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saprophytic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins* 49: 11-41.
- Skogsstyrelsen 1999. Nyckelbiotopsinventeringen 1993-1998. Slutrapport. Meddelande 1 – 1999. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Skogsstyrelsen 2001. Miljöövervakning av biologisk mångfald i nyckelbiotoper. Meddelande 5 – 2001. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Appendix 1.

Information om provtagningsinsats i undersökta objekt uppdelade i kategorierna naturreservat (NR), nyckelbiotoper (NB) och produktionsskogar (P). Resultat från jämförelse av medelvärdet för nyckelbiotoper och produktionsskog (P-värde från tvåsidigt t-test) presenteras

Objekt	Provytor Antal	Bälten Area (hektar)	Ca tid (timmar)	
			Antal	(timmar)
NR	1	6	0.76	4
	2	3	0.50	2
NB	3	3	0.32	3
	4	2	0.33	3
	5	3	0.36	3
	6	5	0.77	5
	7	4	0.70	4
	8	4	0.61	4
	9	4	0.53	5
	10	5	0.74	4
	11	3	0.66	4
	12	4	0.50	3
	13	4	0.73	5
	14	6	0.92	9
	15	3	0.25	4
	16	4	0.52	4
	17	4	0.64	3
	18	3	0.49	5
Min-Max		2.0-6.0	0.2-0.9	3.0-9.0
Median		4	0.57	4
Medel (SA)		3.8 (1.0)	0.6 (0.2)	4.3 (1.5)
P	19	4	0.65	5
	20	4	0.66	6
	21	5	0.76	7
	22	3	0.45	4
	23	2	0.38	3
	24	3	0.45	3
Min-Max		2.0-5.0	0.4-0.8	3.0-7.0
Median		4	0.55	5
Medel (SA)		3.5 (1.0)	0.6 (0.2)	4.7 (1.6)
T-test nyckelbiotoper - produktionsskog				
P-värde		0.521	0.90	0.574
				0.367

Appendix 2.



Övervakningsprogrammets provtagningsinsats (provyteantal respektive bältesareal i hektar) samt tidsåtgång (timmar) för artinventering inom de 24 undersökta objekten i Gävleborgs län. Pearson korrelationskoefficient med signifikansvärde för sambandet mellan insats och area

Appendix 3.

Medel- max- och minvärden för de 64 beståndsvariabler som tillsammans med area användes för att undersöka prediktionsförmågan med avseende på artrikedom bland skorplavar och tickor i 24 objekt i Gävleborgs län.

Skattning gjord inom		Variabel	Enhet	Medel	Min	Max
1. Provytor						
a. hela	Trädskiktning		Antal ”skikt”	3.5	1.7	4.8
	Levande träd	Tot.	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	293.3	101.9	641.7
			Täthet (antal $\cdot ha^{-1}$)	2140.0	519.7	5142.8
		Tall	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	113.6	0	356.2
		Gran	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	128.4	0	277.7
		Björk	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	25.1	0	140.5
		Löv (ej björk)	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	26.2	0	141.8
	Död ved	Tot. (stående)	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	13.7	0	108.9
	Avverkningsstubbar	Tot.	Täthet (antal $\cdot ha^{-1}$)	363.2	0	866.1
	Beskuggning		4-gradig skala	2.8	2	3.7
	Markfuktighet		5-gradig skala	2.2	1.3	4
	Luckighet	7x7 m luckor	Täthet (antal $\cdot ha^{-1}$)	27.8	18.6	31.8
	Antal buskarter		Antal objekt ⁻¹	5.2	2	12
b. första kvadraten	Levande träd	Tall	Täthet (antal $\cdot ha^{-1}$)	215.3	0	675.6
		Gran	Täthet (antal $\cdot ha^{-1}$)	1421.8	0	3897.7
2. Bälten	Levande träd ^a	Tall	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	52.6	4.2	254.9
			Täthet (antal $\cdot ha^{-1}$)	33.1	2.7	116.2
		Gran	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	22.9	0	93.9
			Täthet (antal $\cdot ha^{-1}$)	17.2	0	71.4
		Löv	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	21.9	0	111.8
			Täthet (antal $\cdot ha^{-1}$)	46.4	0	313.5
		Björk	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	7.2	0	38.5
			Täthet (antal $\cdot ha^{-1}$)	7.1	0	24.7
		Löv (ej björk)	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	14.6	0	107.2
			Täthet (antal $\cdot ha^{-1}$)	39.4	0	307.5
		Barrträd	Volym ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	75.5	7.8	320.8
			Täthet (antal $\cdot ha^{-1}$)	50.4	6.7	158.6

^aTräd med brösthöjdsdiameter >35 cm.

Appendix 3. forts.

Skattning gjord inom	Variabel		Enhet	Medel	Min	Max
2. Bälten	Död ved	Tot.	Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	25.7	5	118
	Lågor	Tot.	Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	18.0	3.5	78.1
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	118.9	39.5	268.8
	Tall		Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	5.3	0.2	30.1
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	28.9	1.5	82.6
	Gran		Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	9.0	0.1	43.3
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	45.2	2.6	112.1
	Björk		Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	1.3	0	8
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	18.1	0	80.3
	Löv (ej björk)		Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	2.3	0.1	17.7
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	26.6	2.2	126.2
Stubbar ^c	Grova ^b		Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	11.9	0	66.4
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	25.4	0	97.2
	Tot.		Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	2.2	0.2	8.9
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	24.8	5.8	54.1
	Tall		Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	1.2	0	5
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	11.7	0	31.2
	Gran		Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	0.6	0	3.9
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	6.0	0	19.8
	Björk	Täthet (antal·ha ⁻¹)		3.2	0	18
	Löv (ej björk)	Täthet (antal·ha ⁻¹)		3.9	0	9.2

^bLågor med maximumdiameter >25 cm.

^cAvser både avverkningsstubbar och högstubbar

Appendix 3. forts.

Skattning gjord inom		Variabel	Enhets	Medel	Min	Max
2. Bälten	Döda träd	Tot.	Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	5.4	0	30.9
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	12.1	0	31.7
		Tall	Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	3.1	0	25.5
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	5.2	0	19.8
	Gran	Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	1.6	0	7.3	
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	4.4	0	19.2
		Stående död ved ^d	Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	7.6	0.5	39.9
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	36.9	7.7	75.2
	Björk	Tall	Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	4.3	0	29.8
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	16.9	0	42.2
		Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	2.2	0	9.3	
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	10.4	0	38.5
	Löv (ej björk)	Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	0.4	0	2.6	
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	3.7	0	21.3
			Volym ($m^3 \times ha^{-1}$)	0.8	0	3.2
			Täthet (antal·ha ⁻¹)	5.9	0	20.2

^dAvser både hela träd, högstubbar och avverkningsstubbar.

Appendix 4.

Allmänna beståndsdata om undersökta objekt indelade i kategorierna naturreservat (NR), nyckelbiotoper (NB) och produktionsskogar (P). Resultat från jämförelse av medelvärden för nyckelbiotoper och produktionsskog (p-värde från tvåsidigt t-test) presenteras.

	Objekt	Area (hektar)	Koordinater (RT90)	Altitud (m.ö.h.)	Bonitet (T100)
		N-S	Ö-V		
NR	1	4.2	6732700	1532750	200
	2	4.5	6827840	1548920	280
NB	3	1.4	6827369	1548737	260
	4	1.7	6827200	1544280	200
	5	1.8	6826770	1542890	250
	6	11.0	6735200	1524400	225
	7	6.9	6737950	1522900	255
	8	6.6	6740400	1522700	275
	9	2.2	6741400	1531300	250
	10	8.4	6742400	1522700	340
	11	5.3	6827973	1559316	125
	12	1.3	6828212	1558772	120
	13	5.8	6829129	1559200	250
	14	11.7	6830698	1558492	180
	15	0.7	6827566	1558997	100
	16	1.7	6829221	1555980	125
	17	7.2	6834250	1556700	85
	18	5.8	6833400	1556600	90
Min-Max		0.7-11.7	6,735,200-6,834,250	1,522,700-1,559,316	85.0-340.0
Median		5.6	6827468	1552359	213
Medel (SA)		5.0 (3.6)	6,801,196 (43,056)	1,545,248 (15,230)	195.6 (78.8)
					22.8 (1.8)

Appendix 4. forts.

	Objekt	Area (hektar)	Koordinater (RT90)		Altitud (m.ö.h.)	Bonitet (T100)
			N-S	Ö-V		
P	19	10.9	6830650	1559500	90	25
	20	3.5	6830500	1557950	100	23
	21	2.4	6831420	1558850	70	23
	22	11.6	6738000	1524600	255	24
	23	8.0	6738800	1522200	255	18
	24	6.6	6740200	1524800	210	18
Min-Max		2.4-11.6	6,738,000-6,831,420	1,522,200-1,559,500	70.0-255.0	18-25
Median		7.3	6785350	1541375	155	23
Medel (SA)		7.2 (3.8)	6,784,928 (50,318)	1,541,317 (19,144)	163.3 (86.1)	21.8 (3.1)
T-test nyckelbiotoper - produktionsskog						
P-värde		0.200	0.459	0.620	0.413	0.365

Appendix 5.

Övervakningsprogrammet, beståndsstruktur i undersökta objekt uppdelade i kategorierna naturreservat (NR), nyckelbiotoper (NB) och produktionsskogar (P). Resultat från jämförelse av medelvärden för nyckelbiotoper och produktionsskog (P-värde från tvåsidigt t-test) presenteras.

Objekt	Levande träd ^a (m ³ ×hektar ⁻¹)		Död ved ^a (m ³ ×hektar ⁻¹)		Levande träd ^b (m ³ ×hektar ⁻¹)		Död ved ^b (m ³ ×hektar ⁻¹)				Avv. stubbar (hektar ⁻¹)			
	Tot.	Tot.	Tot.	Barr	Löv	Grov barr	Tot.	Lågor	Stående	Barr	Löv			
NR	1	333.1	23.3	170.7	165.6	5.1	165.6	72.3	51.8	20.5	67.9	4.3	173.2	
	2	488.8	108.9	322.4	320.8	1.6	320.8	118	78.1	39.9	112.5	5.4		
NB	3	298.6	0.8	151	113.7	37.3	113.7	50.5	40.5	10	49.6	0.9	173.2	
	4	247.2	1.4	47.6	37	10.6	37	19.2	9.6	9.6	18.1	1.1	357.3	
	5	359.4	30	106	31.4	74.6	31.4	50.3	40.4	9.9	43.3	7	129.9	
	6	318.2	6.4	46.4	41.6	4.8	41.6	18.3	11.4	6.9	14.3	4	194.9	
	7	148	0.6	20.7	20.5	0.2	20.5	13.8	9.2	4.6	10.1	3.8	194.9	
	8	328.3	10.9	71.9	62.5	9.4	62.5	24.5	17.1	7.4	10.5	14	357.3	
	9	434.9	35.2	91.1	68.4	22.7	68.4	17.9	12.1	5.8	11.8	6.2	194.9	
	10	128.5	3.5	13.9	13.9	0	13.9	7.8	3.5	4.3	5.5	2.3	116.9	
	11	226.9	5.8	53.7	27.4	26.3	27.3	11.7	6.3	5.4	8.2	3.6	368.1	
	12	321.3	6.6	182.3	70.5	111.8	70.5	15.9	9.4	6.5	9.2	6.8	552.2	
	13	243.9	8.6	68.2	35.9	32.3	35.8	20.4	14.7	5.7	15.4	4.9	308.6	
	14	308.9	1.6	104.5	75.5	29	75.6	29.4	23.8	5.6	19.9	9.5	508.9	
	15	236.4	26.1	102.6	57.3	45.3	57.2	17.6	13.9	3.7	10.2	7.4	324.8	
	16	273.8	19.7	119.6	67.9	51.7	67.9	18.3	10	8.3	14.8	3.4	600.9	
	17	641.7	9.7	271.9	265	6.9	265	31.9	18.7	13.2	27.7	4.2	552.2	
	18	407.4	6.4	147.4	99.3	48.1	99.2	32.4	29.7	2.7	13.3	19.1	454.7	
Min-Max	128.5-641.7		0.6-35.2		13.9-271.9	13.9-265.0	0.0-111.8	13.9-265.0	7.8-50.5	3.5-40.5	2.7-13.2	5.5-49.6	0.9-19.1	116.9-600.9
Median	304		7		97	60	28	60	19	13	6	14	5	341
Medel (SD)	307.7 (120.9)		10.8 (10.9)		99.9 (65.8)	68.0 (59.4)	31.9 (30.0)	68.0 (59.4)	23.7 (12.4)	16.9 (11.3)	6.9 (2.8)	17.6 (12.5)	6.1 (4.8)	336.9 (160.7)

Appendix 5. forts.

Levande träd ^a (m ³ ×hektar ⁻¹)			Död ved ^a (m ³ ×hektar ⁻¹)			Levande träd ^b (m ³ ×hektar ⁻¹)			Död ved ^b (m ³ ×hektar ⁻¹)			Avv. stubbar (hektar ⁻¹)
Objekt	Tot.	Tot.	Tot.	Barr	Löv	Grov barr	Tot.	Lågor	Stående	Barr	Löv	
P 19	101.9	1.1	72	68.4	3.6	68.4	5	4.5	0.5	4.1	1	617.1
20	190	3.5	9.2	9.2	0	9.2	6.7	5.4	1.3	6	0.8	454.7
21	366.4	6.6	74.6	73.7	0.9	73.8	7	4.7	2.3	5.7	1.4	467.7
22	249	0	41.4	41.4	0	41.4	6.3	4.5	1.8	5.4	0.9	866.1
23	203.2	13.2	40.3	37.8	2.5	37.8	9.7	6.2	3.5	6	3.7	357.3
24	182.4	0	7.8	7.8	0	7.8	10.8	7.6	3.2	9.7	1	389.8
Min-Max	101.9-366.4	0.0-13.2	7.8-74.6	7.8-73.7	0.0-3.6	7.8-73.8	5.0-10.8	4.5-7.6	0.5-3.5	4.1-9.7	0.8-3.7	357.3-866.1
Median	197	2	41	40	0	40	7	5	2	6	1	461
Medel (SD)	215.5 (88.0)	4.1 (5.1)	40.9 (29.0)	39.7 (28.1)	1.2 (1.5)	39.7 (28.1)	7.6 (2.2)	5.5 (1.2)	2.1 (1.1)	6.2 (1.9)	1.5 (1.1)	525.5 (189.5)
T-test nyckelbiotoper - produktionsskog												
P-värde	0.105	0.165	0.049	0.281	0.023	0.282	0.005	0.024	<0.001	0.039	0.030	0.030

^aVolymerna avser alla träd och all stående död ved med en höjd ≥ 1.3 m inom inventerade provytor.

^bVolymerna avser träd med en brösthöjdsdiameter ≥ 35 cm, stående död ved med brösthöjdsdiameter ≥ 15 cm samt lågor med diameter i grovändan ≥ 10 cm inom inventerade bälten.

Appendix 6.

Skorplavar och tickor (inklusive åtta skinnsvampar) som hittades vid totalinventering av 24 objekt i Gävleborgs län. För varje art anges om den är rödlistad (klass; enligt Gärdenfors 2000) samt i hur många objekt (totalt; n=24), naturreservat (NR; n=2), nyckelbiotoper (NB; n=16) och äldre produktionsskogar (P; n=6) arter noterades (frekvens). Totalt antal arter samt antal rödlistade^a respektive hotade^b arter summeras för respektive artgrupp.

Grupp	Släkte	Artnamn	Klass ^a	Frekvens			
				Total	NR	NB	P
Skorplavar	<i>Acrocordia</i>	<i>cavata</i>		1	0	1	0
		<i>gemmaata</i>		2	0	1	1
	<i>Amandinea</i>	<i>punctata</i>		5	0	5	0
	<i>Anisomeridium</i>	<i>polypori</i>		1	0	1	0
	<i>Anzina</i>	<i>carneonivea</i>		1	0	1	0
	<i>Arthonia</i>	<i>apatetica</i>		2	0	2	0
		<i>didyma</i>		8	1	6	1
		<i>incarnata</i>	EN	2	0	2	0
		<i>leucopellaea</i>		9	2	7	0
		<i>mediella</i>		9	0	9	0
		<i>patellulata</i>		1	0	1	0
		<i>radiata</i>		10	1	8	1
		<i>spadicea</i>		3	0	3	0
		<i>vinosa</i>		4	1	3	0
	<i>Arthopyrenia</i>	<i>analepta</i>		1	0	1	0
		<i>punctiformis</i>		13	1	9	3
		<i>rhyponta</i>		2	0	1	1
	<i>Arthothelium</i>	<i>scandinanicum</i>		10	0	7	3
	<i>Arthrosporum</i>	<i>populorum</i>		1	0	1	0
	<i>Bacidia</i>	<i>beckhaeii</i>		12	2	6	4
		<i>circumspecta</i>		5	0	4	1
		<i>fraxinea</i>		1	0	1	0
		<i>igniarrii</i>		7	1	4	2
		<i>subincompta</i>		19	1	13	5
	<i>Bacina</i>	<i>chloroticula</i>		1	0	0	1
	<i>Biatora</i>	<i>chrysanta</i>		8	1	7	0
		<i>efflorescens</i>		24	2	16	6
		<i>helvola</i>		24	2	16	6
		<i>ocelliformis</i>	DD	12	2	9	1
		<i>sphaerodiza</i>		4	1	3	0
		<i>vernalis</i>		3	0	3	0

Appendix 6. forts.

Grupp	Släkte	Artnamn	Klassa	Frekvens			
				Total	NR	NB	P
Skorplavar	<i>Buellia</i>	<i>arborea</i>		2	1	1	0
		<i>disciformis</i>		12	1	9	2
		<i>erubescens</i>		10	1	9	0
		<i>griseovirens</i>		12	1	9	2
	<i>Calicium</i>	<i>denigratum</i>		1	0	1	0
		<i>glaucellum</i>		13	2	9	2
		<i>parvum</i>		22	1	16	5
		<i>pinastri</i>		6	0	4	2
		<i>salicinum</i>		1	0	1	0
		<i>trabinellum</i>		5	0	4	1
		<i>viride</i>		8	2	6	0
	<i>Caloplaca</i>	<i>borealis</i>		3	0	3	0
		<i>cerina</i>		2	1	1	0
		<i>ferruginea</i>		3	0	3	0
		<i>flavorubescens</i>		12	1	7	4
		<i>holocarpa</i>		3	0	2	1
	<i>Candelariella</i>	<i>xanthostigma</i>		1	0	1	0
	<i>Catillaria</i>	<i>atropurpurea</i>		11	1	7	3
		<i>globulosa</i>		2	0	1	1
		<i>neuschildii</i>		1	0	0	1
		<i>nigroclavata</i>		1	0	0	1
	<i>Chaenotheca</i>	<i>brachypoda</i>		1	0	1	0
		<i>brunneola</i>		1	1	0	0
		<i>chryscephala</i>		24	2	16	6
		<i>ferruginea</i>		21	2	13	6
		<i>furfuracea</i>		15	1	10	4
		<i>laevigata</i>	VU	1	1	0	0
		<i>stemonea</i>		6	1	5	0
		<i>subroscida</i>		13	1	9	3
		<i>trichialis</i>		24	2	16	6
		<i>xylooxena</i>		3	0	2	1
	<i>Chaenothecopsis</i>	<i>consociata</i>		21	2	13	6
		<i>epithallina</i>		4	0	3	1
		<i>haematopus</i>	DD	1	0	1	0
		<i>nana</i>		3	2	1	0

Appendix 6. forts.

Grupp	Släkte	Artnamn	Klassa	Frekvens			
				Total	NR	NB	P
Skorplavar	<i>Chaenothecopsis</i>	<i>pusilla</i>		6	0	5	1
		<i>pusiola</i>		2	0	2	0
		<i>savonica</i>		1	0	1	0
		<i>vainioana</i>		3	1	2	0
	<i>Cheiromycina</i>	<i>flabelliformis</i>	VU	2	0	2	0
	<i>Chrysotrix</i>	<i>candelaris</i>		8	2	6	0
	<i>Cliostomum</i>	<i>leprosum</i>	VU	5	2	3	0
		<i>pallens</i>		10	1	8	1
	<i>Conotrema</i>	<i>populorum</i>	DD	1	0	0	1
	<i>Dimerella</i>	<i>pineti</i>		18	1	15	2
	<i>Fellhanera</i>	<i>subtilis</i>		1	0	1	0
	<i>Fuscidea</i>	<i>pusilla/Ropalospora viridis</i>		24	2	16	6
	<i>Graphis</i>	<i>scripta</i>		5	0	5	0
	<i>Hypocenomyce</i>	<i>friesii</i>		22	2	14	6
		<i>leucococca</i>		14	1	11	2
		<i>praestabilis</i>		1	0	1	0
		<i>scalaris</i>		22	2	14	6
		<i>sorophora</i>		8	2	5	1
	<i>Japenia</i>	<i>subaurifera</i>		24	2	16	6
		<i>tornoensis</i>		9	1	5	3
	<i>Lecanactis</i>	<i>abietina</i>		10	1	7	2
	<i>Lecania</i>	<i>cyrtella</i>		5	0	3	2
		<i>cyrtellina</i>		1	0	0	1
		<i>naegelii</i>		1	0	1	0
	<i>Lecanora</i>	<i>aitema</i>		6	1	3	2
		<i>allophana</i>		14	1	9	4
		<i>argentata</i>		1	0	1	0
		<i>boligera</i>		5	0	5	0
		<i>cadubriae</i>		12	1	9	2
		<i>carpinea</i>		6	0	5	1
		<i>cateilea</i>		1	0	1	0
		<i>chlarotera</i>		1	0	1	0
		<i>circumborealis</i>		6	0	5	1
		<i>expallens</i>		9	2	6	1
		<i>hagenii</i>		4	0	4	0
		<i>hypoptella</i>		23	2	15	6
		<i>leptyrodes</i>		2	0	2	0

Appendix 6. forts.

Grupp	Släkte	Artnamn	Klass ^a	Frekvens			
				Total	NR	NB	P
Skorplavar	<i>Lecanora</i>	<i>piniperda</i>		1	0	0	1
		<i>pulicaris</i>		23	2	15	6
		<i>subintricata</i>		1	0	1	0
		<i>subrugosa</i>		2	0	2	0
		<i>symmicta</i>		11	0	9	2
		<i>varia</i>		1	0	1	0
	<i>Lecidea</i>	<i>albofuscescens</i>		22	2	16	4
		<i>albohyalina</i>		4	0	3	1
		<i>erythrophaea</i>		11	1	8	2
		<i>leprarioides</i>		23	2	15	6
Lichenomycetous	<i>Lecidella</i>	<i>margaritella</i>		1	0	0	1
		<i>meiocarpa</i>		3	0	3	0
		<i>nylanderi</i>		24	2	16	6
		<i>pullata</i>		22	2	15	5
		<i>turgidula</i>		22	1	16	5
	<i>Lephraria</i>	<i>elaeochroma</i>		6	0	4	2
		<i>euphoreaa</i>		5	0	4	1
	<i>Lopadium</i>	<i>sp</i>		24	2	16	6
	<i>Loxospora</i>	<i>disciforme</i>		9	2	7	0
	<i>Micarea</i>	<i>elatina</i>		24	2	16	6
Microcalicium	<i>Micarea</i>	<i>denigrata</i>		13	1	9	3
		<i>elachista</i>		2	1	1	0
		<i>globulosella</i>	NT	24	2	16	6
		<i>melaena</i>		23	2	15	6
		<i>misella</i>		6	0	2	4
	<i>Mycobilimbia</i>	<i>nitschkeana</i>		11	1	8	2
		<i>prasina</i>		23	2	16	5
		<i>ahlneri</i>		1	0	1	0
		<i>disseminatum</i>		17	2	12	3
		<i>berengeriana</i>		1	1	0	0

Appendix 6. forts.

Grupp	Släkte	Artnamn	Klass ^a	Frekvens			
				Total	NR	NB	P
Skorplavar	<i>Mycoblastus</i>	<i>affinis</i>		14	1	9	4
		<i>alpinus</i>		12	2	8	2
		<i>fucatus</i>		21	2	13	6
		<i>sanguinarius</i>		22	2	15	5
	<i>Mycocalicium</i>	<i>subtile</i>		2	0	1	1
	<i>Ochrolechia</i>	<i>alboflavescens</i>		5	0	4	1
		<i>androgyna</i>		23	2	15	6
		<i>arborea</i>		2	0	2	0
		<i>microstictoides</i>		24	2	16	6
		<i>pallescens</i>		3	0	2	1
	<i>Opegrapha</i>	<i>varia</i>		1	0	1	0
	<i>Pachyphiale</i>	<i>fagicola</i>		2	1	1	0
	<i>Parmeliella</i>	<i>triptophylla</i>		8	1	7	0
	<i>Pertusaria</i>	<i>amara</i>		23	2	16	5
		<i>borealis</i>		24	2	16	6
		<i>carneopallida</i>		10	0	9	1
		<i>leioplaca</i>		13	1	10	2
		<i>leucostoma</i>		3	0	3	0
		<i>ophthalmiza</i>		15	2	12	1
	<i>Phaeocalicium</i>	<i>flabelliforme</i>		1	0	1	0
		<i>populneum</i>		2	0	2	0
	<i>Phlyctis</i>	<i>argena</i>		17	1	14	2
	<i>Placynthiella</i>	<i>dasaea/icmalea</i>		17	2	11	4
	<i>Rinodina</i>	<i>degeliana</i>	VU	1	0	1	0
	<i>Schismatomma</i>	<i>pericleum</i>	NT	1	1	0	0
	<i>Scoliciosporum</i>	<i>chlorococcum</i>		11	1	7	3
	<i>Stenocybe</i>	<i>pullatula</i>		13	0	11	2
	<i>Trapeliopsis</i>	<i>flexuosa</i>		9	1	5	3
	<i>Varicellaria</i>	<i>rhodocarpa</i>		3	1	1	1
	Summa antal arter			166	91	154	100
	Summa antal rödlistade arter ^a			10	5	7	3
	Summa antal hotade arter ^b			5	2	4	0

Appendix 6. forts.

Grupp	Släkte	Artnamn	Klass ^a	Frekvens			
				Total	NR	NB	P
Tickor	<i>Amylocystis</i>	<i>lapponica</i>	NT	2	2	0	0
	<i>Amylostereum</i>	<i>chailletii</i> ^b		1	0	1	0
	<i>Antrodia</i>	<i>albida</i>		2	0	1	1
		<i>albobrunnea</i>	VU	2	0	1	1
		<i>heteromorpha</i>		1	0	0	1
		<i>pulvinascens</i>	NT	3	1	2	0
		<i>serialis</i>		23	2	15	6
		<i>sinuosa</i>		19	2	12	5
		<i>xantha</i>		12	2	8	2
	<i>Antrodiella</i>	<i>americana</i>		1	0	1	0
		<i>boehnelii</i>		1	0	1	0
		<i>pallasii</i>		1	0	0	1
		<i>romellii</i>		1	0	1	0
		<i>semisupina</i>		6	0	5	1
	<i>Asterodon</i>	<i>ferruginosus</i>	NT	7	1	4	2
	<i>Bjerkandera</i>	<i>adusta</i>		2	0	1	1
	<i>Ceriporia</i>	<i>reticulata</i>		1	0	1	0
		<i>viridans</i>		1	0	1	0
	<i>Ceriporiopsis</i>	<i>mucida</i>		2	0	2	0
		<i>pannocincta</i>	VU	2	0	2	0
		<i>resinascens</i>		4	0	4	0
	<i>Cerrena</i>	<i>unicolor</i>		15	1	10	4
	<i>Climacocystis</i>	<i>borealis</i>		2	0	2	0
	<i>Columnocystis</i>	<i>abietina</i>		13	2	9	2
	<i>Cystostereum</i>	<i>murrai</i>	NT	8	2	5	1
	<i>Datronia</i>	<i>mollis</i>		2	0	2	0
	<i>Diplomitoporus</i>	<i>lindbladii</i>		7	1	2	4
	<i>Fomes</i>	<i>fomentarius</i>		23	2	15	6
	<i>Fomitopsis</i>	<i>pinicola</i>		23	2	15	6
		<i>rosea</i>	NT	5	2	3	0
	<i>Ganoderma</i>	<i>lucidum</i>		1	0	0	1
	<i>Gloeophyllum</i>	<i>odoratum</i>		2	1	1	0
		<i>sepiarium</i>		22	2	14	6
	<i>Hapalopilus</i>	<i>nidulans</i>		2	0	1	1
	<i>Haploporus</i>	<i>odoros</i>	NT	1	0	1	0
	<i>Heterobasidion</i>	<i>annosum</i>		8	0	7	1
	<i>Inonotus</i>	<i>obliquus</i>		11	0	9	2

Appendix 6. forts.

Grupp	Släkte	Artnamn	Klass ^a	Frekvens			
				Total	NR	NB	P
Tickor	<i>Inonotus</i>	<i>radiatus</i>		6	0	5	1
		<i>rhaedes</i>		4	0	4	0
	<i>Ischnoderma</i>	<i>benzoinum</i>		9	2	5	2
	<i>Junguhuhnia</i>	<i>luteoalba</i>	NT	11	2	7	2
	<i>Lenzites</i>	<i>betulinus</i>		2	0	0	2
	<i>Leptoporus</i>	<i>mollis</i>		7	0	7	0
	<i>Oligoporus</i>	<i>balsameus</i>	NT	1	0	0	1
		<i>caesius</i>		10	0	8	2
		<i>fragilis</i>		2	0	2	0
		<i>hibernicus</i>	NT	6	1	4	1
		<i>leucomallellus</i>		5	0	3	2
		<i>rennyi</i>		1	0	1	0
		<i>sericeomollis</i>		7	0	6	1
		<i>stipticus/Tyromyces chioneus (i Granlandsdata)</i>		4	1	3	0
		<i>tephroleucus</i>		6	0	5	1
		<i>undosus</i>	NT	1	0	1	0
	<i>Oxyporus</i>	<i>corticola</i>		3	0	3	0
		<i>populinus</i>		1	0	0	1
	<i>Peniophora</i>	<i>pithya</i>		7	1	5	1
	<i>Phellinus</i>	<i>chrysoloma</i>		2	0	2	0
		<i>conchatus</i>		10	0	9	1
		<i>ferrugineofuscus</i>		15	2	12	1
		<i>ignarius s. lat. (P. ignarius, P. alni, P. trivialis, P. nigricans)</i>		14	2	10	2
		<i>laevigatus</i>		7	0	5	2
		<i>lundelii</i>		2	1	0	1
		<i>nigrolimitatus</i>	NT	8	2	5	1
		<i>punctatus</i>		1	0	1	0
		<i>tremulae</i>		15	1	12	2
		<i>viticola</i>		24	2	16	6
	<i>Phlebia</i>	<i>centrifuga</i>	NT	1	1	0	0
	<i>Phlebiopsis</i>	<i>gigantea</i>		4	0	3	1
	<i>Piptoporus</i>	<i>betulinus</i>		19	2	13	4
	<i>Polyporus</i>	<i>ciliatus</i>		1	0	0	1
	<i>Schizopora</i>	<i>paradoxa</i>		2	0	0	2

Appendix 6. forts.

Grupp	Släkte	Artnamn	Klass ^a	Frekvens			
				Total	NR	NB	P
Tickor	<i>Skeletocutis</i>	<i>amorpha</i>		5	0	4	1
		<i>biguttulata</i>		17	2	10	5
		<i>brevispora</i>	VU	6	2	4	0
		<i>chrysella</i>	VU	2	1	1	0
		<i>kuehneri</i>	NT	2	0	0	2
		<i>odora</i>	VU	3	1	2	0
		<i>stellae</i>	VU	1	1	0	0
	<i>Stereum</i>	<i>sanguinolentum</i>		21	2	14	5
	<i>Trametes</i>	<i>hirsuta</i>		2	0	1	1
		<i>ochracea</i>		13	1	8	4
		<i>pubescence</i>		5	0	3	2
	<i>Trechispora</i>	<i>mollusca</i>		1	0	1	0
	<i>Trichaptum</i>	<i>abietinum</i>		24	2	16	6
		<i>laricinum</i>	NT	1	1	0	0
	<i>Tyromyces</i>	<i>chioneus</i>		2	0	0	2
		Summa antal arter		86	37	71	54
		Summa antal rödlistade arter ^a		20	14	14	8
		Summa antal hotade arter ^b		6	4	5	1

^aRödlistekategorierna anges enligt Gärdenfors (2000): DD=kunskapsbrist, NT=Missgynnad, VU=Sårbar och EN=Starkt hotad. Arter klassade som VU eller EN anses hotade.

^bDessa arter räknas som skinnsvampar men har i denna studie ingått i gruppen tickor.

Appendix 7.

Artinventering, artantal i undersökta objekt uppdelade i kategorierna naturreservat (NR), nyckelbiotoper (NB) och produktionsskogar (P). Resultat från jämförelse av medelvärdet för nyckelbiotoper och produktionsskog (P-värde från tvåsidigt t-test) presenteras.

Objekt	Artrikedom						Rödlistade Tot.
	Lavar			Tickor			
	Tot.	Löv	Barr	Tot.	Löv	Barr	
NR 1	52	40	50	27	4	23	12
	81	67	61	31	7	24	16
NB 3	66	63	40	24	10	14	5
4	43	35	40	12	3	9	2
5	67	52	54	23	9	14	6
6	65	50	56	27	8	19	4
7	56	46	53	20	6	14	1
8	70	57	57	28	11	17	4
9	42	38	35	17	6	12	4
10	50	42	46	21	6	15	3
11	64	55	48	20	8	12	3
12	69	63	47	21	12	9	3
13	58	54	44	32	14	20	9
14	80	72	59	36	15	22	10
15	65	57	51	19	10	9	4
16	72	63	57	23	8	16	5
17	69	58	54	26	7	20	7
18	89	80	62	31	13	20	6
Min-Max	42-89	35-80	35-62	12-36	3-15	9-22	1-10
Median	66	56	52	23	9	15	4
Medel (SD)	64.1 (12.3)	55.3 (11.8)	50.2 (7.7)	23.8 (6.1)	9.1 (3.3)	15.1 (4.3)	4.8 (2.4)
P 19	65	58	49	31	17	15	3
20	53	45	41	18	5	14	4
21	47	39	43	20	10	10	2
22	40	35	34	21	7	14	4
23	56	49	44	15	5	10	1
24	43	36	39	19	5	14	5
Min-Max	40-65	35-58	34-49	15-31	5-17	10-15	1-5
Median	50	42	42	20	6	14	4
Medel (SD)	50.7 (9.2)	43.7 (8.8)	41.7 (5.0)	20.7 (5.5)	8.2 (4.8)	12.8 (2.2)	3.2 (1.5)
T-test nyckelbiotoper - produktionsskog							
P-värde	0.026	0.041	0.021	0.291	0.595	0.230	0.150

Appendix 8.

För att analysera uppmätta beståndsvariablers förmåga att förutse artrikedom och antal rödlistade arter användes PLS (partial least squares). Fyra olika vägar (A-D) prövades för att välja ut beståndsvariabler till PLS-analyserna (se Tillvägagångssätt). I detta Appendix redovisas resultaten från ansats A-C.

Ansats A: Samband mellan artrikedom och några få grundläggande beståndsvariabler.

Det var generellt svårt att generera modeller med hög prediktionsförmåga (Q^2 ; Tabell 8-1) utifrån de grundläggande beståndsvariablerna. Förklaringsgraden (R^2Y) var oftast mycket högre än prediktionsförmågan (Q^2). I dessa fall var dessutom de observerade R^2Y - och Q^2 -värdena ofta lika med eller lägre än de värden som kunde genereras genom slumpvis om blandning av Y-värdena (permutationstest). Modell med validerad prediktionsförmåga kunde dock genereras för rödlistade arter. Prediktionsförmågan var god ($Q^2=0.39$) men tydligt lägre än förklaringsgraden ($R^2Y=0.57$). De observerade R^2Y - och Q^2 -värdena var dock alltid högre än de R^2Y - och Q^2 -värden som skulle kunde erhållas av ren slump.

Tabell 8-1. PLS (Partiell Least Squares)-regressions modeller genererade utifrån data över artrikedom och fyra grundläggande beståndsvariabler^a i 24 objekt i Gävleborgs län.

		R^2X^b	R^2Y^c	Q^2d	N_{comp}^e	Variabler ^f
Lavar	Tot.	0.29	0.46	0.29	1	Volym gran, Volym lövträd (ej björk)
	Löv	0.29	0.45	0.25	1	Volym lövträd (ej björk), Volym gran
	Barr	0.32	0.28	0.19	1	Volym gran, Totalvolym död ved
Tickor	Tot.	-	-	-	-	Ingen modell
	Löv	0.38	0.26	0.17	1	Volym lövträd (ej björk), Volym tall
	Barr	0.42	0.39	0.28	1	Volym gran
Rödlistade		0.41	0.57	0.39	1	Totalvolym död ved, Volym gran

^aBaseras på skattningar gjorda inom provytor. ^b R^2X är variationen bland de förklarande variablerna (beståndsvariablerna) som används i modellen (dvs variationen i X-matrisen som förklaras av PLS-komponenterna). ^c R^2Y är variationen i responsvariabeln (dvs artrikedom) som förklaras av modellen (dvs motsvarar den multipla korrelationskoefficienten, R^2). ^d Q^2 är del av variationen i responsvariabeln (dvs artrikedom) som går att förutsäga (dvs prediktionsförmågan eller "kors-validerad" R^2Y). ^e N_{komp} är antalet signifikanta komponenter. ^fBara variabler med ett VIP (variable importance)-värde > 1 redovisas. Tecknet på PLS regressionskoefficienten för varje variabel redovisas (- för dem som är negativt korrelerade). Variablerna är ordnade efter deras betydelse i modellen och börjar med den viktigaste variabeln.

Appendix 8. forts.

Ansats B: PLS med samtliga beståndsvariabler

När alla beståndsvariabler användes i PLS var det svårt att generera starka modeller med hög prediktionsförmåga (Q^2 ; Tabell 8-2). Ofta var förklaringsgraden (R^2Y) mycket högre än prediktionsförmågan (Q^2). Det var dessutom en liten skillnad mellan de observerade R^2Y - och Q^2 -värden och de värden som kunde generas genom slumpvis om blandning av Y-värdena (permutationstest). Modellen för rödlistade arter hade dock relativt hög förklaringsgrad ($R^2Y=0.71$) och samtidigt en hög prediktionsförmåga ($Q^2=0.55$). Dessutom var de observerade R^2Y - och Q^2 -värdena alltid högre än de värden som skulle kunde erhållas av ren slump.

Tabell 8-2. PLS (Partiell Least Squares)-regressionsmodeller genererade utifrån data över artrikedom och area och 64 beståndsvariabler (se Appendix 3) från 24 objekt i Gävleborgs län. $N_{VIP1.5}$ anger hur många variabler som hade ett VIP-värde ≥ 1.5 i PLS-analysen.

	Lavar	Variabler ^e						
		R^2X^a	R^2Y^b	Q^2c	N_{comp}^d	$N_{VIP1.5}$	Variabler (VIP>1.5)	
	Lavar	Tot.	0.28	0.52	0.29	1	4	T & V lövlågor (ej björk), T lågor, T lövträd (ej björk)
	Löv	0.25	0.57	0.33	1	4	T & V lövlågor (ej björk), T lövträd (ej björk), T lågor	
	Barr	0.30	0.37	0.14	1	7	T & V lövlågor (ej björk), T lågor, T & V död ved tot., T & V grova lågor	
	Tickor	Tot.	0.40	0.76	0.27	2	3	Area, T buskarter ^f , T lågor
	Löv	0.15	0.60	0.28	1	9	T & V stående död tallved, T lövlågor (ej björk), T & V lövträd (ej björk), T buskarter ^f , T döda tallar, T & V tallstubbar ^g	
	Barr	0.31	0.48	0.30	1	8	T & V granlågor, T & V lågor, T & V död ved tot., V stubbar, V granar ^f	
	Rödlistade	0.32	0.71	0.55	1	7	T & V granlågor, T & V lågor, T & V död ved tot., V granstubbar	

^a R^2X är variationen bland de förklarande variablerna (beståndsvariablene) som används i modellen (dvs variationen i X-matrisen som förklaras av PLS-komponenterna). ^b R^2Y är variationen i responsvariabeln (dvs artrikedom) som förklaras av modellen (dvs motsvarar den multipla korrelationskoefficienten, R^2). ^c Q^2 är del av variationen i responsvariabeln (dvs artrikedom) som går att förutsäga (dvs prediktionsförmågan eller "korsvaliderad" R^2Y). ^d N_{komp} är antalet signifikanta komponenter. ^eBara variabler med ett VIP (variable importance)-värde > 1.5 redovisas. Tecknet på PLS regressionskoefficienten för varje variabel redovisas (- för dem som är negativt korrelerade). Variablerna är ordnade efter deras betydelse i modellen och börjar med den viktigaste variabeln. Förkortningen T står för täthet (antal per hektar) och V står för volym per hektar. ^fDessa variabler är beräknade utifrån skattningar gjorda i provytor (alla övriga variabler baseras på skattningar gjorda i bälten). ^gStubbar avser både högstubbar och avverkningsstubbar.

Appendix 8. forts.

PLS med oberoende beståndsvariabler utvalda från faktoranalys

Resultaten från faktor-(PCA)-analysen av beståndsvariabler användes för att reducera antalet beståndsvariabler som användes i PLS-analysen. Area samt två variabler som representanter för de fyra första faktorerna (som var och en förklarade mer än 10% av variationen) och en variabel för faktorerna 5 och 6 valdes ut. På detta sätt erhölls sammanlagt 11 beståndsvariabler som representerade area samt sex relativt oberoende beståndsegenskaper (se Tabell 3).

Liksom i de tidigare PLS-analyserna var det svårt att generera starka modeller med hög prediktionsförmåga (Q^2 ; Tabell 8-3). Ofta var förklaringsgraden (R^2Y) mycket högre än prediktionsförmågan (Q^2). I flera fall var det dessutom en liten skillnad mellan de observerade R^2Y - och Q^2 -värden och de värden som kunde genereras genom slumpvis om blandning av Y-värdena (permutationstest). Men trots relativt låga Q^2 -värden för modellerna för larver på lövträd, tickor på lövträdsslägor samt tickor på barrträdsslägor så var dessa värden alltid högre än de Q^2 -värden som kunde erhållas av ren slump. Starkast modeller kunde dock fortfarande genereras för rödlistade arter. Prediktionsförmågan var relativt hög ($Q^2=0.50$) och jämförbar med förklaringsgraden ($R^2Y=0.63$). Dessa värden var dessutom alltid högre än de R^2Y - och Q^2 -värden som skulle kunnat erhållas av ren slump.

Appendix 8. forts.

Tabell 8-3. PLS (Partiell Least Squares)-regressions modeller genererade utifrån data över artrikedom och 11 beståndsvariabler* från 24 objekt i Gävleborgs län.

		R ² X ^a	R ² Y ^b	Q ² ^c	N _{komp} ^d	Variabler ^e
Lavar	Tot.	0.19	0.62	0.23	1	V björk ^f , V granlågor, V död stående lövved (ej björk), V död stående granved, T lövträd, T tallstubbar ^g
Löv		0.20	0.66	0.33	1	V björk ^f , T lövträd, T tallstubbar ^g (-), T död stående tallved (-), V död stående lövved (ej björk), V granlågor
Barr	-	-	-	-	-	Ingen modell
Tickor	Tot.	0.16	0.57	0.16	1	V granlågor, Area, V död stående granved, V död stående lövved (ej björk)
Löv		0.23	0.53	0.35	1	T död stående tallved (-), T tallstubbar ^g (-), T lövträd, V döda tallar (-), V död stående lövved (ej björk)
Barr		0.25	0.55	0.32	1	V granlågor, V död stående granved, Area, V döda tallar, T död stående tallved
Rödlistade		0.25	0.63	0.50	1	V granlågor, V död stående granved, V döda tallar, T död stående tallved

Urvalet av beståndsvariabler baserades på PCA-analysen (se Tabell 3). För var och en av de sex första PCA-faktorerna valdes den starkast korrelerade variabeln. För de fyra första PCA-faktorerna valdes även en andra variabel. Denna representerade dock en annan skoglig företeelse än den första variabeln.

^aR²X är variationen bland de förklarande variablene (beståndsvariablene) som används i modellen (dvs variationen i X-matrisen som förklaras av PLS-komponenterna). ^bR²Y är variationen i responsvariablene (dvs artrikedom) som förklaras av modellen (dvs motsvarar den multipla korrelationskoefficienten, R²). ^cQ² är del av variationen i responsvariablene (dvs artrikedom) som går att förutsäga (dvs prediktionsförmågan eller "korsvaliderad" R²Y). ^dN_{komp} är antalet signifikanta komponenter. ^eBara variabler med ett VIP (variable importance)-värde > 1 redovisas. Tecknet på PLS regressionskoefficienten för varje variabel redovisas (- för dem som är negativt korrelerade). Variablene är ordnade efter deras betydelse i modellen och börjar med den viktigaste variablen. Förkortningen T står för täthet (antal per hektar) och V står för volym per hektar. ^fVolymerna avser alla träd med en höjd ≥1.3 m inom inventerade provytor. ^gStubbar avser både högstubbar och avverkningsstubbar

Länsstyrelsens rapporter 2006

- | | | | |
|---------|---|---------|--|
| 2006:1 | Dagverksamheter inom äldreomsorgen i Gävleborgs län | 2006:16 | Bränder längs järnvägen Falun-Storvik: en resurs för naturvården |
| 2006:2 | Individuell plan enligt LSS. En länsöversikt med de funktionshindrades perspektiv 2003-2005. | 2006:17 | "Alla visste om det men alla visste olika". Konsekvenser för enskilda när särskilda boenden avvecklas. Regiontillsyn i fem län. |
| 2006:3 | Karakterisering av avfall som ska till deponi – Resultat från tillsynskampanjen 2005 | 2006:18 | Inventering av aspinsekter i Gävleborgs län 2004 |
| 2006:4 | Uppföljningsmetod Giftfri miljö | 2006:19 | Regional strategi för formellt skydd av skog i Gävleborgs län - Del 1, Strategi |
| 2006:5 | Regional åtgärdsplan för kalkningsverksamheten i Gävleborgs län 2005-2009 | 2006:20 | Regional strategi för formellt skydd av skog i Gävleborgs län – Del 2, Bakgrund till naturskydd |
| 2006:6 | Personligt ombud i Mellansverige – ombuden och deras arbete | 2006:21 | Regional strategi för formellt skydd av skog i Gävleborgs län – Del 3, Värdestraktsanalys, skogliga värdestrakter i Gävleborgs län |
| 2006:7 | Rapport om Norrlands tillväxt – En analys av perioden 1993-2002 | 2006:22 | Blåtryffelinventering i Gävleborgs län 2005 |
| 2006:8 | Fiskytngel och undervattensvegetation i Långvind, Sörsundet och Harksärsfjärden i Gävleborgs län. En rapport från Miljöanalysenheten. | 2006:23 | Broninventering för utter i Gävleborgs län 2005 |
| 2006:9 | Personligt ombud i mellansverige. Vägledning inför framtiden. | 2006:24 | Lex Sarah anmälningar i Gävleborgs län 2005 |
| 2006:10 | Marin hårdbottneninventering sommaren 2005 i Gävleborgs län - Sörsundet, Gåsholma, Tupporna, Långvind | 2006:25 | Korttidsboende för äldre - Hur används korttidsplatserna i Gävleborgs län? |
| 2006:11 | Hur är det att vara chef inom äldreomsorgen i Gävleborg län? | 2006:26 | Inventering av björklevande insekter i några utvalda områden i Gävleborgs län |
| 2006:12 | Bostadsmarknadsenkäten 2006 – Bostadsmarknaden och bostadsbyggandet i Gävleborgs län | 2006:27 | Mikroskapania, <i>Scapania massalongi</i> , i Hälsingland |
| 2006:13 | Provfiske i Färnebofjärden - En inventering av fiskfaunan i syfte att finna asp | 2006:28 | Inventering av svämskogslöpare <i>Platynus longiventris</i> vid Nedre Dalälven i Gävleborgs län 2005 |
| 2006:14 | Inventering av klöversobermal <i>Anancampsis fuscella</i> i Gävleborgs län 2005 | 2006:29 | Artrikedom bland skorplavar och tickor i olika skogsbestånd |
| 2006:15 | Inventering av rönnpraktbagge <i>Agrilus mendax</i> - återbesök på gamla lokaler och inventering av nya | | |

Tryck: Länsstyrelsen Gävleborg

Rapportnr: 2006:29

ISSN: 0284:5954



Länsstyrelsen
Gävleborg

Besöksadress: Borgmästarplan, 801 70 Gävle **Telefon:** 026-17 10 00

Webbadress: www.x.lst.se