

Utvärdering av Skogsbiologernas naturvärdesbedömning

- En jämförelse mellan nyckelbiotoper och produktionsskogar

*Evaluation of "Skogsbiologernas" inventory method
- A comparison between key habitats and managed forests*



Foto: Martina Lundkvist
Photo: Martina Lundkvist

Michaela Lundberg & Martina Lundkvist



Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Michaela Lundberg & Martina Lundkvist
Titel, Sv	Utvärdering av Skogsbiologernas naturvärdesbedömning -En jämförelse mellan nyckelbiotoper och produktionsskogar.
Titel, Eng	Evaluation of “Skogsbiologernas” inventory method -A comparison between key habitats and managed forests.
Nyckelord/ Keywords	Biologisk mångfald, död ved, samband, signalarter och rödlistade arter Biodiversity, dead wood, correlation, indicator species, redlisted species
Handledare/Supervisor	<i>Jörgen Sjögren Institution för Vilt, Fisk och Miljö/ Department for Wildlife, Fish, and Environmental studies</i>
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0911
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2019
Serie	Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

FÖRORD

Detta kandidatarbete har utförts på Jägmästarprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. Arbetet skrevs under våren 2019 och omfattar 15 högskolepoäng.

Vi vill tacka vår handledare Jörgen Sjögren, på SLU, som har gett oss bra stöd och många hjälpsamma synpunkter. Vi vill också passa på att tacka Hilda Edlund och Anne-Maarit Hekkala för all hjälp under kandidatarbetets gång.

Martina Lundkvist

Michaela Lundberg

SAMMANFATTNING

Det är viktigt att vi värnar om den biologiska mångfalden och nyckelbiotoper möjliggör att miljöer med höga naturvärden kan pekats ut. Ett sätt att bedöma naturvärden är att använda sig av indirekta kriterier, alltså leta efter strukturer som indikerar skyddsvärda arter. Syftet med arbetet var att utvärdera Skogsbiologernas naturvärdesbedömning, som använder sig av indirekta kriterier, och undersöka hur objektspoängen stämmer överens med förekomsten av signalarter, rödlistade signalarter och död ved. Syftet var även att jämföra den biologiska mångfalden i nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper.

Två inventeringar gjordes för att samla in data, en art- och substratinventering (UBM) samt en övergripande bedömning av skogen (Skogsbiologernas naturvärdesbedömning). Det insamlade datamaterialet analyserades sedan i statistikprogrammet R där Mann-Whitney test och regressionsanalyser utfördes.

Resultaten visar att det fanns signifikanta skillnader i biodiversitet mellan nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper med avseende på antal signalarter och volym död ved. Däremot kunde vi inte finna någon skillnad för antal rödlistade signalarter. Vi kunde hitta positiva linjära samband för objektspoäng och signalarter samt rödlistade signalarter i både nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper. Dessutom hade objektspoäng och död ved i nyckelbiotoper ett positivt linjärt samband. Däremot hittade vi inget linjärt samband för objektspoäng och död ved i icke nyckelbiotoper. Vi fann inte heller något statistiskt stöd för ett linjärt samband mellan signalarter och död ved samt rödlistade signalarter och död ved.

Slutsatsen är att biodiversiteten och mängden död ved är högre i nyckelbiotoper än icke nyckelbiotoper, samt att Skogsbiologernas naturvärdesbedömning kan vara användbar men att död ved som indirekt kriterium för signalarter och rödlistade signalarter kan ifrågasättas.

Nyckelord: Biologisk mångfald, död ved, samband, signalarter och rödlistade arter

SUMMARY

It is important to value and preserve environments with high natural values. A way to assess natural values is to use indirect criteria, to look for structures that indicate valuable species. The purpose was to evaluate “Skogsbiologernas naturvärdesbedömning” and see how the point system correspond to the presence of indicator species, red-listed indicator species and dead wood. We also compared the biodiversity in key biotopes and non-key biotopes.

Two inventories were made, a species and substrate inventory and an overall assessment of the forest. The collected data was analyzed in the statistical program R, Mann-Whitney tests and regression analyses were performed.

The results show significant differences in biodiversity between key biotopes and non-key biotopes regarding number of indicator species and volume dead wood, we could however not find any differences for the number of red-listed indicator species. Positive linear relationships for object points and indicator species, as well as red-listed indicator species in both key biotopes and non-key biotopes were found, object points and dead wood in key biotopes also had a positive linear relationship. However, no linear relationship for object points and dead wood in non-key biotopes were found. And we did not find any statistical support between indicator species and dead wood, or red-listed indicator species and dead wood.

The conclusion of our results is that biodiversity and dead wood are higher in key biotopes than non-key biotopes, that “Skogsbiologernas naturvärdesbedömning” can be useful, but dead wood as an indirect criterion for indicator species and red-listed indicator species can be questioned.

Keywords: Biodiversity, dead wood, correlation, indicator species, redlisted species

INLEDNING

Bakgrund

För att på lång sikt nyttja skogen hållbart är fungerande skogsekosystem en väsentlig förutsättning. Skogen är en viktig miljö för många arter och skapar förutsättningar för biologisk mångfald. Däremot minskar biodiversiteten i världen och enligt Internationella Naturvårdsunionen (IUCN) är 27 % av alla bedömda arter utrotningshotade, vilket inkluderar 40 % av groddjuren, 34 % av barrträden, 33 % av revbyggande koraller, 25 % av däggdjuren och 14 % av fåglarna (IUCN 2019). Att skydda den biologiska mångfalden och även förebygga utrotningen av hotade arter är ett av FN:s globala mål i Agenda 2030. Det internationella målet för FN-konventionen om biodiversitet överensstämmer med miljömålet inom Sveriges skogspolitik. Miljömålet innebär alltså att den biologiska mångfalden ska bevaras. Detta mål jämförs även med produktionsmålet i Skogsvårdslagen, som går ut på att skogen ska ge en god och hållbar avkastning.

I och med att de naturliga biotoperna avverkas och ersätts med monokulturer av gran och tall försvinner miljöer med gamla och grova träd, lövträd och död ved som nämligen är livsviktigt för många hotade arter, såsom lavar, mossor, kärlväxter och vedlevande svampar. Vissa arter kan också få problem att överleva hyggesfasen och dess miljö hinner således inte byggas upp innan skogen avverkas igen (Artdatabanken 2015). Den biologiska mångfalden påverkas alltså av mänsklig aktivitet och 50 % av Sveriges rödlistade arter är kopplade till skogen (WWF 2019). De rödlistade arterna är hotade arter och arter med minskande populationer och Rödlistan revideras vart femte år av ArtDatabanken. Eftersom skogsbrukets monokulturer har denna negativa påverkan på biodiversiteten behöver skogsmark avsättas för att bevara de skyddsvärda arterna. Det finns vissa avsättningar i Sverige som baseras på frivillighet och skogssektorn har ett ansvar att bevara den biologiska mångfalden. För skogssektorn gäller skogsvårdslagen som anger ett minimikrav för lämnad naturhänsyn vid avverkning. Kraven i lagen är dock inte tillräckliga för att uppnå de statliga miljömålen vilket kräver att skogsbruket och markägarna därför tar ansvar och frivilligt avsätter naturhänsyn.

Nyckelbiotoper är ett sätt att klassificera och peka ut var hotade arter kan finnas. Definitionen av en nyckelbiotop är: "Ett skogsområde som från en samlad bedömning av biotopens struktur, artinnehåll, historik och fysiska miljö idag har mycket stor betydelse för skogens flora och fauna. Där finns eller kan förväntas finnas rödlistade arter" (Gustafsson & Hannerz 2018, s. 2). Begreppet nyckelbiotop introducerades i Sverige i början av 1990-talet och i samband med det startades en inventering av landet med syfte att kartlägga skogsområden med höga naturvärden, såsom förekomst av rödlistade arter. Sverige var föregångsland men kort därefter tog även Norge, Finland och Baltikum efter konceptet. Idag finns ca 100 000 nyckelbiotoper registrerade sedan inventeringarna startade på 90-talet. De täcker cirka två procent av den produktiva skogsmarken och de har en medelareal på fem hektar (Gustafsson & Hannerz, 2018).

Forskningen kring nyckelbiotoper har pågått i cirka 20 år. I en studie av Gustafsson et al. (1999) undersöktes den dåvarande definitionen, som innebar att nyckelbiotoper behövde innehålla rödlistade arter för att klassificeras som nyckelbiotop. I studien inventerades cirka 120 slumpmässigt utvalda nyckelbiotoper på privatägd mark där antal mossor och lavar noterades. Resultaten visar att det i 70 % av nyckelbiotoperna fanns rödlistade mossor och lavar. I en annan studie av Timonen et al. (2011) gjordes en metaanalys baserad på studier publicerade innan 2010. Arton studier ingick i analysen där en jämförelse gjordes mellan nyckelbiotoper och produktionsskogar. Resultatet visar på att nyckelbiotoperna besitter ett högre antal arter, fler rödlistade arter, en större volym död ved och även fler sorters död ved än produktionsskogar. Ytterligare ett resultat från studien är att antal arter i produktionsskogarna är cirka 60 % färre än antal arter i nyckelbiotoperna. De flesta studier som jämfört nyckelbiotoper och produktionsskogar visar alltså på en större mångfald i både arter och strukturer gällande nyckelbiotoper. Studier som gjorts i Finland visar däremot inga större sådana skillnader, vilket skulle kunna bero på att Finland använder sig av en annan definition för begreppet nyckelbiotop (Timonen *et al.*, 2011).

Skillnader mellan nyckelbiotoper och produktionsskogar är det ämne som studerats mest. Däremot har det forskats väldigt lite om hur bra och exakta inventeringsmetoderna är för att urskilja värdefull natur. Av de inventeringsmetoder som för närvarande används i Sverige har ingen utvärderats vetenskapligt, dvs metoderna är inte bevisbaserade. Därför väljer vi att utvärdera Skogsbiologernas naturvärdesbedömning, som är den mest utbredda, och titta mer på hur väl den fungerar. Inventeringsmetoden är gjord för att göra övergripande bedömningar av naturvärden i alla skogliga miljöer. Inventeringen bygger därför på att indirekta kriterier identifieras såsom äldre markanvändning, viktiga strukturer, skogens ålder och kontinuitet, eftersom många ovanliga arter är knutna till dessa faktorer (Skogsbiologerna AB, 2015).

Syfte

Syftet med detta arbete är att utvärdera Skogsbiologernas naturvärdesbedömning samt jämföra nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper.

För att uppnå detta syfte har vi ställt följande frågor:

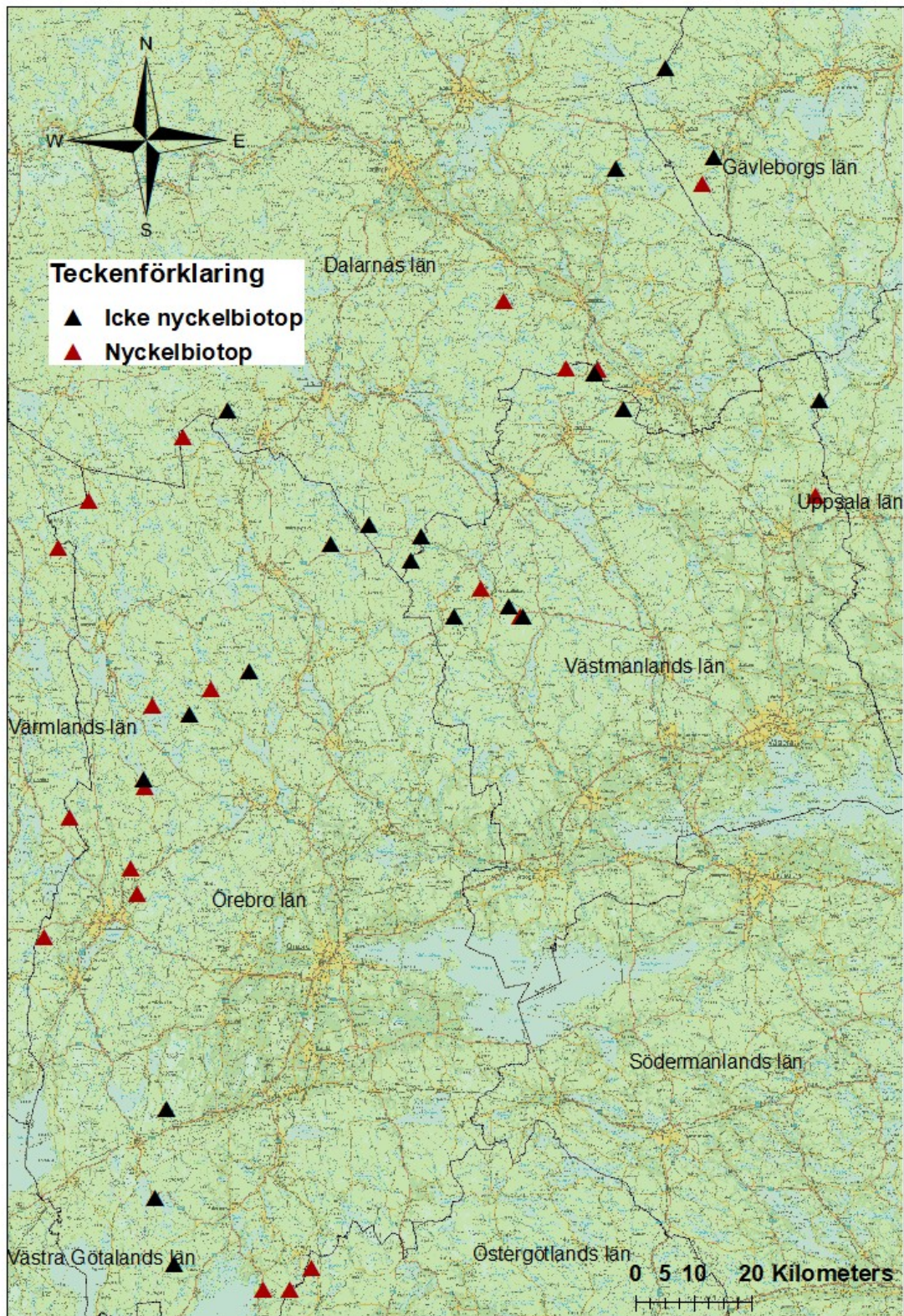
- ❖ På vilket sätt skiljer sig biodiversiteten mellan nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper med avseende på mängden död ved, signalarter och rödlistade signalarter?
- ❖ Vilka samband kan ses mellan Skogsbiologernas objektspoäng och signalarter, rödlistade signalarter samt död ved?
- ❖ Vilka samband kan ses mellan död ved som struktur och signalarter samtrödlistade signalarter?

MATERIAL OCH METOD

Ett stort forskningsprojekt har pågått från 2017-, där SLU, Skogsstyrelsen, Artdatabanken, Sveaskog, GreensWay och FORMAS på olika sätt medverkat. FORMAS har finansierat projektet med pengar och Skogsstyrelsen med arbetsinsats. På begäran av SLU har specialister från Skogsstyrelsen inventerat några skogsbestånd utifrån UBM-metodiken (se metodbeskrivning nedan), tillhörande några större skogsbolag. De utvalda bestånden inventerades dels enligt UBM men också av GreensWay enligt Skogsbiologernas naturvärdesbedömning (se metodbeskrivning nedan). De inventerade skogarna som ingår i projektet är dels ett 40-tal nyckelbiotoper men också ett 40-tal “vanliga” produktionsskogsbestånd utan kända naturvärden, så kallade icke-nyckelbiotoper, med motsvarande trädslagssammansättning av gran, tall och björk. Detta gav alltså möjlighet att jämföra de olika metoderna och de olika beståndstyperna med avseende på biologisk mångfald.

Studielokal

Det datamaterial som vi analyserat är inhämtat i Bergslagen från 37 lokaler, varav 20 nyckelbiotoper och 17 icke-nyckelbiotoper, som visas nedan i en översiktskarta (figur 1).



Figur 1. Karta över de inventerade bestånden.
Figure 1. Map over the inventoried stands.

Datainsamling

UBM - Uppföljning av biologisk mångfald

För att få ett mått på den biologiska mångfalden används kvantitativa uppskattningar av direkta och indirekta aspekter, med hjälp av UBM- metodiken (Wijk 2016). Den omfattar en art- och substratinventering uppdelat i delytor över hela arealen, mindre än två hektar, och även en beståndsinventering utmed transekter i objektet.

I art- och substratinventeringen registrerar man signalarter som indikerar hög biologisk mångfald, vilka inkluderar hela signalartslistan som innehåller ca 650 signalarter, med mossor, lavar, svampar, kärlväxter och insekter (Wijk 2016). På samma sätt registreras även rödlistade signalarter och antalet vedsubstrat.

För att ge en bild av beståndet och få ett mått på till exempel substratförekomst och beståndsvariation görs en beståndsinventering (Wijk 2016). Där redovisas arter, antal och diameter för alla vedväxter i träd- och buskskiktet, stående och liggande död ved större än 10 cm samt nedbrytningsgraden för lågor.

Skogsbiologernas naturvärdesbedömning

Skogsbiologernas naturvärdesbedömning är gjord för att göra övergripande bedömningar av naturvärden i alla skogliga miljöer, se bilaga 3 (Skogsbiologerna AB 2015). Inventeringen görs utifrån ett frågeformulär där man svarar ja eller nej, och varje ja ger ett poäng. 15-20 poäng betraktas som att objektet besitter höga naturvärden och de objekt med poäng under 5-10 har oftast ganska låga naturvärden. Vid poängsättningen görs en bedömning av ståndort, miljö, dynamik, struktur, träd och död ved och vad som då bedöms vara påtagligt eller iögonfallande är subjektivt. Vid denna inventeringsmetod är huvudsyftet inte att återfinna specifika arter, utan att istället uppmärksamma förutsättningar för biologisk mångfald (Gustafsson & Hannerz, 2018). Som tidigare nämnts bygger alltså inventeringsmetoden på att indirekta kriterier identifieras såsom äldre markanvändning, viktiga strukturer, skogens ålder och kontinuitet, eftersom många ovanliga arter är knutna till dessa faktorer.

Analyser

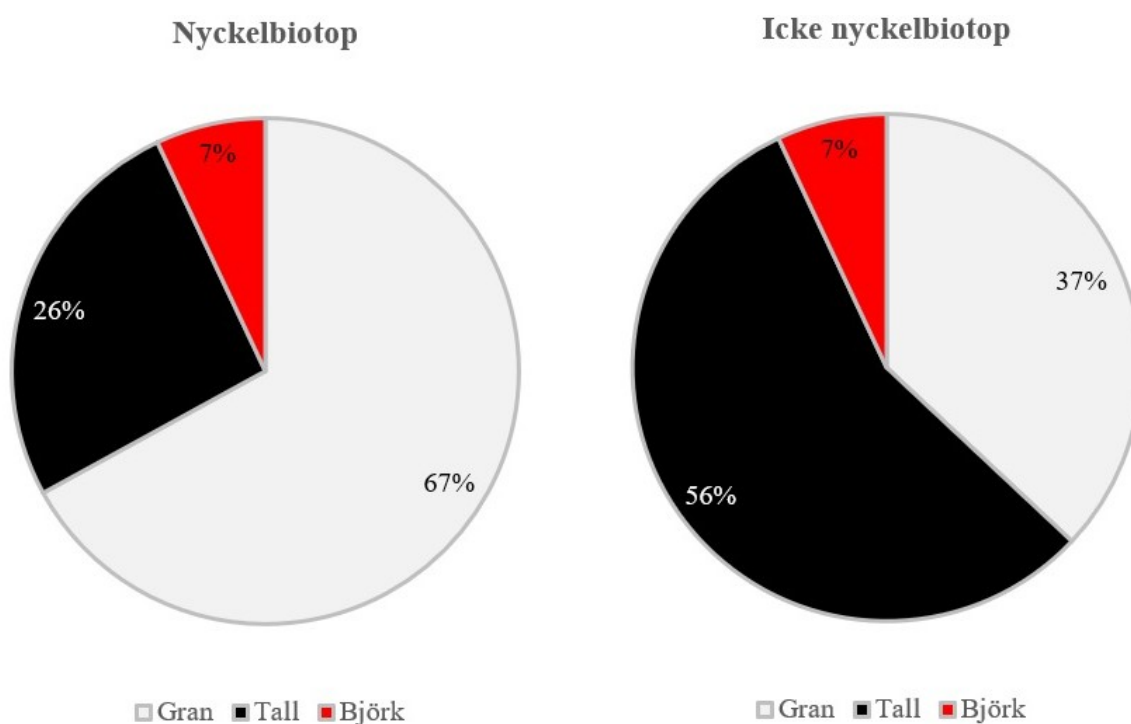
Datamaterialet innehöll objekts-id, objekttyp (nyckelbiotop och icke-nyckelbiotop), koordinater, skogsbiologernas objektpoäng, mängden död ved i m³ per hektar, antal signalarter och antal rödlistade signalarter per hektar. De artgrupper som ingick i det analyserade datamaterialet var mossor, kärlväxter, svampar och lavar. Vi ville ta reda på om det fanns ett statistiskt samband dels mellan objektpoäng och variablerna död ved, signalarter och rödlistade signalarter, men även mellan död ved och variablerna signalarter och rödlistade signalarter.

För analyserna har vi använt statistikprogrammet R och paketen “plyr”, “dplyr” och “ggplot2”. I första analysen testade vi om datamaterialet var normalfördelat och oberoende av varandra genom att göra histogram (bilaga 1). Sedan utfördes linjära regressionsanalyser vartefter residualerna studerades för att ta reda på hur pålitlig modellen var (bilaga 2). Regressionsekvationen för vårt data är $Y_k = \beta_0 + \beta_1 F_j + \beta_2 X_i + \beta_3 F_j X_i + \epsilon$, där Y_k är en kontinuerlig responsvariabel och k är signalarter, rödlistade signalarter eller död ved. X är en kontinuerlig oberoende variabel där i är objektspoäng eller död ved. F är en faktor för objektstyp och kan anta värdena 1 eller 0, där j antingen är nyckelbiotop ($F_j = 1$) eller icke nyckelbiotop ($F_j = 0$). β är estimerat och ϵ är slumpfelet. β_0 är interceptet, β_1 är effekten av objektstyp, β_2 är effekten av den kontinuerliga variabeln och β_3 är interaktionseffekten. Därefter gjordes ett Mann-Whitney test för att ta reda på skillnaden i biodiversitet mellan nyckelbiotoper och produktionsskogar med avseende på död ved, signalarter och rödlistade signalarter. Efter detta gjordes en översiktskarta i ArcMap över de inventerade bestånden.

RESULTAT

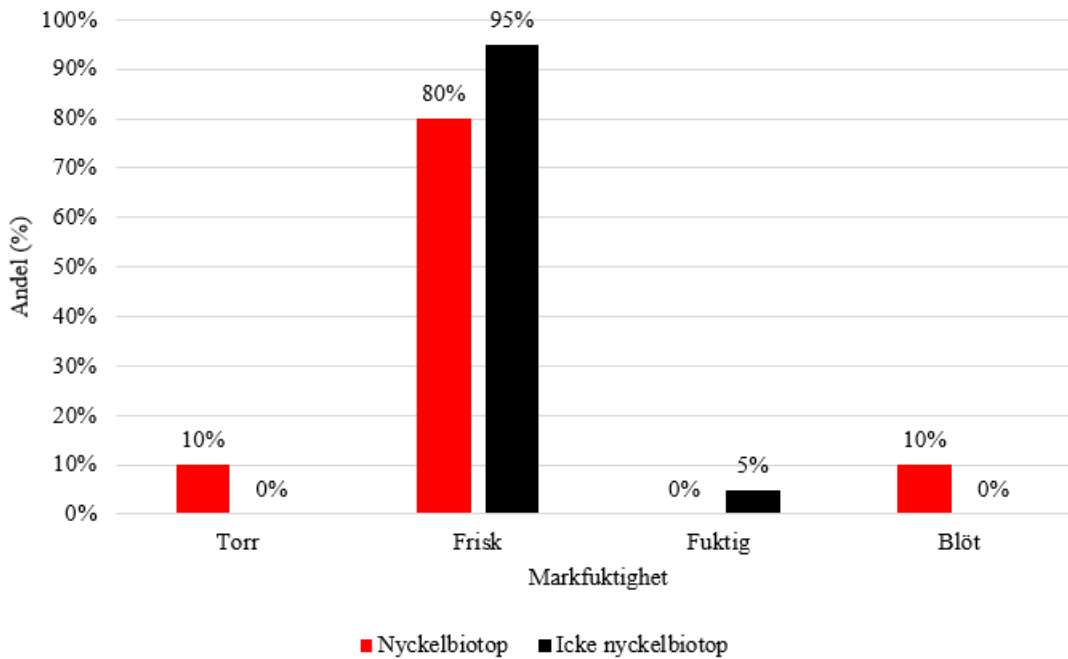
Resultat för studielokalerna

Den inventerade arealen nyckelbiotop består till största del av gran som har en grundyta på 18.9 kvadratmeter per hektar i genomsnitt. Resterande areal består av tall och björk med en grundyta på genomsnitt 7.3 respektive 2.1 kvadratmeter per hektar. Den inventerade arealen icke nyckelbiotop består till största del av tall och har i genomsnitt en grundyta på 14.4 kvadratmeter per hektar. Resterande areal består av gran respektive björk med 9.4 respektive 1.7 kvadratmeter per hektar (figur 2).



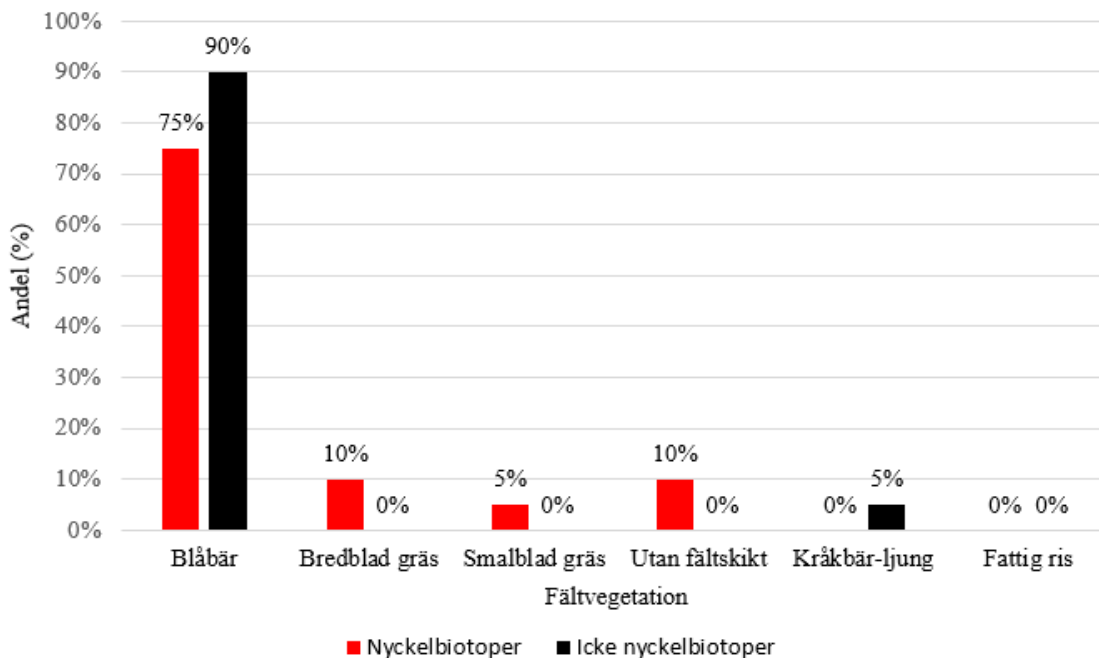
Figur 2. Relativa trädslagsfördelningen av grundyta för nyckelbiotoper respektive icke nyckelbiotoper.
Figure 2. The relative tree species distribution for basal area in key biotopes and non-key biotopes.

I både nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper är majoriteten av ytorna klassificerade som “frisk” mark. Resterande areal i nyckelbiotoper är antingen klassificerade som “torr” eller “blöt” mark. Den resterande arealen icke nyckelbiotop är kategoriserad som “fuktig” mark (figur 3).

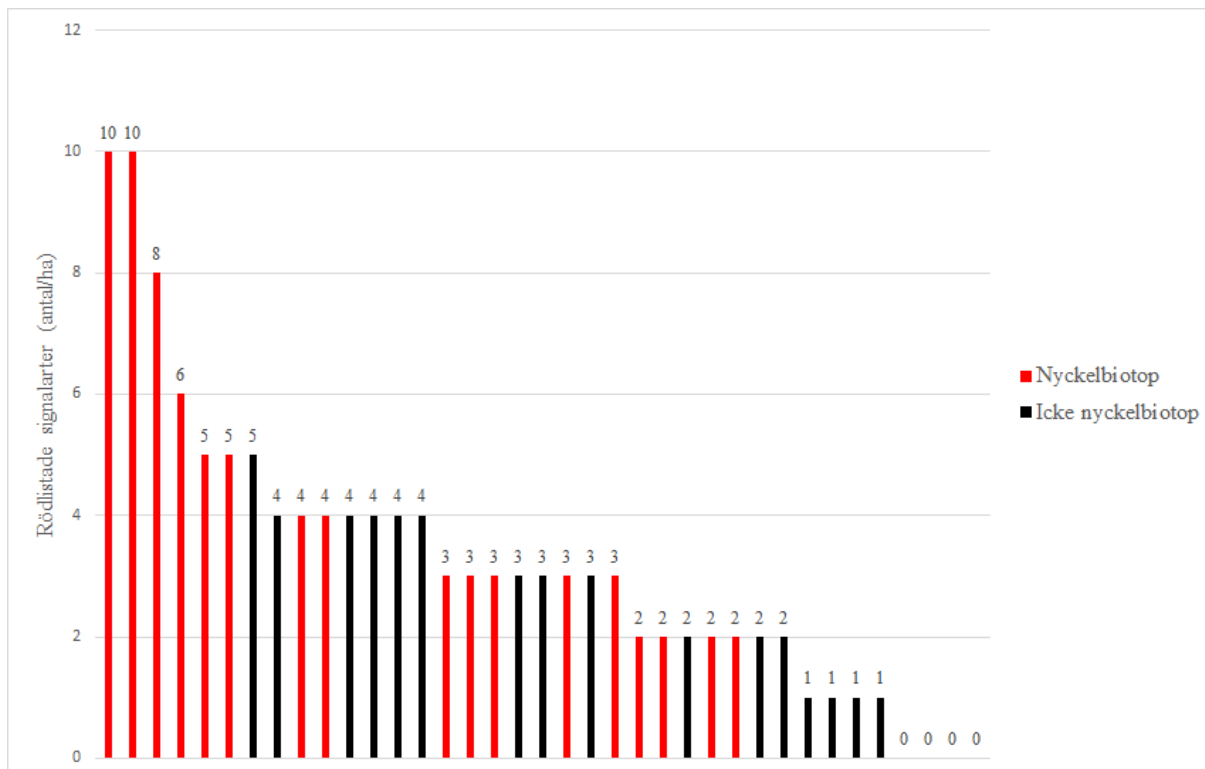


Figur 3. Fördelningen av markfuktigheten i nyckelbiotoper respektive icke nyckelbiotoper.
Figure 3. The distribution for soil moisture in key biotopes and non-key biotopes.

Fältskiktet domineras av blåbärstyp i både nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper. Resterande andel i nyckelbiotoper är bredbladigt gräs, smalbladigt gräs eller är utan fältskikt. Den resterande andelen i icke nyckelbiotoper är kråkbär-ljung (figur 4).

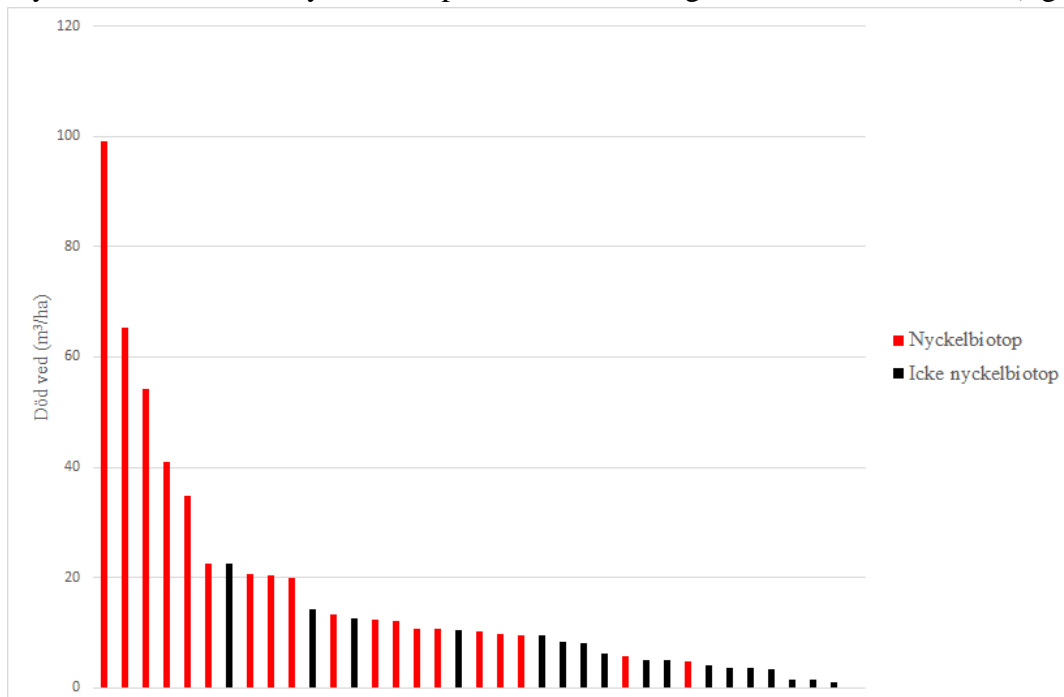


Figur 4. En procentuell fördelning av vegetationstyp i nyckelbiotoper respektive icke nyckelbiotoper.
Figure 4. The distribution for type of vegetation in key biotopes and non-key biotopes.



Figur 6. Antal rödlistade signalarter för nyckelbiotoper respektive icke nyckelbiotoper.
Figure 6. Number of red-listed indicator species for key biotopes and non-key biotopes.

För de allra flesta bestånd var det relativt lite död ved för både nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper, men ett fåtal nyckelbiotoper utmärkte sig eftersom de innehöll relativt mycket död ved. Icke nyckelbiotoper hade de allra lägsta nivåerna av död ved (figur 7).



Figur 7. Volym död ved för nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper.
Figure 7. Volume dead wood for key biotopes and non-key biotopes.

Huvudresultat

Analyserna visade att det fanns ett positivt linjärt samband mellan objektspoäng och signalarter, rödlistade signalarter samt död ved. Även korrelationen mellan död ved och signalarter samt rödlistade signalarter visade ett positivt linjärt samband (tabell 1). Det starkaste sambandet fanns mellan signalarter och objektspoäng, medan korrelationen för rödlistade signalarter och objektspoäng visade ett mindre starkt linjärt samband.

Tabell 1. Beskriver korrelationen mellan signalarter, rödlistade signalarter och död ved mot objektspoäng respektive död ved

Table 1. Describes the correlation between signal species, redlisted signal species and dead wood with object points and dead wood

Test	Korrelationkoefficient
Objektspoäng-signalarter	0.74
Objektspoäng-rödlistade signalarter	0.56
Objektspoäng- död ved	0.58
Död ved- signalarter	0.68
Död ved- rödlistade signalarter	0,68

Skillnad mellan nyckelbiotop och icke nyckelbiotop

Mann-Whitney's test visade att det fanns en skillnad mellan nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper. Nyckelbiotoperna innehöll dubbelt så många signalarter som icke nyckelbiotoper (tabell 2, $p=0.005$, $W=97.5$). Det var drygt fem gånger så stor volym död ved i nyckelbiotoper gentemot icke nyckelbiotoper (tabell 2, $p=0.001$, $W=80.5$). Antalet lågor var ca 3.5 gånger fler i nyckelbiotoper jämfört med icke nyckelbiotoper (tabell 2, $p=0.001$, $W=81$). Skillnaden i antal rödlistade signalarter mellan nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper kunde inte statistiskt säkerställas (tabell 2, $p=0.112$, $W=141.5$).

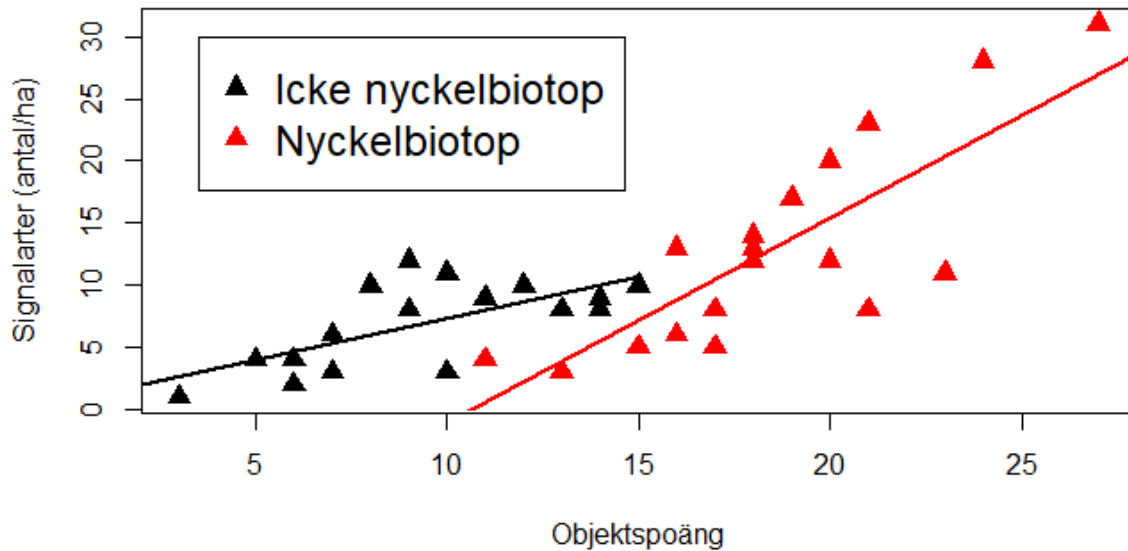
Tabell 2. Medianvärde och total summa av fynd i respektive objekttyp

Table 2. The median and the total sum of findings in the two object types

	Signalarter (antal)		Rödlistade signalarter (antal)		Död ved (m3)		Död ved (antal)	
	Median	Summa	Median	Summa	Median	Summa	Median	Summa
Nyckelbiotop	12	247	3	75	13	477	132	3870
Icke nyckelbiotop	7	118	2	44	6	88	94	1099

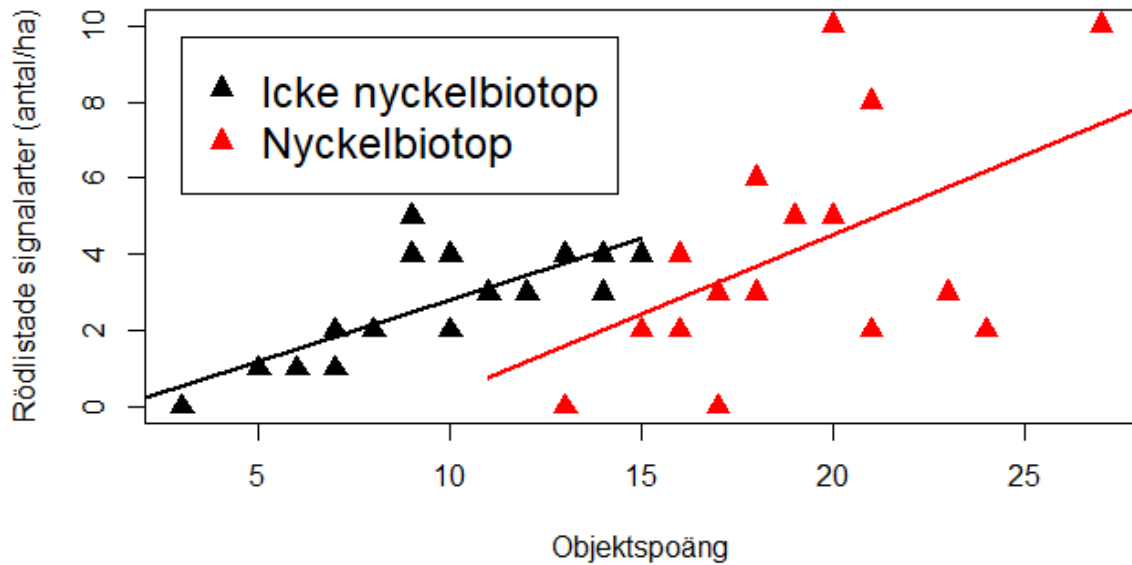
Samband mellan objektspoäng och signalarter, rödlistade signalarter samt död ved

När estimatet studerades för objektspoäng jämfört med signalarter framgick att sambandet för nyckelbiotoper har en skarpare lutning än icke nyckelbiotoper. Objektspoäng har alltså ett starkare samband med signalarter i nyckelbiotoper än icke nyckelbiotoper, då objektspoängen ökade med en poäng ökade antalet signalarter med 1.65 i nyckelbiotoper och 0.67 i icke nyckelbiotoper (figur 8).



Figur 8. Samband mellan antal signalarter och objektspoäng för nyckelbiotoper respektive icke nyckelbiotoper. *Figure 8. The relation between number of indicator species and object points for key biotopes and non-key biotopes.*

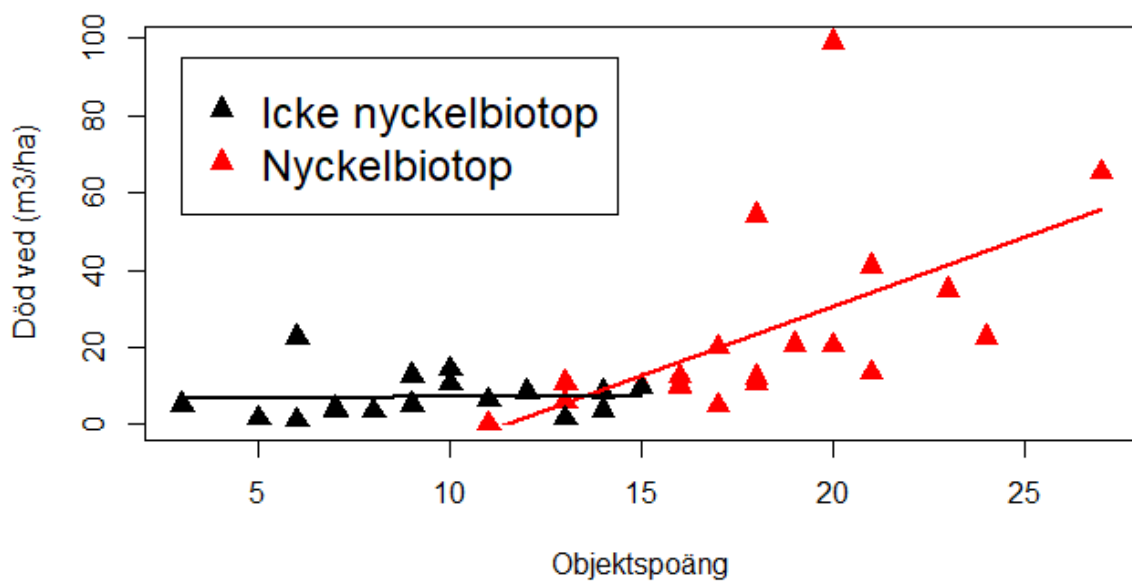
Modellen hade en skarpare lutning för sambandet mellan objektspoäng och rödlistade signalarter för nyckelbiotoper än för icke nyckelbiotoper (Figur 9, estimat = 0.42 respektive 0.32).



Figur 9. Samband mellan antal rödlistade signalarter och objektspoäng för nyckelbiotoper respektive icke nyckelbiotoper.

Figure 9. The relation between number of red-listed indicator species and object points for key biotopes and non-key biotopes.

Vid jämförelse av sambanden i modellen för död ved och objektspoäng framgick att nyckelbiotoper hade en skarpere lutning än icke nyckelbiotoper (Figur 10, estimat = 3.6 respektive 0.08).



Figur 10. Samband mellan volym död ved och objektspoäng för nyckelbiotoper respektive icke nyckelbiotoper.

Figure 10. The relation between volume dead wood and object points for key biotopes and non-key biotopes.

Resultatet visade att det fanns två olika positiva linjära samband för nyckelbiotoper respektive icke nyckelbiotoper, mellan signalarter och objektspoäng. Det visade även att det fanns positiva linjära samband mellan rödlistade signalarter och objektspoäng för både nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper, däremot kan vi inte säga att det finns någon skillnad i samband mellan skogstyperna. Det fanns ett positivt linjärt samband mellan död ved och objektspoäng för nyckelbiotoper, men vi kunde inte finna något linjärt samband för icke nyckelbiotoper (tabell 3).

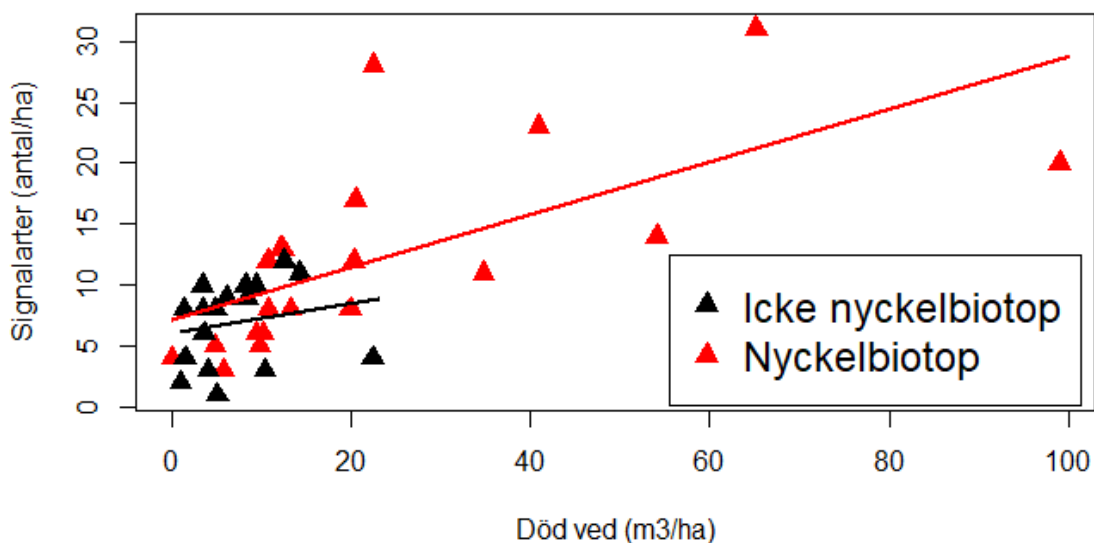
Tabell 3. Tre olika regressionsmodeller för signalarter, rödlistade signalarter och död ved mot objektspoäng och objekttyp

Table 3. Three different regression models for indicator species, red-listed indicator species and dead wood with regard to object points and object types

	Signalarter		Rödlistade signalarter		Död ved	
	Estimat	P-värde	Estimat	P-värde	Estimat	P-värde
Intercept	0.701	0.805	-0.425	0.762	6.356	0.572
Objektstyp (nyckelbiotop)	-18.207	0.001	-3.368	0.194	-47.780	0.025
Objektspoäng	0.667	0.025	0.322	0.028	0.077	0.946
Interaktion	0.978	0.012	0.093	0.609	3.52	0.021
R2-värde	69 %		40 %		44 %	
Std	3.94		1.95		15.6	

Samband mellan död ved och signalarter samt mellan död ved och rödlistade signalarter

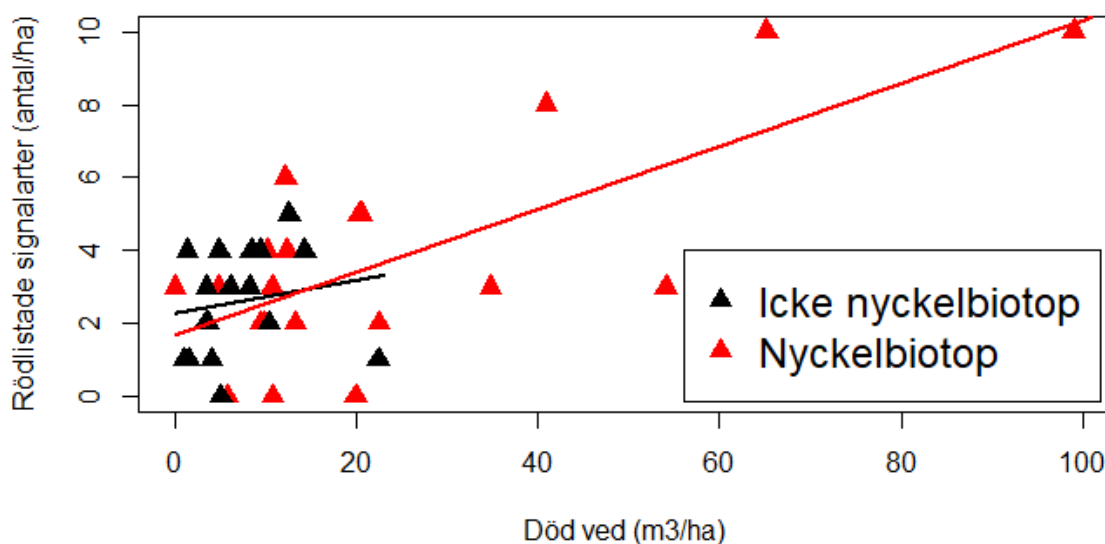
Vid en jämförelse av död ved med antal signalarter framgick att det är en skarpare lutning i sambandet för nyckelbiotoper än för icke nyckelbiotoper (Figur 11, estimat = 0.21 respektive 0.12).



Figur 11. Samband mellan antal signalarter och volym död ved för nyckelbiotoper respektive icke nyckelbiotoper.

Figure 11. The relation between number of indicator species and volume dead wood for key biotopes and non-key biotopes.

Det förekom ingen större skillnad i samband för nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper vid jämförelsen av antalet rödlistade signalarter och död ved (Figur 12, estimat = 0.09 respektive 0.05).



Figur 12. Samband mellan antal rödlistade signalarter och volym död ved för nyckelbiotoper respektive icke nyckelbiotoper.

Figure 12. The relation between number of red-listed indicator species and volume dead wood for key biotopes and non-key biotopes.

Vi fann inte något statistiskt stöd för ett linjärt samband mellan signalarter och död ved samt rödlistade signalarter och död ved (tabell 4).

Tabell 4. Två olika regressionsmodeller för signalarter och rödlistade signalarter mot objektspoäng och objekttyp

Table 4. Two different regression models for indicator species and red-listed indicator species in regard to object points and object types

	Signalarter		Rödlistade signalarter	
	Estimat	P-värde	Estimat	P-värde
Intercept	6.079	0.005	2.267	0.004
Objektstyp (nyckelbiotop)	1.151	0.661	-0.570	0.547
Död ved/m ³ /ha	0.122	0.599	0.045	0.586
Interaktion	0.093	0.694	0.041	0.633
R2-Värde	48 %		47 %	
Std	5.1		1.84	

DISKUSSION

Syftet med arbetet var att jämföra nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper med avseende på antal signalarter, rödlistade signalarter och död ved samt att undersöka hur väl Skogsbiologernas naturvärdesbedömning fungerar. Vi ville ta reda på om det fanns ett samband för poängsättningen av objekten och antal signalarter, rödlistade signalarter och mängden död ved. Ett starkt samband skulle kunna betyda att Skogsbiologernas naturvärdesbedömning är en bra metod för att hitta skogar med höga naturvärden. Vi ville även undersöka om det fanns ett samband mellan död ved och signalarter samt död ved och rödlistade signalarter, detta för att utvärdera om död ved kan vara en bra indikator för skyddsvärd skog.

Resultaten är inte helt entydiga gällande skillnader mellan nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper. Vårt resultat visade att biodiversiteten är högre i nyckelbiotoper än icke nyckelbiotoper. Nyckelbiotoper hade dubbelt så många signalarter jämfört med icke nyckelbiotoper och drygt fem gånger så stor volym död ved (tabell 2). Vårt resultat tycks överensstämma med en studie som gjorts i Roslagen och Småland (Gustafsson *et al.*, 2004). I studien jämfördes antal mossor (signalarter och rödlistade arter) i nyckelbiotoper och produktionsskogar och resultaten visar att antal signalarter är signifikant högre i nyckelbiotoper jämfört med produktionsskogar. Samtidigt motsäger vårt arbete resultaten från en studie som jämfört förekomster av kärlväxter (signalarter) i nyckelbiotoper och produktionsskogar. Denna studie visar att det totala antalet inte skiljer sig åt mellan skogstyperna (Gustafsson, 2000).

När det gäller vårt resultat för rödlistade signalarter kan vi se att artantalet är något högre i nyckelbiotoper jämfört med icke nyckelbiotoper. Det visade även att det fanns ett positivt linjärt samband mellan rödlistade signalarter och objektspoäng för både nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper, men vi kan emellertid inte påvisa att det finns någon statistisk signifikant skillnad mellan skogstyperna. En studie av Djupström *et al.* (2008), där det framgår att nyckelbiotoper hyser fler rödlistade arter än hänsynsytor och gammal brukad skog skulle kunna bekräfta vårt resultat även om de endast nämner rödlistade arter medan vi jämför rödlistade signalarter.

Vårt resultat visade också att det fanns en skillnad mellan nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper för död ved och objektspoäng, det fanns ett positivt linjärt samband för nyckelbiotoper men vi kunde inte finna något linjärt samband för icke nyckelbiotoper (tabell 3). Resultatet visade även att det fanns drygt dubbelt så stor volym död ved i nyckelbiotoper jämfört med icke nyckelbiotoper (tabell 2). Man skulle kunna tänka sig att sambandet mellan objektspoäng och död ved för icke nyckelbiotoper skulle likna sambandet för nyckelbiotoper om mängden död ved hade varit högre. Resultaten från vårt arbete överensstämmer alltså med Jonsson och Jonsson (2007) som också funnit att nyckelbiotoper i genomsnitt har dubbelt så mycket död ved som produktionsskogar. I en studie av Djupström *et al.* (2008), som jämförde mängden död ved mellan nyckelbiotoper och produktionsskogar, framgick däremot att det är

ungefär lika stora volymer död ved mellan skogstyperna. Det är emellertid inte statistiskt säkerställt att det finns en skillnad.

När vi utvärderade Skogsbiologernas naturvärdesbedömning visade resultatet att det finns ett positivt samband mellan objektspoäng och antal signalarter för både nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper. Däremot har sambandet för nyckelbiotoper en brantare lutning än icke nyckelbiotoper, vilket stärker vårt antagande om att ju fler poäng ett bestånd erhåller desto fler arter bör det hysa. Gällande poängsättningen finns en grov tumregel. Om ett skogsområde har höga naturvärden kan det få en poängsumma på 13-15 poäng eller mer, medan en poängsumma under 5 är vanlig och har låga naturvärden (Skogsbiologerna AB 2015). Den maximala poängsumman är 50 poäng men väldigt få når över 30 poäng. När vi studerar objektspoängen för våra resultat ser vi att det finns ett överlapp mellan nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper, som dock är relativt litet. Det finns till exempel icke nyckelbiotoper som har högre objektspoäng och fler antal signalarter men som trots detta inte är en nyckelbiotop (figur 8). Samtidigt finns det nyckelbiotoper med relativt höga objektspoäng men som har få antal signalarter i jämförelse med icke nyckelbiotoper. En förklaring till varför vissa bestånd har relativt höga objektspoäng och lågt artantal men ändå är en nyckelbiotop, skulle kunna vara att skogen har gynnsamma strukturer och möjlighet att på sikt hysa arter. En förklaring till varför vissa icke nyckelbiotoper har relativt höga objektspoäng och högt artantal men ändå inte är en nyckelbiotop, skulle kunna vara att bestånden inte har blivit klassificerade som nyckelbiotop än. Enligt en studie av Gustafsson et al. (2004) är många rödlistade arter kopplade till substrat såsom gamla och döda träd, därför bedömer författarna att fokus bör ligga på att finna dessa strukturer istället för specifika arter. Studien visar också att det är större sannolikhet att hitta rödlistade mossor om man har hittat många mossor som är signalarter. Med tanke på dessa resultat kan vi dra slutsatsen att det kan vara en god anledning att använda indirekta metoder för att hitta värdefulla miljöer. Men om en artinventering ska göras skulle det kunna vara mer passande att inventera signalarter än rödlistade arter, med tanke på att det kan vara komplicerat att hitta och artbestämma rödlistade arter.

När vi tittar på död ved som indirekt kriterium visade resultaten att det finns en positiv korrelation mellan död ved och signalarter samt död ved och rödlistade signalarter. Däremot kunde inte något linjärt samband säkerställas för varken signalarter eller rödlistade signalarter, även om fler fynd gjordes i nyckelbiotoperna. I en studie av Djupström *et al.* (2008), där man specifikt tittade på rödlistade saprofytiska skalbaggar, hittades inte heller någon skillnad mellan nyckelbiotoper och gammal brukad skog. Utifrån dessa resultat styrker det inte död ved som indirekt kriterium.

Det finns både för- och nackdelar med Skogsbiologernas naturvärdesbedömning. En nackdel med en sådan indirekt metod skulle kunna vara att man inte får en fullständig bild av områdets artinnehåll, man vet alltså inte vilka arter som faktiskt finns i området. En fördel däremot är att det inte krävs lika stor artkunskap för inventeringsarbetet och den är mindre tidskrävande. Tack vare detta blir den alltså mer kostnadseffektiv och enklare att använda i praktiken. Man bör dock ha i åtanke att den indirekta naturvärdesbedömningen till viss del är

en subjektiv bedömning, men om den utförs metodiskt är det ändå ett bra verktyg för att jämföra biologisk mångfald. En förutsättning är dock att de indirekta kriterierna, till exempel död ved, är av relevans för den biologiska mångfalden.

Det finns även begränsningar med vårt resultat. En begränsning med rödlistade signalarter och objektspoäng är att antal fynd var relativt få i både nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper, vilket gör att vår modell bygger på en liten mängd observationer och grunden för statistisk utvärdering blir alltså svag. Vidare är det ett litet överlapp mellan nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper för de förklarande variablerna vilket gör att modellerna inte är helt tillförlitliga. Det innebär att det kan finnas stora osäkerheter vid naturvärdesbedömningen om man bara använder sig av rödlistade signalarter. En annan begränsning är att endast 40 bestånd jämfördes i en begränsad del av landet och det vore därför intressant att se en mer omfattande studie med fler objekt. Dessutom skiljer sig den relativa trädslagsfördelningen av grundytan mellan nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper (figur 2). Nyckelbiotoper domineras av gran medan icke nyckelbiotoper istället domineras av tall. Detta skulle kunna påverka resultatet då forskning visar att gran är det trädslag som har flest arter knutna till sig (ArtDatabanken 2019) och vårt resultat visar att fler arter fanns i nyckelbiotoperna, vilket skulle kunna bero på att bestånden har en större andel gran. Ytterligare en begränsning är att vi studerat alla artgrupper samlade. Om vi hade haft mer tid hade vi också undersökt de olika artgrupperna var för sig, mot objektspoäng och död ved, för att eventuellt upptäcka mer specifika skillnader mellan nyckelbiotoper och icke nyckelbiotoper. Till exempel skulle vi kunnat studera specifikt vedlevande signalartssvampar och död ved eller rödlistade mossor och död ved. Det vore även intressant att i framtiden följa upp om effekterna av nyckelbiotoper påverkat den biologiska mångfalden, för att se om de hyser fler arter och om de har bibehållit eller förstärkt sina naturvärden. Då skulle vi kunna få svar på de funderingar vi har kring objekten med höga poäng men få arter. En liknande uppföljning av biologisk mångfald i nyckelbiotoper har redan genomförts av Skogsstyrelsen (Wijk 2017). Den visar att antalet signalarter och rödlistade arter är fler än innan. Det skulle vara intressant att göra en uppföljning även i våra försöksytor och vid flera tillfällen för att se vilken typ av utveckling som skett.

Slutsats

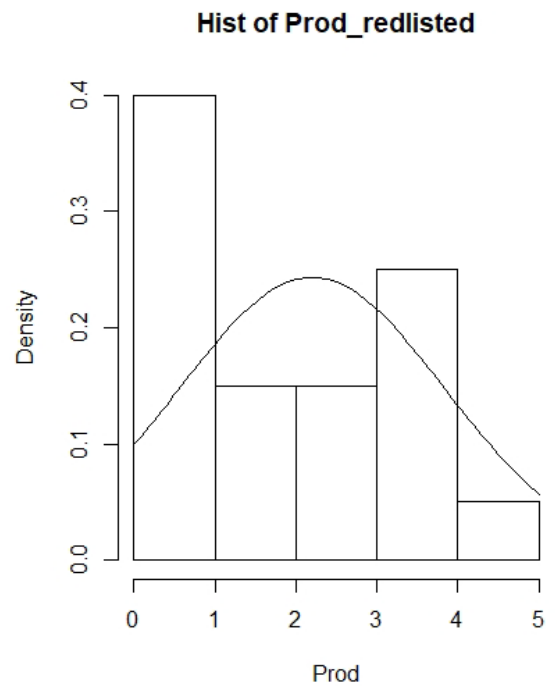
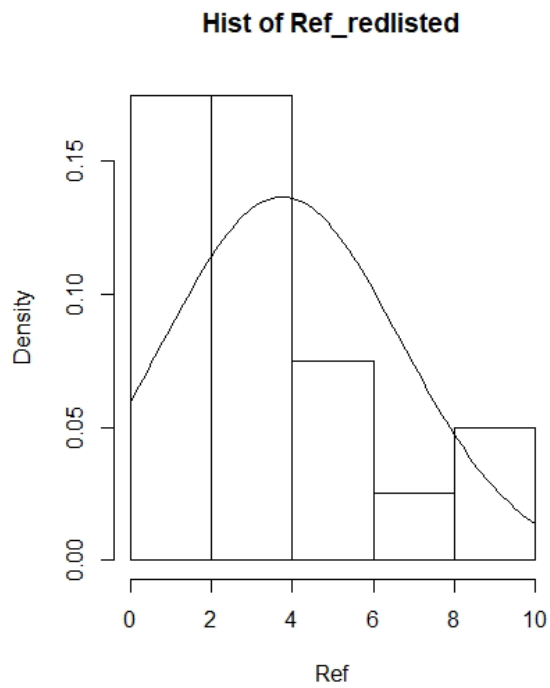
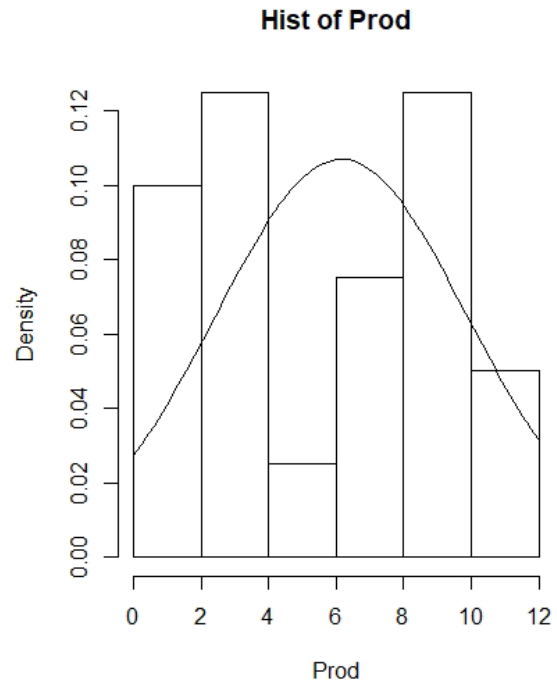
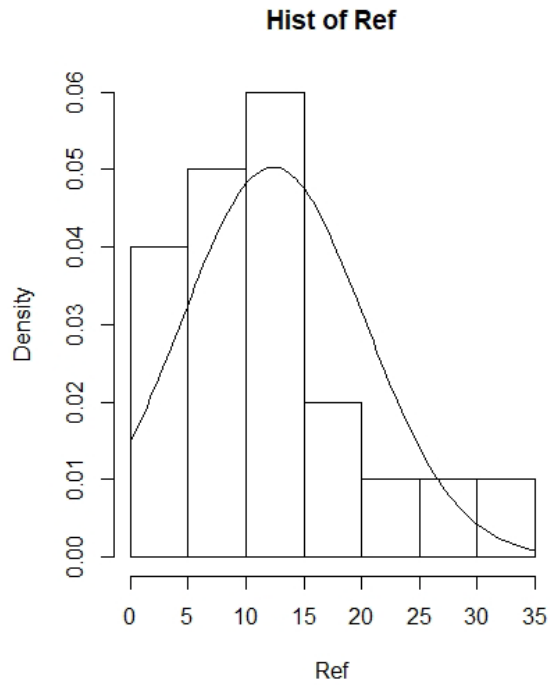
Utifrån våra resultat kan vi dra slutsatsen att biodiversiteten och mängden död ved är högre i nyckelbiotoper än icke nyckelbiotoper. Däremot kunde vi inte påvisa några skillnader mellan skogstyperna för rödlistade signalarter. De samlade resultaten tyder också på att Skogsbiologernas naturvärdesbedömning kan vara användbar eftersom det finns positiva samband mellan objektspoäng och signalarter och död ved i nyckelbiotoper. Det som däremot säger emot metoden är att resultatet inte styrker död ved som indirekt kriterium.

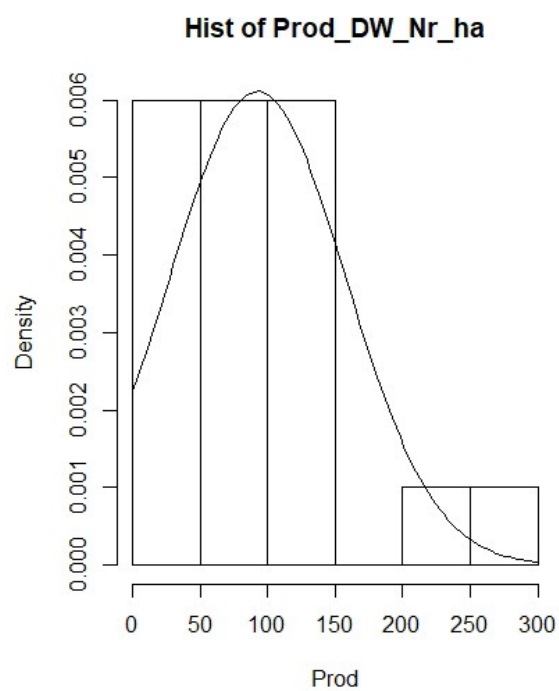
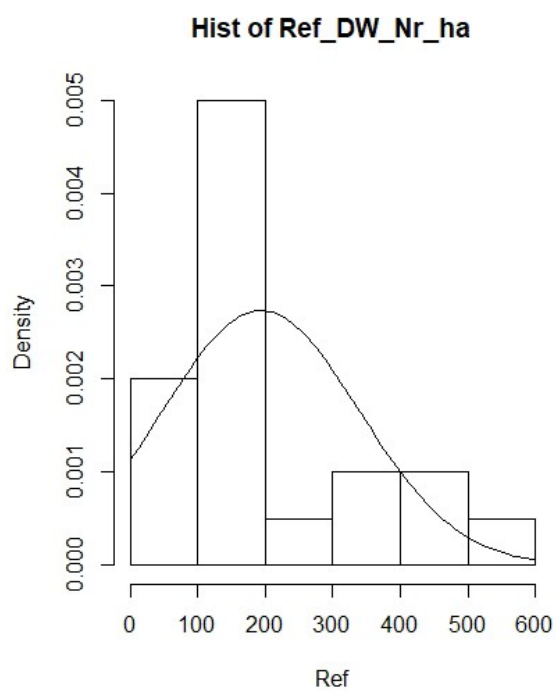
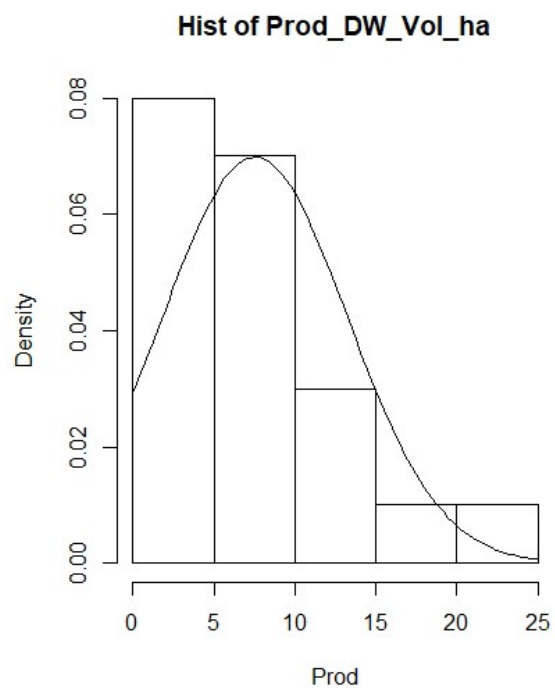
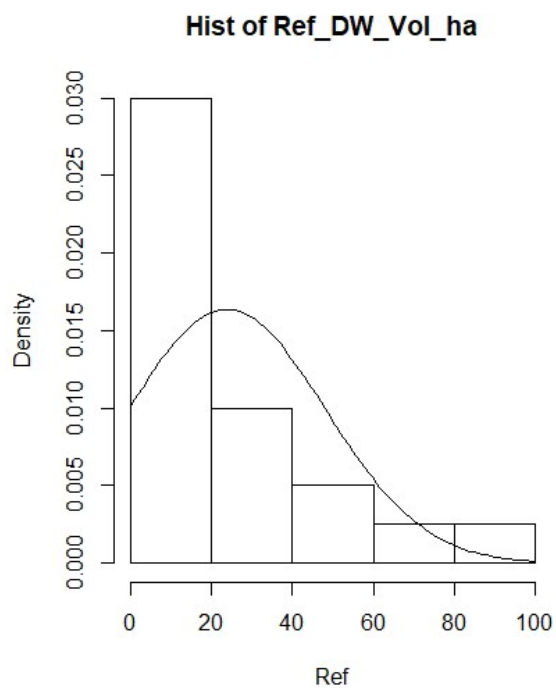
REFERENSER

- ArtDatabanken (2015). *Rödlistade arter i Sverige 2015*. Uppsala: SLU Tillgänglig: https://pub.epsilon.slu.se/12339/1/Rödlistan_2015.pdf [2019-03-22]
- Djupström, L.B., Weslien, J. & Schroeder, L.M. (2008). Dead wood and saproxylic beetles in set-aside and non set-aside forests in a boreal region. *Forest ecology and management*, vol. 255 (8), pp. 3340–3350.
- Drakenberg, B. (1999). *Indirekt naturvärdesbedömning på beståndsnivå - en praktiskt tillämpbar metod*.
- Drakenberg, B., Lindhe, A. *Naturvärdesbedömning av skogsmark*. Saltsjö-boo: Skogsbiologerna AB (2015).
- Grooten, M. and Almond, R.E.A.(Eds). (2018) *Living Planet Report - 2018: Aiming Higher*. Gland, Switzerland: WWF.
- Gustafsson, L., De Jong, J. & Noréng, M. (1999). Evaluation of Swedish woodland key habitats using red-listed bryophytes and lichens. *Biodiversity & Conservation*, vol. 8 (8), pp. 1101–1114.
- Gustafsson, L. (2000). Red-listed species and indicators: vascular plants in woodland key habitats and surrounding production forests in Sweden. *Biological Conservation*, vol. 92 (1), pp. 35–43.
- Gustafsson, L., Hylander, K. & Jacobson, C. (2004). Uncommon bryophytes in Swedish forests - - key habitats and production forests compared. *Forest ecology and management*, vol. 194, pp. 11–22.
- Gustafsson, L. & Hannerz, M. (2018). *20 års forskning om nyckelbiotoper – här är resultaten* [online]. Uppsala.
- IUCN (2019). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Tillgänglig: <https://www.iucnredlist.org/en> [2019-03-25]
- Jonsson, M.T. & Jonsson, B.G. (2007). Assessing coarse woody debris in Swedish woodland key habitats: Implications for conservation and management. *Forest ecology and management*, vol. 242, pp. 363–373.
- Sundberg, S., Carlberg, T., Sandström, J. & Thor, G. (2019). *Värdväxters betydelse för andra organismer- med fokus på vedartade värdväxter*. Uppsala: ArtDatabanken SLU. Tillgänglig: <https://www.artdatabanken.se/globalassets/ew/subw/artd/2.-var-verksamhet/publikationer/vardvaxters-betydelse-for-andra-organismer--med-fokus-pa-vedartade-vardvaxter/vardartsrapport.pdf> [2019-04-15]
- Timonen, J., Gustafsson, L., Kotiaho, J.S. & Mönkkönen, M. (2011). Hotspots in cold climate: Conservation value of woodland key habitats in boreal forests. *Biological Conservation*, vol. 144 (8), pp. 2061–2067.
- Världsnaturfonden WWF (2019). *Hotade arter i skogen*. Tillgänglig: <https://www.wwf.se/skog/sverige/hotade-arter-i-skogen/> [2019-03-04]
- Wijk, S. (2016). *Uppföljning av biologisk mångfald i skog med höga naturvärden*.
- Jönköping: Skogsstyrelsen. (Rapportserie 2016:1) Tillgänglig: https://shopcdn.textalk.se/shop/9098/art63/36496963-9e926e-Biologisk_mangfald_webb.pdf
- Wijk, S. (2017). *Biologisk mångfald i nyckelbiotoper*. Jönköping: Skogsstyrelsen. (Rapportserie 2017:4) Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/publikationer/2017/biologisk-mangfald-i-nyckelbiotoper.pdf>. [2019-02-26]

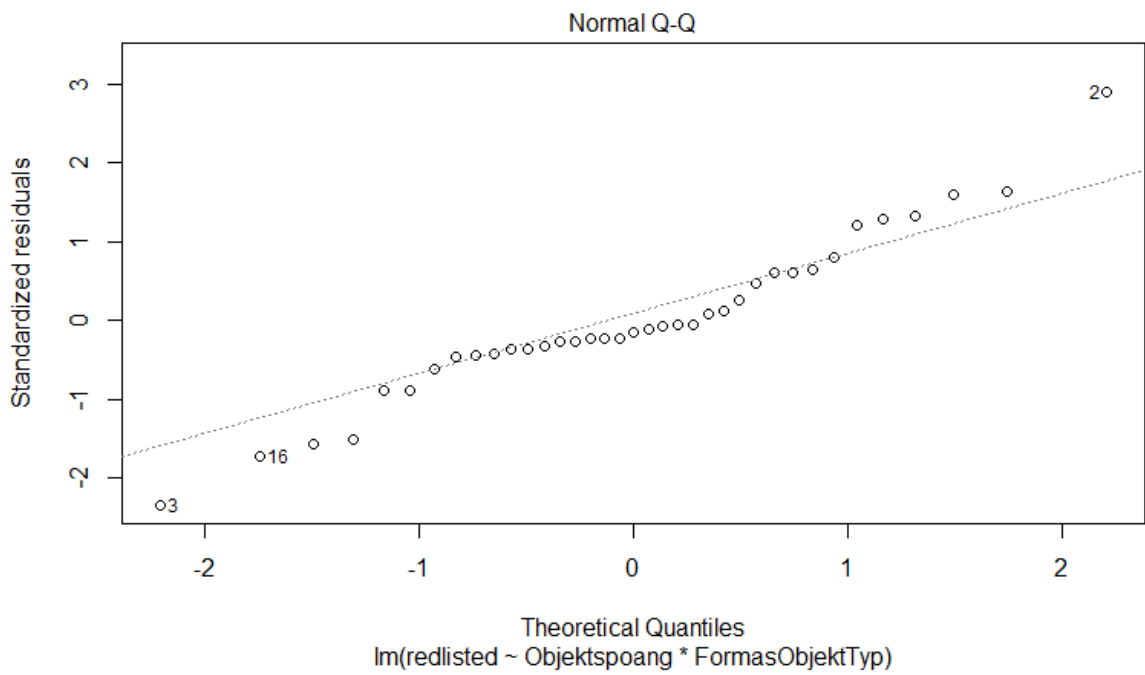
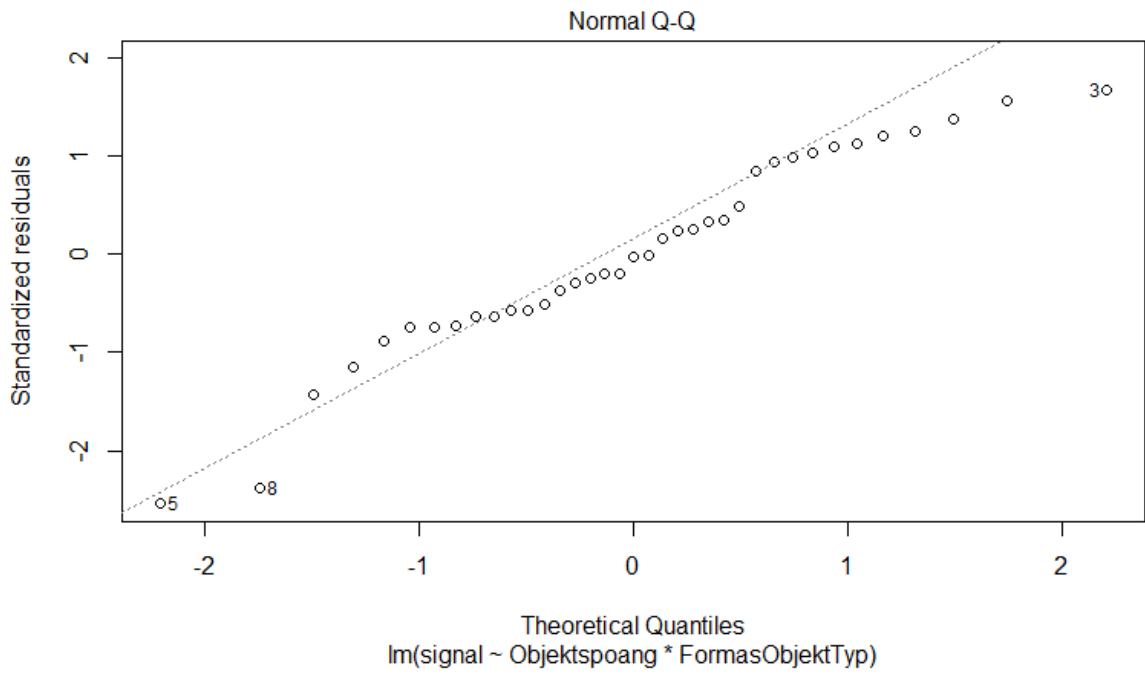
6 BILAGOR

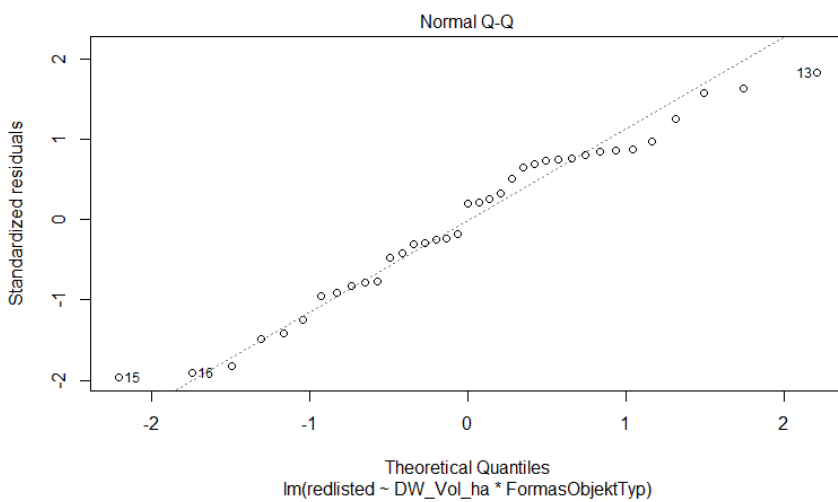
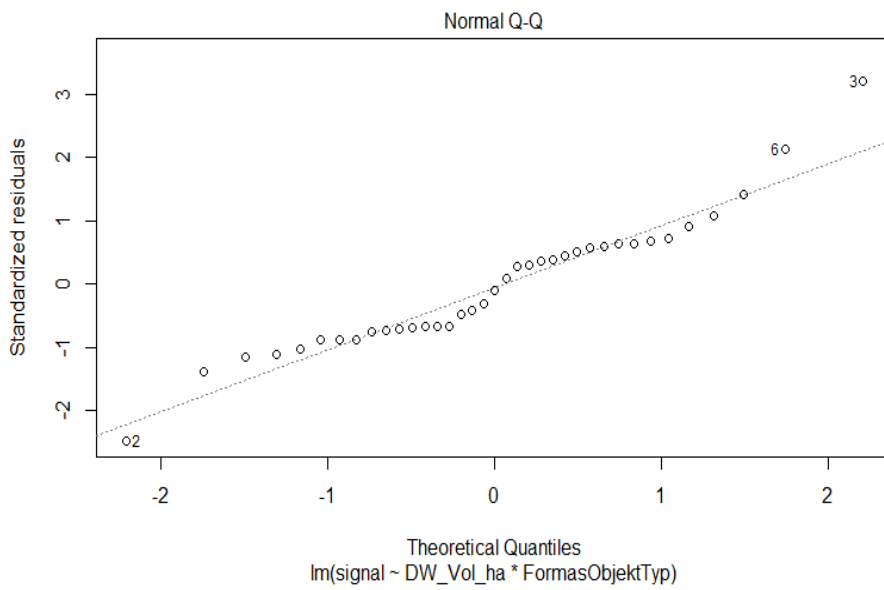
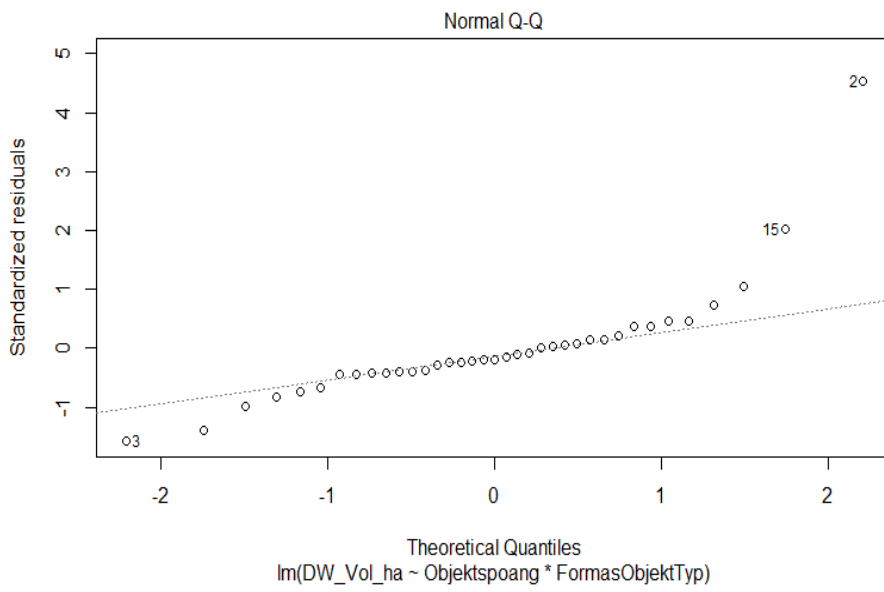
Bilaga 1. Histogram över normalfördelning





Bilaga 2. Residualplottar





NATURVÄRDESBEDÖMNING AV SKOGSMARK

Beståndsnr/Id:	Areal:
----------------	--------

Beskrivning:

Ståndortspoäng + Beståndspoäng = Objektspoäng		
N – Nystörda marker i unga successionsfaser		
O - Ofta / Omfattande brandstörda marker normalt bevuxta med tall- eller pionjärlövsskog i senare successionsfaser.		
S - Sällan / Småskaligt störda marker, normalt bevuxta med granskog, som naturligt störs genom luckor i krontaket.		
Ä - Ädellövskog av alm / lönn / lind / ask med inblandning av ek och andra träd, som naturligt störs småskaligt genom luckor i krontaket.		
V - Vattenståndsstörda skogar av al, björk eller sälg.		
K - Kulturlandskapets skogar präglade av pågående eller äldre bete, oftast med en blandskog av ek, lövträd och barrträd		
Successionsfas	Ståndortsmosaik	Olika delbestånd

Noterade intressanta arter samt kulturlämningar:

Skötsel förslag:

Några korta kommentarer om poängsättning och tolkning.

- * Storleken på de bedömda områdena kan vara från 0,5 ha upp till flera 10-tals ha, de bör dock utgöra en någonsånär likartad ståndort med förmodat likartad störningsregim. Insprängda eller angränsande småbiotoper t.ex. kärr, hållmarker och vattenytor kan ingå.
- * En egenskap som det finns flera av ska förekomma i medeltal mer än 2/ha.
- * En egenskap som det är påtagligt med ska finnas i så stor mängd att man lätt kan se flera av den var som helst i beståndet utan att man behöver leta efter den.
- * Bedömningen sker ibland genom att frågorna upprepas men med höjtt krav på mängd eller kvalitet. Om det högsta kravet uppnås ska även de tidigare frågorna om samma sak kryssas – vissa speciellt viktiga egenskaper dubbel- eller trippelpoängsätts på så vis.
- * Frågorna 1-40 är storleksberoende, poäng sätts oberoende av areal/hektar.
- * Frågorna 41-80 är storleksberoende, poäng sätts om det efterfrågade finns i tillräcklig mängd (flera, påtagligt med) i medeltal per hektar.
- * Snedsrecken betyder och / eller, de efterfrågade egenskaperna ger poäng oavsett om de förekommer ensamma eller i kombination med varandra.
- * lögonfallande egenskaper (mossstrecken, hålträd, bryn etc.) ska vara så framträdande / markanta så att de avviker från vad som är vanligt i ett regionalt perspektiv.
- * För att bedömas som solexponerat bör trädets stam, lågan eller högstubben vara bejst under dagens huvuddel.
- * Diameteruppgifter avser brösthöjd, för lågor gäller lågans grövre del.
- * Till hänglavar räknas skågg-, gam- och tagellavar men ej s.k. busklavar

Tolkning och användning.

- * Summan av ståndortspoängen och beståndspoängen utgör ett grovt mått på det bedömda områdets *lämplighet* som miljö för biologisk mångfald men den kan absolut inte anses motsvara någon viss mängd ovanliga arter.
- * Poängsumman får inte tolkas som en absolut värdemätare dels då den är baserad på en hel del inexakta uppskattningar, dels då vissa sällsynta poängsatta strukturer har större betydelse för den biologiska mångfalden än andra mera ordinära.
- * Urvalet av vilka bestånd som ska undantas skogsbruk eller brukas modifierat baseras dels på poängen, dels på andra avväganden såsom erfarenhet om vilka miljötyper, strukturer och element som är lokalt eller regionalt vanliga resp. ovanliga. Vidare bör läget i landskapet och möjligheterna att ansluta området till andra värdefulla områden spela roll för det slutliga avgränsandet. Tallskogar med höga naturvärden är så sällsynta att man även bör betrakta objekt med medelhög poäng som värdefulla.
- * Beståndspoängen (frågorna 41 – 80) är storleksberoende. Detta gör att större områden som uppfyller mångdkraven har ett större värde än små där samma mångdkrav också uppfylls. För större områden >10 ha finns det därför skäl att vika upp beståndspoängen.

Skötsel.

- * De olika biotopgrupperna motsvarar grovt olika skötseltyper. Värdefulla tall- eller pionjärlövsskogar (O-områden) lämpar sig ofta för någon form av modifierad skötsel där man via brand eller brandimiterande störningar på sikt försöker åstadkomma ett så naturligt tillstånd som är möjligt inom givna ramar. Värdefulla gammelgran- och ädellövskogar (S och Ä) lämnas bäst oskötta, i några fall kan dock gran behöva tas bort ur ädellövskog. Sumplövsskogar (V) lämnas orörda om de har en naturlig vattenståndsdynamik men dikade objekt brukar vanligen behöva viss gränrojning. Kulturmarkernas skogar (K) behöver alltid skötas mer eller mindre aktivt via huggningar och ev. bete.