

**Regionala skillnader i nyckelbiotopers biodiversitet**  
- med avseende på mängd död ved och artantal

*Regional differences in the biodiversity of woodland key  
habitats*

- *with respect to quantity of dead wood and number of species*



*Foto: Britta Sterner*

**Britta Sterner & Eric Lundqvist**

---



# Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,  
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Britta Sterner & Eric Lundqvist
Titel, Sv	Regionala skillnader i nyckelbiotopers biodiversitet - med avseende på mängd död ved och artantal
Titel, Eng	<i>Regional differences in the biodiversity of woodland key habitats - with respect to quantity of dead wood and number of species</i>
Nyckelord	skogshistoria, signalart, rödlistad signalart, biodiversitet, regionalisering
Keywords	<i>forest history, signal species, redlisted signal species, biodiversity, regionalization</i>
Handledare/Supervisor	Anne-Maarit Hekkala Institutionen för vilt, fisk och miljö/ Department of Wildlife, Fish, and Environmental Studies
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

I det här arbetet har vi studerat skillnader mellan norra och södra Sverige i mängd död ved (antal objekt och volym) samt i förekomst av antal signalarter och rödlistade signalarter. Vi har även analyserat huruvida det finns en korrelation mellan artantal och mängd död ved. Ändamålet med studien är att undersöka om de regionala skillnaderna kan utgöra ett underlag till en eventuell regionalisering av nyckelbiotopsinventeringen.

Vill vi rikta ett varmt tack till vår handledare Anne-Maarit Hekkala för all hjälp och support under arbetets gång samt till Jörgen Sjögren som också varit behjälplig med vägledning under arbetsprocessen. Vi vill även rikta ett stort tack till Hilda Edlund för det stöd vi fått i samband med de statistiska analyserna vi genomfört och till Lars Östlund som hjälpt oss med skogsbrukets historia.

## SAMMANFATTNING

Den svenska skogen har genomgått en stor förändring de senaste århundradena av en markanvändning som startade tidigare och var mer intensiv i södra Sverige än i norra. De skogar som tidigare var naturliga och variationsrika är nu omvandlade till enskiktade produktionsskogar. En följd är att bestånd med äldre skog som innehåller stora mängder död ved har minskat och fragmenterats i landskapet. Minskningen av död ved har orsakat att vissa av skogens växter och djur har blivit sällsynta. I Sverige är 4 % av den produktiva skogsmarksarealen formellt skyddad. Utöver dessa områden finns nyckelbiotoper, vilka är områden i skogen som hyser höga naturvärden och är viktiga för skogens flora och fauna. Nyckelbiotoper innehåller ofta element såsom stående och liggande död ved och biotyperna kan skilja sig mellan norr och söder. I denna studie analyseras mängd död ved och artantal i 19 nyckelbiotoper i norra Sverige och 20 stycken i södra Sverige. Data är insamlad av Skogsstyrelsen under tidsperioden 2009-2015. Resultaten visar att det inte finns någon skillnad i varken antal objekt eller volym död ved mellan norra och södra Sverige. Det återfinns fler signalarter och rödlistade signalarter i norra än i södra Sverige och det finns en positiv korrelation mellan artantal och mängd död ved i båda landsdelarna, vilken är starkast i södra Sverige. Resultaten indikerar att det finns fler faktorer än död ved som har betydelse för artantalet, vilket gör naturvärdesbedömningar väldigt komplexa.

Nyckelord: skogshistoria, signalart, rödlistad signalart, biodiversitet, regionalisering

## SUMMARY

The forest landscape in Sweden has changed dramatically during the last centuries because of the land use, which began earlier and was more intense in the southern part of Sweden compared to the north part. Natural old-growth forests have been transformed into even-aged stands for commercial use which has led to a loss in old forest structures such as dead wood and biodiversity. These changes have disfavored many species which has turned them into threatened species. In Sweden, 4 % of the productive forest land area is protected by law. In addition to this protection are woodland key habitats. Woodland key habitats contain important elements for biodiversity such as downed logs and snags and they can vary throughout the landscape. In this study, we have analyzed the amount of dead wood and number of species in 19 woodland key habitats in the north part of Sweden and 20 woodland key habitats in the south part. The results show no differences in number nor in volume of dead wood between the north part and south part of Sweden. We found that there are more signal species and redlisted signal species in the north part of Sweden compared to the south part. Number of species has a positive correlation to dead wood in both regions, although the correlation is stronger in the south part of Sweden. The results indicate that there are more components than just dead wood that play an important role for biodiversity, which makes natural conservation a complex subject.

Keywords: forest history, signal species, redlisted signal species, biodiversity, regionalization

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. INLEDNING.....</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte .....	3
1.3 Frågeställningar .....	3
1.4 Hypoteser .....	4
<b>2. MATERIAL OCH METODER .....</b>	<b>5</b>
2.1 Datamaterial .....	5
2.2 Analys av data .....	5
<b>3. RESULTAT .....</b>	<b>7</b>
3.1 Död ved i form av antal objekt och volym i norra och södra Sverige.....	7
3.2 Signalarter och rödlistade signalarter i norra och södra Sverige.....	7
3.3 Korrelation mellan arter och död ved i norra och södra Sverige .....	8
<b>4. DISKUSSION .....</b>	<b>11</b>
4.1 Utebliven skillnad i mängd död ved mellan norra och södra Sverige.....	11
4.2 Fler signalarter och rödlistade signalarter i norra Sverige än i södra.....	11
4.3 Positiv korrelation mellan artantal och mängd död ved i både norra och södra Sverige	12
4.4 Nyckelbiotopers nytta och problematik .....	13
4.5 Felkällor .....	14
4.6 Önskvärda vidare analyser .....	14
4.7 Slutsats .....	15
<b>5. REFERENSER .....</b>	<b>16</b>

# 1. INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

Den boreala skogen i Sverige såg väldigt annorlunda ut för bara några 100 år sedan i jämförelse med idag. Förändringen under dessa år har skett vid olika tidpunkter och delvis på olika sätt i norra och i södra Sverige. Tidigare skapade naturliga biotiska och abiotiska störningar en stor variation i skogens dynamik, artsammansättning och åldersfördelning (Ericsson & Östlund, 2000), men dessa naturliga störningar har över tid successivt kompletterats med antropogena störningar. Ett exempel på en sådan störning är markanvändningen som startade tidigare och var intensivare i södra Sverige än i norra (Josefsson, 2009). Det beror bland annat på att befolkningstätheten var högre, att marken var näringsrikare och följaktligen bättre lämpad som jordbruksmark, samt för att vegetationsperioden var längre i södra Sverige. Skogarna i norra Sverige var inte helt orörda av människan, tvärtom brukades de av både samer och nybyggare, men mer lågintensivt och långsiktigt än i södra Sverige (Josefsson, 2009).

Det alltmer intensiva skogsbruket i Sverige har förändrat skogen och gjort den mindre variationsrik. Under industrialiseringens gång ökade efterfrågan efter kvalitativt timmer i Europa och på den tiden var Sverige ett av länderna i Skandinavien som fortfarande hade kvar stora arealer med gammal skog. Export och handel mellan europeiska länder blev allt vanligare och en möjlighet att exploatera de svenska skogarna uppkom (Ekman, 1997). Selektiv huggning av stora gamla träd för att utvinna grovt timmer blev startskottet på den timmerfront som Sverige stod inför (Ericsson *et al.*, 2005). Exploateringen startade i södra Sverige och fortsatte norrut (Ekman, 1997) och under mitten av 1900-talet inleddes ett allt mer intensivt skogsbruk där människan omvandlade variationsrika skogar till enskiktade produktionsskogar (Ericsson & Östlund, 2000). Sveriges traditionella trakthyggesbruk med slutavverkning, markberedning och plantering har därmed resulterat i ett landskap dominerat av en monokultur med jämnårig barrskog (Ericsson *et al.*, 2005; Skogsstyrelsen 1994). Under 1960- och 1970-talet användes olika växtödande medel för att avlägsna oönskade lövträd i vad som skulle bli rena barrträdsskogar. Fram till 1990 höggs stående döda träd ned och transporterades bort från skogen eftersom de ansågs vara en källa till svampar, insekter och patogener vilka skulle kunna skada de levande träden (Linder & Östlund, 1998). En konsekvens av denna typ av skötsel är att mängden bestånd med gammal skog och skog innehållande död ved har minskat och dessutom blivit fragmenterad i landskapet.

Substratet död ved varierar i både storlek och kvalitet och skapas bland annat vid skogsbränder, stormfällningar samt insekts- och patogenutbrott (Jonsson *et al.*, 2005). Exempel på typer av död ved som specifika arter kan vara beroende av är hålträd, eldhärjad ved och träd i vattendrag. Enligt Jonsson *et al.* (2005) finns det ett samband mellan grovlek på död ved och artrikedom. I den studien återfanns ca 15 % av de arter som är beroende av död ved i Sverige på lågor större än 40 cm i diameter och 50 % av de vedlevande arterna återfanns på lågor med en diameter större än 20 cm. Dock kan det inte uteslutas att mindre träd inte har någon betydande roll för biologisk mångfald, då många svampar och bryofyter föredrar dessa framför träd med grovre diameter. Eftersom den relativa ytan är större i förhållande till volymen hos mindre lågor kan det vara av intresse att studera både lågors volym och antal objekt.

Mängden död ved varierar i olika delar av Sverige och i olika sorters skogar, vilket påverkar huruvida arter gynnas eller inte. Riksskogstaxeringens inventering mellan år 2013 och 2017 visade att det fanns drygt 230 miljoner kubikmeter död ved på Sveriges skogsmark (exklusive fjällbjörkskog). Det motsvarar 8,5 m<sup>3</sup>/ha i genomsnitt i Sverige, med ett något högre genomsnitt i den norra delen av landet (9,25 m<sup>3</sup>/ha) än i den södra (7,9 m<sup>3</sup>/ha) (SLU, 2018). Detta kan jämföras med en studie av Müller & Bütler (2010) som visar att behovet av död ved för många skogslevande arter i boreala barrskogar är mellan 10-70 m<sup>3</sup>/ha, varav majoriteten av arterna har ett behov av 20-30 m<sup>3</sup>/ha. Behovet skiljer sig med avseende på exempelvis art, artgrupp, region och habitat. Naturvårdsverket skriver i sin tur i en rapport från 2005 att brukade skogar innehållande minst 20 m<sup>3</sup> död ved per hektar verkar utgöra högkvalitativa habitat för många arter (Naturvårdsverket, 2005). Det återfinns mindre död ved i skogar påverkade av skogsbruk än i obrukade skogar, framför allt för att träden inte tillåts att åldras och dö naturligt utan istället avverkas och förs bort från skogen (Samuelsson & Ingelög, 1996). En gammal orörd skog har vanligtvis en större stående trädvolym i jämförelse med en brukad skog och genererar därmed mer död ved över tid (Jonsson *et al.*, 2005).

Förekomsten av död ved är den viktigaste faktorn kopplad till biologisk mångfald i den boreala skogen (Linder & Östlund, 1998). En stor del av skogens växter och djur är beroende av död ved som födokälla, som bo- och växtplats, som konstruktionsmaterial eller som skydd. Många arter lever inte på själva substratet död ved utan på andra arter som konsumerar substratet (Samuelsson & Ingelög, 1996). Minskandet av död ved kan leda till vissa arters utdöende, speciellt de som har väldigt specialiserade nischer och höga habitatkrav (Jonsson *et al.*, 2005). Vissa av dessa sällsynta arter har av människan grupperats och tilldelats olika funktioner och benämningar, exempelvis signalarter och rödlistade signalarter. En signalart är en typ av indikatorart som används av Skogsstyrelsen i arbetet med att identifiera skogar med höga naturvärden i samband med nyckelbiotopsinventering (NE, u.å., a). Signalarter påvisar utmärkande skogsmiljöer med lång kontinuitet och finns främst i miljöer där rödlistade arter förekommer (Skogsstyrelsen 2019c). En rödlistad signalart är en signalart som finns med i den nationella rödlistan, vilken är en förteckning över arter som anses ha en risk att försvinna från en region eller från hela världen (NE, u.å., b). Arterna i rödlistan kategoriseras utifrån deras status med hänsyn till förekomst, utbredning och populationsstorlek (Artdatabanken, 2018). En art kan klassas enligt IUCN:s kriterier antingen som utdöd (EX), nationellt utdöd (RE) akut hotad (CR), starkt hotad (EN), sårbar (VU), nära hotad (NT) eller som kunskapsbrist (DD) eller ej bedömd (NE) (Artdatabanken, 2017). De olika arterna har specifika behov på sina livsmiljöer och exempelvis 39 % av Sveriges skogslevande rödlistade arter är beroende av död ved (Naturvårdsverket, 2005).

Efter år 1990 började den aktuella formen av skogsbruk ifrågasättas och naturvårdsåtgärder började diskuteras i syfte att återskapa naturliga skogar (Linder & Östlund, 1998). I Skogsvårdslagstiftningen har Skogsstyrelsen beskrivit att år 1993 fattades ett beslut om en skogspolitik där produktionsmål skulle jämföras med miljömål (Skogsstyrelsen, 2017b). I Sverige finns idag enligt Riksskogstaxeringen 28,1 miljoner hektar skogsmark, varav 23,5 miljoner hektar är produktiv skogsmark (SLU, 2018). Av den totala skogsmarksarealen är 8 % formellt skyddad och av den produktiva skogsmarksarealen är 4 % formellt skyddad (Naturvårdsverket, 2018). Den formellt skyddade naturen består av nationalparker, naturreservat, naturvårdsområden, biotopskyddsområden och Natura 2000-områden (SCB, 2018) och innefattas av Miljöbalken. Utöver de formellt skyddade områdena finns privata markägarnas frivilliga avsättningar samt nyckelbiotoper som registreras av Skogsstyrelsen.



En nyckelbiotop är ett område i skogen som hyser höga naturvärden, är viktig för skogens flora och fauna och som särskiljer sig från omkringliggande skogsbestånd (Skogsstyrelsen, 2019b). Nyckelbiotoper skyddas inte formellt av någon lag (Skogsstyrelsen, 2018), men samråd bör ske med Skogsstyrelsen inför en eventuell åtgärd (Skogsstyrelsen, 2019b). Nyckelbiotoper är viktiga för den biologiska mångfalden eftersom de huserar arter med särskilda krav på sin livsmiljö (Skogsstyrelsen, 2019b). En del av dessa speciella arter bedöms vara signalarter och eventuellt även rödlistade signalarter. Inventeringen av nyckelbiotoper påbörjades 1993 och har sedan dess under två perioder genomförts rikstäckande (Skogsstyrelsen 2016b). Efter år 2006 har dock ingen systematisk inventering gjorts, utan nya objekt har upptäckts i samband med avverkningsanmälningar (Skogsstyrelsen 2016b). I dagsläget bedöms områdets historik, struktur och fysiska miljö tillsammans med vilka arter som påträffas när en eventuell nyckelbiotop inventeras. Många nyckelbiotoper innehåller olika nyckelelement såsom stående och liggande död ved samt gamla träd (Skogsstyrelsen, 2019b). Ur ett globalt perspektiv är kartläggningen av nyckelbiotoper i Sverige unik. Kartläggningen ger stor naturvårdsnytta genom att utgöra ett viktigt underlag för miljö- och naturvårdsarbetet i Sverige, eftersom den visar var i landskapet de biologiskt särskilt värdefulla miljöerna finns (Skogsstyrelsen 2016b). År 2016 fanns totalt ca 100 000 registrerade nyckelbiotoper i Sverige, vilka motsvarar ca 466 000 hektar och därmed ca 2 % av den produktiva skogsmarksarealen. Nyckelbiotoperna har en medelareal på 4,7 hektar och är ojämnt fördelade mellan Sveriges län. Till antalet finns fler nyckelbiotoper i södra Sverige än i norra, men den sammanlagda arealen av nyckelbiotoperna är större i norr än i söder (Skogsstyrelsen 2016b).

Det finns många tidigare studier och rapporter som behandlar nyckelbiotoper, men få diskuterar regionala skillnader. Följaktligen har vi valt att i denna rapport undersöka skillnader i nyckelbiotoper mellan norra och södra Sverige. Vi kommer huvudsakligen fokusera på biodiversitet med avseende på mängd död ved i form av volym och antal objekt, samt på signalarter och rödlistade signalarter. I rapporten definieras Norrland som norra Sverige samt Svealand och Götaland som södra Sverige. Det som gör regionala skillnader intressant är skogshistoriken i de olika landsdelarna och hur marken har brukats på olika sätt över tid i Sverige. Även vegetationsperiodens längd kan vara en intressant faktor eftersom den varar längre i södra Sverige än i norra (SMHI, 2017), vilket kan ha en inverkan på mängden död ved och antal arter, men i detta arbete har vi valt att inte undersöka den aspekten. Resultaten skulle kunna användas som underlag för en diskussion om huruvida nyckelbiotopsinventeringen bör regionaliseras eller ej.

## 1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att analysera skillnader i biodiversitet mellan nyckelbiotoper i norra och södra Sverige med fokus på mängd död ved i form av antal objekt och volym, samt på signalarter och rödlistade signalarter.

## 1.3 Frågeställningar

- Finns det någon skillnad i mängd död ved i form av antal objekt och volym i nyckelbiotoperna mellan norra och södra Sverige?

- Finns det någon skillnad i antal signalarter och rödlistade signalarter i nyckelbiotoperna mellan norra och södra Sverige?
- Finns det någon korrelation mellan antal signalarter och/eller rödlistade signalarter och antal objekt och/eller volym död ved i norra eller södra Sverige?

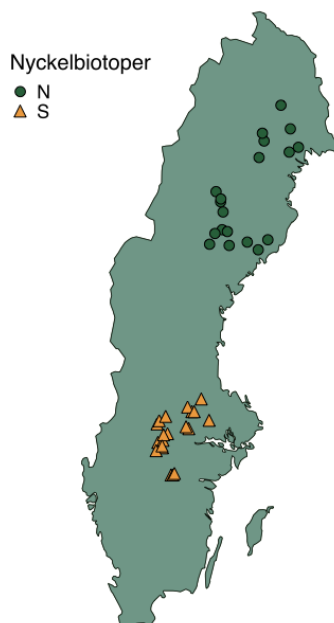
## **1.4 Hypoteser**

- I norra Sverige återfinns större mängd död ved, både i form av antal objekt och volym, på grund av en kortare tid med skogsbruk och ett mindre intensivt brukande av marken.
- I norra Sverige återfinns fler signalarter och rödlistade signalarter på grund av en kortare tid med skogsbruk och mindre intensivt brukande av marken.
- Antal signalarter och rödlistade signalarter ökar med mängd död ved i både antal objekt och volym, oberoende av landsdel.

## 2. MATERIAL OCH METODER

### 2.1 Datamaterial

Datamaterialet som ligger till grund för denna studie är framtaget av Skogsstyrelsen under år 2009-2015 via en omfattande inventering i befintliga nyckelbiotoper kallad "Uppföljning av biologisk mångfald" (Skogsstyrelsen, 2017a). Syftet med inventeringen var att göra en bevakning av biologisk mångfald i skog med höga naturvärden för att kunna följa upp långsiktiga förändringar. Totalt har ca 750 nyckelbiotoper större än 0,5 hektar inventerats i hela Sverige, men analyserna i denna rapport baseras endast på ett urval av dessa nyckelbiotoper som gjorts av forskare vid SLU. Detta urval består av 19 nyckelbiotoper i norra Sverige och 20 nyckelbiotoper i södra Sverige (*figur 1*). Dessa utsågs med avseende på deras geografiska läge, biotoptyp och spridning i landskapet. Nyckelbiotoperna är barrträdsdominerade (>60 %) och innehåller skog som är äldre än 65 år. De återfinns på både statlig och privat mark. Datamaterialet innehåller utöver fakta såsom vegetationstyp, humiditet och trädslag information om signalarter och rödlistade signalarter (fördelade på de fyra taxonomiska grupperna kärlväxter, storsvampar, mossor och lavar) samt information om antal objekt och volym död ved.



**Figur 1.** De inventerade nyckelbiotopernas geografiska positioner i norra (N) och södra (S) Sverige.

*Figure 1.* The inventoried woodland key habitats' geographical positions in the north (N) and south (S) part of Sweden.

### 2.2 Analys av data

En första visuell analys gjordes av Skogsstyrelsens originaldata direkt i den erhållna Excel-filen och variablerna av intresse för detta arbete identifierades. De väsentliga variablerna var totalt antal signalarter, totalt antal rödlistade signalarter (vilka även inkluderas i totalt antal signalarter), antal objekt död ved/ha och volym död ved/ha. Samtliga variabler var

kategoriserade i två olika klasser, en nordlig (N) och en sydlig (S). Det statistiska analysprogrammet R (version 3.5.3. R Core Team, 2018) användes som hjälpmedel för vidare analyser. Till att börja med beräknades medelvärde med tillhörande standardavvikelse för de fyra variablerna med hänsyn till de två klasserna. Resultatet presenterades i en tabell där det analyserades visuellt för att uppmärksamma eventuella skillnader eller likheter mellan de två klasserna. För att presentera resultatet för samtliga variabler användes paketet ggplot2 (Wickham, 2016) för att skapa boxplots med integrerade medelvärden.

För att undersöka huruvida de observerade skillnaderna och likheterna mellan de fyra variablerna, uppdelat på de två klasserna, var signifikanta eller inte analyserades data vidare. Inledningsvis kontrollerades om dessa data följde en normalfördelning eller inte. Detta gjordes först visuellt för varje variabel med hjälp av enklare histogram med funktionen hist(). För förtydligandets skull integrerades en linje som visade hur fördelningsfunktionen för en normalfördelning med samma medelvärde och standardavvikelse som stickprovet skulle ha sett ut. Därefter bekräftades den visuella analysen med ett Shapiro-wilk-test, vilket undersöker om ett dataset är normalfördelat eller inte. Signifikansnivån i testet valdes till 5%. Shapiro-wilk-testen bekräftade att data från norra Sverige var normalfördelade medan data i södra Sverige inte var det. Många statistiska analyser, exempelvis parametriskt t-test, förutsätter normalfördelade data och därför logaritmerades värdena för att uppnå dessa förutsättningar. Trots detta kunde inte en normalfördelning uppnås och baserat på denna iakttagelse valdes det icke-parametriska statistiska testet Wilcoxon-Mann-Whitney (WMW) för vidare analyser. WMW analyserar data från två oberoende variabler och kan med fördel användas om data är skevt fördelade. Till skillnad från ett vanligt normalfördelat parametriskt t-test rangordnas och summeras data i WMW, därefter används den lägsta rangsumman av variablerna (W) som teststatistika. WMW använder medianen som centralmått i jämförelse med t-test som använder medelvärdet, vilket gör testet mer användarvänligt för data innehållande fler extrema utstickare. Innan testet genomfördes valdes signifikansnivån till 5 %, nollhypotesen presenterades som; *det finns ingen skillnad mellan norr och söder* och alternativhypotesen som; *det finns en skillnad mellan norr och söder*. Testet utfördes för de fyra tidigare nämnda responsvariablerna signalarter, rödlistade signalarter, antal objekt död ved och volym död ved med norr och söder som förklarande variabler.

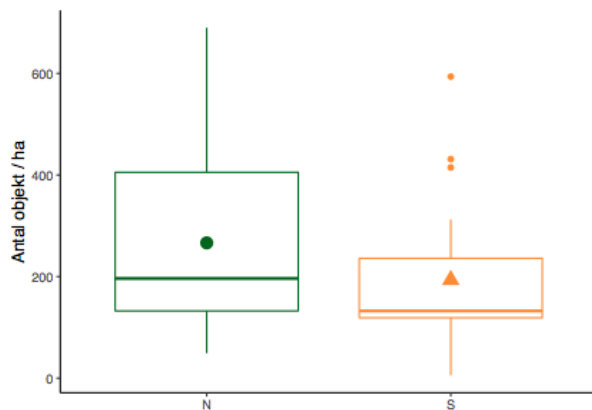
Därefter undersöktes huruvida antal signalarter och antal rödlistade signalarter korrelerar med död ved, både i fråga om antal objekt och volym. Korrelationstest genomfördes för dessa variabler inom respektive klass. Pearsons parametriska korrelationstest, vilket är ett vanligt förekommande test som utgår från normalfördelade data, ersattes med Spearmans rangkorrelation på grund av snedfördelningen i den här studiens datamaterial. Spearmans rangkorrelation är ett icke-parametriskt test som testar om det finns ett samband mellan två variabler och om de följer en monoton funktion. En monoton funktion innebär att om den ena variabeln ökar eller minskar gör även den andra det. En perfekt monoton funktion uppstår vid  $\rho$ -värdena -1 eller +1. Spearmans rangkorrelation rangordnar samt summerar data och den lägsta rangsumman av variablerna (S) används som teststatistika. Signifikansnivån valdes till 5 %, nollhypotesen var; *det finns ingen korrelation mellan variablerna* och den riktade alternativhypotesen var; *det finns en positiv korrelation mellan variablerna*. Anledningen till att en enkelriktad alternativhypotes valdes var att många tidigare studier visar ett positivt samband mellan mängd död ved och artantal. Data presenterades därefter i form av scatterplots som skapades med hjälp av paketet ggplot2 (Wickham, 2016) i R (version 3.5.3. R Core Team, 2018) med båda klasserna integrerade i samma figur.

### 3. RESULTAT

#### 3.1 Död ved i form av antal objekt och volym i norra och södra Sverige

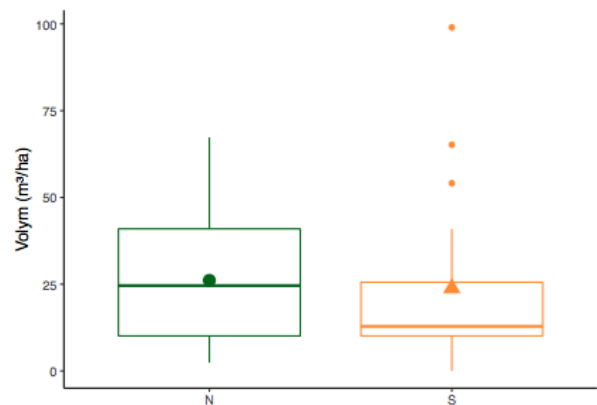
Medelvärden samt medianvärden för antal objekt död ved per hektar (*figur 2*) och volym död ved per hektar (*figur 3*) differentierar inte tydligt mellan norra och södra Sverige. Medelvärdet för antal objekt död ved är 266,4 st/ha (SD = ±182,2) i norra Sverige och 193,5 st/ha (SD = ±145,8) i södra Sverige. Medianvärdet är 196,4 st/ha respektive 134,5 st/ha. Volymen död ved är i medeltal 26,1 m<sup>3</sup>/ha (SD = ±18,9) i norra Sverige jämfört med 23,8 m<sup>3</sup>/ha (SD = ±24,4) i södra Sverige. Medianvärdet är 24,6 m<sup>3</sup>/ha respektive 12,9 m<sup>3</sup>/ha. Det finns en tydlig förskjutning mellan medelvärdena och medianvärdena för både antal objekt och volym död ved (förutom för volym död ved i norra Sverige), vilket beror på de extrema utstickarna i stickprovet. De punkter som är mest extrema återfinns i södra Sverige och bidrar till att medelvärdet blir högre än medianvärdet.

Wilcoxon-Mann-Whitney (WMW) visar att det inte finns någon statistiskt säkerställd skillnad i antal objekt död ved ( $W=237,0$ ;  $p=0,187$ ) eller volym död ved ( $W=217,5$ ;  $p=0,440$ ) mellan norra och södra Sverige, med den givna signifikansnivå på 5 %.



**Figur 2.** Boxplot med antal objekt död ved/ha för de två klasserna N och S. Punkten (N) och triangeln (S) visar medelvärdet, mittlinjen visar medianvärdet och boxen innehåller 50 % av stickprovsvärdena.

**Figure 2.** Boxplot including number of objects dead wood/ha for the two classes N and S. The dot (N) and triangle (S) represent the mean value, the middle line represents the median value and the box covers 50 % of the sample.



**Figur 3.** Boxplot med volym död ved/ha för de två klasserna N och S. Punkten (N) och triangeln (S) visar medelvärdet, mittlinjen visar medianvärdet och boxen innehåller 50 % av stickprovsvärdena.

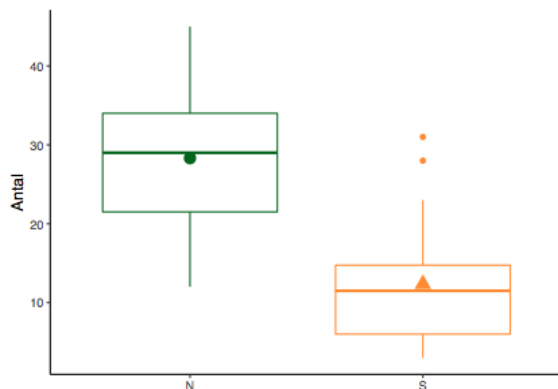
**Figure 3.** Boxplot including volume dead wood/ha for the two classes N and S. The dot (N) and triangle (S) represent the mean value, the middle line represents the median value and the box covers 50 % of the sample.

#### 3.2 Signalarter och rödlistade signalarter i norra och södra Sverige

Resultaten visar empiriska stöd för att medelvärdet samt medianvärdet för signalarter (*figur 4*) och rödlistade signalarter (*figur 5*) skiljer sig åt mellan norra och södra Sverige. Medelvärdet för antal signalarter i norra Sverige är 28,3 st. (SD = ± 9,1), medan det i södra Sverige är 12,4 st. (SD = ± 7,9). Medianvärdet är 29,0 st. respektive 11,5 st. För rödlistade signalarter är medelvärdet 16,9 st. (SD = ± 6,1) i norra Sverige och 3,8 st. (SD = ± 2,9) i södra Sverige.

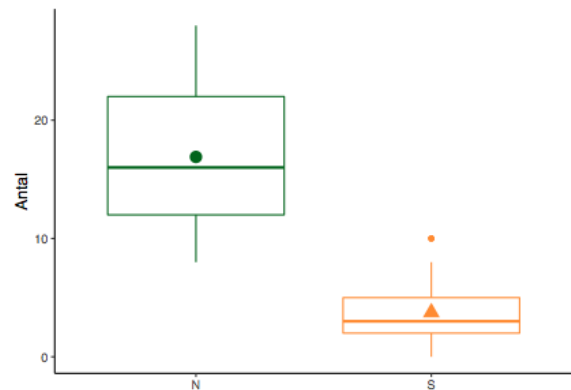
Medianvärdet är 16,0 st. respektive 3,0 st. Medelvärdet för signalarter i norra Sverige är således mer än dubbelt så stort som i södra, medan medelvärdet för de rödlistade signalarterna är mer än fyra gånger så stort i norra Sverige som i södra. Ingen större förskjutning finns mellan medelvärdena och medianvärdena, vilket indikerar att det finns få utstickare och att spridningen i stickprovet är relativt jämn. I södra Sverige finns dock somliga utstickare.

WMW visar att det finns en statistisk säkerställd skillnad i antal arter mellan norra och södra Sverige ( $p < 0,001$ ). Detta gäller för både signalarter ( $W = 344,0$ ) och för rödlistade signalarter ( $W = 373,5$ ), med den givna signifikansnivå på 5 %.



**Figur 4.** Boxplot med antal signalarter för de två klasserna N och S. Punkten (N) och triangeln (S) visar medelvärdet, mittlinjen visar medianvärdet och boxen innehåller 50 % av stickprovsvärdena.

*Figure 4.* Boxplot including number of signal species for the two classes N and S. The dot (N) and triangle (S) represent the mean value, the middle line represents the median value and the box covers 50 % of the sample.



**Figur 5.** Boxplot med rödlistade signalarter för de två klasserna N och S. Punkten (N) och triangeln (S) visar medelvärdet, mittlinjen visar medianvärdet och boxen innehåller 50 % av stickprovsvärdena.

*Figure 5.* Boxplot including number of red-listed signal species for the two classes N and S. The dot (N) and triangle (S) represent the mean value, the middle line represents the median value and the box covers 50 % of the sample.

### 3.3 Korrelation mellan arter och död ved i norra och södra Sverige

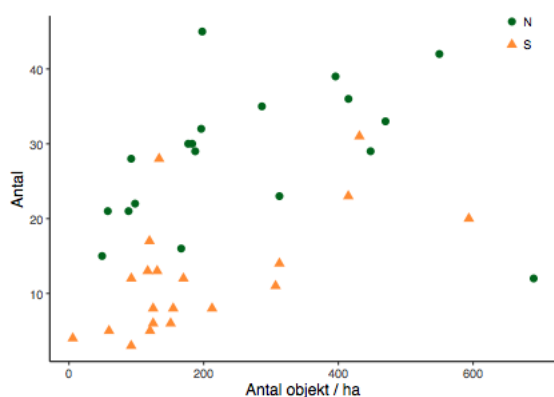
I norra Sverige visar resultaten från Spearmans rangkorrelation att det finns empiriskt stöd för en positiv korrelation ( $p < 0,05$ ) mellan antal signalarter samt rödlistade signalarter och mängd död ved i form av antal objekt och volym (*tabell 1*).  $\rho$ -värdena för de testade korrelationerna är mellan 0,4 och 0,6. Korrelationen för signalarter till död ved är starkare än för rödlistade signalarter till död ved. Arterna korrelerar starkare till volym död ved än till antal objekt död ved. I södra Sverige är korrelationen mellan antal arter och mängd död ved mer varierande. Starkast är korrelationen mellan signalarter och volym död ved ( $\rho = 0,87$ ), medan det för rödlistade signalarter och antal objekt död ved inte finns något statistiskt stöd för en korrelation ( $p = 0,098$ ). Liknande resultatet i norra Sverige korrelerar arterna starkare till volym död ved än till antal objekt och signalarter har starkare korrelation till död ved än rödlistade signalarter.

**Tabell 1.** Resultatvärden från Spearmans rangkorrelation med riktad hypotesprövning för norra och södra Sverige med signifikansnivå på 5 %

**Table 1.** Results from Spearman's rank correlation one-tailed test for the north and south part of Sweden with a significance level of 5 %

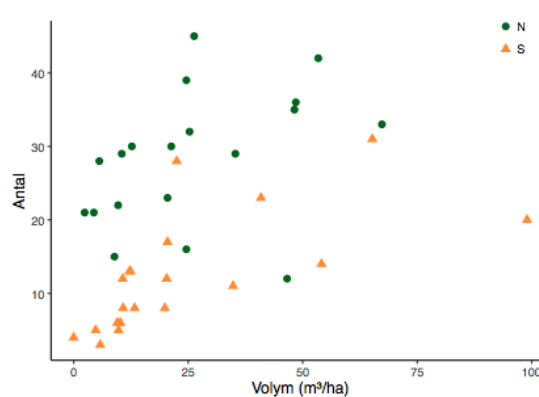
	Norra			Södra		
	$\rho$	p-värde	S	$\rho$	p-värde	S
Signalarter x Objekt död ved	0,50	0,015	572,3	0,62	0,002	507,7
Signalarter x Volym död ved	0,59	0,004	467,8	0,87	<0,001	168,5
Rödlistade x Objekt död ved	0,43	0,033	648,1	0,30	0,098	928,2
Rödlistade x Volym död ved	0,49	0,017	585,8	0,50	0,012	665,7

Resultaten visar en trend där antal signalarter ökar med antal objekt (figur 6) och volym (figur 7) död ved i både norra och södra Sverige. Det återfinns även fler signalarter i norra Sverige än i södra kopplat till en specifik mängd död ved. De nordliga och sydliga nyckelbiotopernas artantal överlappar dock varandra vid vissa mängder död ved, vilket betyder att några sydliga nyckelbiotoper har ett högre artantal vid en viss mängd död ved än vad de nordliga har.



**Figur 6.** Samband mellan antal signalarter och antal objekt död ved för norra (N) och södra (S) Sverige.

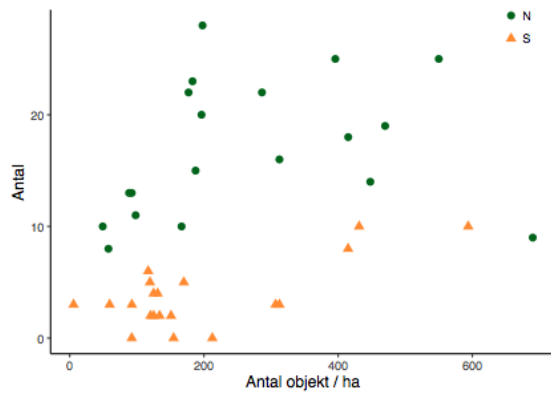
**Figure 6.** Relation between number of signal species and amount of dead wood in the north (N) and south (S) part of Sweden.



**Figur 7.** Samband mellan antal signalarter och volym död ved för norra (N) och södra (S) Sverige.

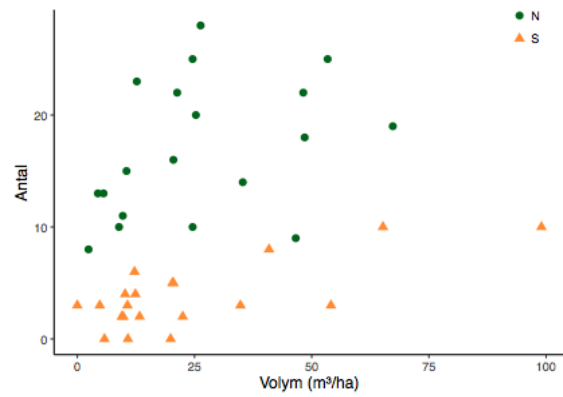
**Figure 7.** Relation between number of signal species and volume of dead wood in the north (N) and south (S) part of Sweden.

Resultaten visar en trend att när mängden död ved ökar, både i form av antal objekt (figur 8) och volym (figur 9), ökar även antalet rödlistade signalarter i både norra och södra Sverige. Det är tydligt att det återfinns fler rödlistade signalarter i norra Sverige i jämförelse med i södra vid en viss mängd död ved.



**Figur 8.** Samband mellan antal rödlistade signalarter och antal objekt död ved för norra (N) och södra (S) Sverige.

*Figure 8.* Relation between number of redlisted signal species and amount of dead wood in the north (N) and south (S) part of Sweden.



**Figur 9.** Samband mellan antal rödlistade signalarter och volym död ved för norra (N) och södra (S) Sverige.

*Figure 9.* Relation between number of redlisted signal species and volume of dead wood in the north (N) and south (S) part of Sweden.



## 4. DISKUSSION

### 4.1 Utebliven skillnad i mängd död ved mellan norra och södra Sverige

Enligt vår hypotes förväntade vi oss att det skulle finnas en större mängd död ved i norra Sverige än i södra eftersom att skogsbruket har påverkat det sydliga landskapet mer intensivt och under en längre tidsperiod (Josefsson, 2009). Resultaten från analyserna av död ved visar dock att det varken för antal objekt eller volym finns någon signifikant skillnad mellan norra och södra Sverige. Detta motbevisar vår hypotes om att markanvändningshistoriken skulle påverka förekomsten av död ved i skogslandskapet. Vårt resultat skiljer sig dock från en studie gjord av Fridman & Walheim (2000), vilka belyser att volymen död ved i det svenska skogslandskapet minskar söderöver. I en avhandling av Berglund (2004) sätts den kunskapen in i ett historiskt perspektiv, vilket överensstämmer med vårt resonemang om minskad mängd död ved som konsekvens av intensivare markanvändningshistoria. Vad som kan ligga till grund för den uteblivna skillnaden är för oss ovisst, då även andra faktorer utöver markanvändningshistoriken indikerar att det skulle kunna finnas en skillnad. Ett varmare klimat i södra Sverige med längre vegetationsperiod (SMHI, 2019) innebär både högre tillväxt (Skogsstyrelsen 2016a) och snabbare nedbrytningshastighet (De Long *et al.*, 2016), vilket i sin tur skulle kunna skapa en skillnad i mängd död ved mellan norra och södra Sverige.

Trots den uteblivna skillnaden i mängd död ved i nyckelbiotoperna mellan norra och södra Sverige är det intressant att jämföra våra erhållna medelvärden (26,1 m<sup>3</sup>/ha i norra Sverige och 23,8 m<sup>3</sup>/ha i södra) med det tidigare beskrivna genomsnittet på skogsmark i hela Sverige (8,5 m<sup>3</sup>/ha). En rimlig förklaring till att våra erhållna värden är högre än genomsnittet är att de enbart kommer från nyckelbiotoper och inte från övrig skogsmark. Värdena för både norra och södra Sverige inkluderas i behovet på 20-30 m<sup>3</sup> död ved per hektar, som majoriteten av de skogslevande arterna har i enlighet med den tidigare nämnda studien av Müller och Bütler (2010). Våra erhållna värden överstiger även Naturvårdsverkets observation om att skogar med minst 20 m<sup>3</sup> död ved per hektar verkar utgöra högkvalitativa habitat för många arter (Naturvårdsverket, 2005).

### 4.2 Fler signalarter och rödlistade signalarter i norra Sverige än i södra

Att antalet signalarter och rödlistade signalarter är större i norra Sverige än i södra kan vara ett resultat av den kortare tiden med skogsbruk och den mindre intensiva markanvändningen (Josefsson, 2009), vilket rättfärdigar vår hypotes. Resultatet kan också bero på andra faktorer, exempelvis fragmentering. Fragmenteringen är kraftigare i södra Sverige (Lassauce, 2011), vilket kan leda till att vissa arter har svårare att sprida sig och kolonisera nya områden på grund av deras begränsade spridningsmekanismer. Utöver själva fragmenteringen kan kvaliteten i de omgivande skogsbestånden ha betydelse och på grund av den mer intensiva markanvändningen i södra Sverige kan därför kvaliteten vara högre i norra Sverige. En annan faktor som kan bidra till skillnaden är kvaliteten på den döda veden. Kvaliteten styrs bland annat av trädslag, succession och ljusexponering, vilket påverkar hur lämpligt substratet är för olika organismer. I denna studie har dock kvaliteten på död ved inte varit möjlig att undersöka på grund av avsaknade data.

### 4.3 Positiv korrelation mellan artantal och mängd död ved i både norra och södra Sverige

Som beskrivet ovan visar resultaten att det inte finns någon signifikant skillnad i mängd död ved mellan norra och södra Sverige, medan det för antal arter finns det. Detta är något förvånande och väcker funderingar om huruvida antal arter är kopplade till död ved eller inte. Vi formulerade ändå vår hypotes i tron om att en positiv korrelation existerar, vilket bekräftas av Spearmans rangkorrelation. Testet visar statistiskt stöd för att antal signalarter och rödlistade signalarter korrelerar med både antal objekt och volym död ved (med undantag för de rödlistade signalarternas korrelation med antal objekt död ved) (*tabell 1*). Det faktum att artantalet korrelerar med mängd död ved anser vi är rimligt, då många arter är knutna direkt eller indirekt till död ved (Samuelsson & Ingelög, 1996), men det beror också på vilka arter som inventerats eftersom att olika arter har varierande krav på de substrat de lever av. Men korrelationen mellan artantal och mängd död ved behöver inte nödvändigtvis vara ett orsakssamband. Bestånd med större mängd död ved återfinns ofta i mer orörda skogar, vilka i sin tur kan vara gynnsamma för många arter utan att de direkt är kopplade till den döda veden (Jonsson *et al.*, 2005).

Vi fann att signalarter korrelerar starkare till mängd död ved än vad rödlistade signalarter gör (*tabell 1*). En orsak till den här skillnaden kan vara att i det här arbetet finns mindre insamlad data för rödlistade signalarter än för icke rödlistade signalarter. Det kan bero på att de arter som både klassas som signalart och som rödlistad art är relativt få till antal och därmed svårare att upptäcka i fält. En konsekvens är att det kan vara svårt att hitta tydliga korrelationer. En annan orsak kan vara den mänskliga faktorn. Dels spelar den roll vid själva inventeringen av arter och dels vid riktlinjerna kring vilka arter som anses ha signalvärde eller ej.

Vi fann också att både antal signalarter och rödlistade signalarter korrelerar starkare till volym död ved än till objekt död ved (*tabell 1*). Det finns studier som visar att vissa sällsynta arter ofta är beroende av grov död ved (Jonsson *et al.*, 2005) och när höga volymer död ved finns i ett bestånd utgörs de ofta av grova träd. Dock summerar även många klena träd till höga volymer, men då krävs en större mängd i jämförelse med om den döda veden är grov. Således korrelerar signalarter starkast till volym död ved av de testade variablerna och därför kan det vara viktigt att fortsätta använda volym död ved som en indikator på eventuella gynnsamma miljöer för habitatkrävande arter.

Ytterligare en iakttagelse är att vid en specifik mängd död ved återfinns fler arter i norra Sverige än i södra (*figur 6-9*). Men eftersom att korrelationen mellan artantal och mängd död ved generellt är starkare i södra Sverige borde det stora artantalet i norra Sverige bero på andra faktorer än endast mängd död ved. Återigen kan fragmentering ha en effekt. Södra Sverige är mer fragmenterat (Lassauce, 2011), innehåller mindre kärnområden (Öhman & Eriksson, 1998) och är därmed mer påverkat av kanteffekter än vad norra Sverige är. Det kan försvåra kolonisering av nya miljöer och överlevnaden för vissa arter i södra Sverige. Förutom fragmenteringen kan den döda vedens kvalitet eller interaktionen mellan olika arter påverka artförekomsten (Lassauce, 2011). Med tanke på att korrelationen mellan artantal och mängd död ved i södra Sverige är starkare än i norra kan död ved eventuellt vara en mer betydelsefull indikator för biodiversitet i södra Sverige.

Vidare visar resultaten en tendens på en tydligare ökning av signalarter och rödlistade signalarter vid en viss mängd död ved. Dessa mängder är drygt 300 st/ha för antal objekt och ca 35 m<sup>3</sup>/ha för volym i södra Sverige (*figur 6-9*). För norra Sverige är trenden mindre tydlig och gränsvärdena något lägre. Detta kan återigen kopplas till Naturvårdsverkets observation om att ett bestånd med en volym död ved på 20 m<sup>3</sup>/ha eller mer verkar utgöra ett högkvalitativt habitat för många arter (Naturvårdsverket, 2005).

#### 4.4 Nyckelbiotopers nytta och problematik

För att Sverige ska kunna bidra till uppfyllandet av FN:s globala miljömål enligt Agenda 2030 behöver förlusten av biologisk mångfald hejdas (Regeringskansliet, 2015). Nyckelbiotoperna, tillsammans med övrig skyddad natur i Sverige, kan bidra till att bevara den biologiska mångfalden eftersom de ofta huserar arter med speciella livsmiljökrav (Skogsstyrelsen, 2019). Som nämnt tidigare bedöms vissa av dessa arter vara signalarter, vilka ges särskild uppmärksamhet vid inventeringen av en eventuell nyckelbiotop. Sambandet mellan antal signalarter och ett områdes skyddsvärde är dock komplext eftersom att signalarterna kan ha olika indikatorvärden beroende på i vilken miljö och i vilken del av landet de hittas (Skogsstyrelsen, 2017a). Dessutom är inte artantalet i sig tillräckligt för en naturvärdesbedömning, utan viktigt är också att ta hänsyn till vilka arter eller artgrupper som hittas. Det är även betydelsefullt att komma ihåg att beslutet om vilka arter som anses vara signalarter är fattat av människan.

Utöver att arter inventeras bedöms också områdets historik, struktur och fysiska miljö. Dessa faktorer skiljer sig mellan norra och södra Sverige bland annat för att klimatet och berggrunden varierar mellan landsdelarna. Som redovisat indikerar våra resultat på en skillnad i artantal mellan norra och södra Sverige. På grund av den skillnaden och miljövariation blir en generell inventering för hela landet svår att genomföra och därför förespråkar vi en regionalisering av nyckelbiotopsinventeringen. Vi tror att det skulle ge en mer rättfärdig bedömning av naturvärden i respektive landsdel, vilket skulle förbättra bevarandet av biologisk mångfald.

Tankar om regionalisering har dock redan väckts och det har gjort nyckelbiotoper till ett mycket omdiskuterat ämne. Diskussionerna om regionalisering tog fart efter att Skogsstyrelsens generaldirektör Herman Sundqvist gick ut med ett pressmeddelande i Dagens Nyheter (2017-03-09) om att pausa nyckelbiotopsinventeringen i nordvästra Sverige (Sundqvist, 2017). Grunden till uppehållet var att utveckla en förbättrad arbetsmetod med att inventera skogar med höga naturvärden. De metoder som används är främst utvecklade för södra och mellersta Sverige, vilket har gjort att inventeringen i nordvästra Sverige har varit svår att genomföra i praktiken. Den 21 december samma år meddelade Skogsstyrelsen ett beslut att återuppta nyckelbiotopsinventeringen i nordvästra Sverige från och med den 1 januari 2018. De lät meddela att inventeringen ska ske med en ny inventeringsmetod som är objektiv, transparent och förutsägbar (Lindberg, 2017). Senare fick Skogsstyrelsen den 17 maj 2018 ett uppdrag från Regeringen om att göra en landsomfattande nyckelbiotopsinventering, som dels innebar att applicera den nya arbetsmetoden i nordvästra Sverige och dels att uppdatera inventeringen i övriga Sverige (Näringsdepartementet, 2018). För att möjliggöra inventeringen beslutade riksdagen att tilldela Skogsstyrelsen 20 miljoner kronor per år under åren 2018-2027, samt ytterligare 250 miljoner kronor per år för arbetet med att skydda värdefull natur.

Uppdraget påbörjades, men efter Regeringens budgetrevidering i december 2018 upphörde finansieringen för den planerade landsomfattande nyckelbiotopsinventeringen (Skogsstyrelsen, 2019a), vilket innebär att uppdraget inte kan genomföras. Vi anser att detta osäkra läge kan vara ett hot mot den biologiska mångfalden och att det kan minska möjligheten för Sverige att uppnå Agenda 2030. Det är svårt för Skogsstyrelsen att i praktiken arbeta med naturvårdsarbete i form av nyckelbiotoper när förutsättningarna förändras. Biologisk mångfald är viktig för fungerande ekosystem och är därför direkt kopplad till människans välbefinnande (Europeiska miljöbyrå, 2018). Naturen tillhandahåller ekosystemtjänster som är livsnödvändiga för människans existens, vilket gör minskningen av äldre orörd skog problematisk då det direkt påverkar biodiversiteten. Därav är arbetet med att bevara unika miljöer och sällsynta arter väldigt viktigt.

Den osäkra situationen skapar också otrygghet för skogsägare. Ofta vägs nyckelbiotopens nytta för biologisk mångfald mot skogens ekonomiska värde, vilket kan göra situationen svår för enskilda skogsägare. En aspekt som kan påverka situationen är den eventuella ersättningen till markägaren som Skogsstyrelsen beslutar om. En utebliven ersättning vid skapandet av en nyckelbiotop kan anses som en inskränkning av brukanderätten. För certifierade skogsägare finns ytterligare en aspekt att ta hänsyn till vid ägandet av en nyckelbiotop. Skogsägaren ska enligt den oberoende skogscertifieringen FSC undanta nyckelbiotoper från skogsbruksåtgärder som inte bevarar eller främjar biotopens biologiska mångfald (FSC, 2010) och enligt certifieringen PEFC gäller också restriktioner kring skogsbruk i nyckelbiotoper (PEFC, 2017). Trots att nyckelbiotopen ej är formellt skyddad av lag och skogsägaren inte fått någon ersättning bör träden därmed inte avverkas. Om skogsägaren skulle välja att inte bedriva ett certifierat skogsbruk kan svårigheter ändå uppstå vid avverkning av en nyckelbiotop eftersom de virkesköpare som är certifierade inte tillåts köpa virket (FSC, 2010). Begreppet nyckelbiotop har således blivit liktydigt med avverkningsförbud, vilket enligt Sundqvist (2017) aldrig var Skogsstyrelsens huvudsakliga syfte. Detta påvisar hur komplex frågan om nyckelbiotoper är och att det finns många olika intressenter att ta hänsyn till.

## 4.5 Felkällor

En felkälla är att den mänskliga faktorn spelar roll vid inventering och registrering av data. I och med att data registreras subjektivt påverkar fältarbetarnas erfarenhet och noggrannhet hur korrekta data är. En annan felkälla är stickprovsstorleken. Eftersom att studien baseras på endast ett fåtal nyckelbiotoper (39 st.) i förhållande till det totala antalet i Sverige (ca 100 000 st.) (Skogsstyrelsen, 2016b) och att endast en liten del av nyckelbiotopens areal inventerades, är det svårt att avgöra ifall data är representativt eller inte. Liten stickprovsstorlek kan medföra att extrema utstickare har en starkare inverkan på resultatet, vilket kan leda till ett mindre representativt och därmed mer osäkert resultat.

## 4.6 Önskvärda vidare analyser

Det skulle vara intressant att testa hur olika taxonomiska artgrupper skiljer sig mellan norra och södra Sverige, men tiden för att undersöka detta i den här studien var begränsad. Det hade också varit intressant att analysera huruvida korrelationen mellan antal arter och mängd död ved skiljer sig statistiskt mellan norra och södra Sverige, men varken vi eller den statistiker vi rådfrågade fann något lämpligt test för att utföra detta. Att undersöka om det i våra data finns ett samband mellan nyckelbiotopens area och artförekomsten hade också varit intressant,

speciellt eftersom att Gustafsson *et al.* (1999) beskriver ett positivt samband mellan antal rödlistade arter och nyckelbiotopers area när både lavar och bryofyter tas i beaktning.

#### **4.7 Slutsats**

Sammanfattningsvis finns ingen signifikant skillnad i mängd död ved mellan norra och södra Sverige, men det återfinns fler arter i norra Sverige än i södra. Samtidigt finns det en korrelation mellan artantal och mängd död ved, vilken är starkare i södra Sverige. Trots detta återfinns ett större artantal i norra Sverige i relation till en viss mängd död ved. Det indikerar att det finns andra faktorer än död ved som spelar en betydande roll för skogens biodiversitet. Det faktum att olika arter har specifika krav på sina livsmiljöer och substrat gör naturvärdesbedömningar ytterst komplexa. Dessutom indikerar våra resultat att samma mängd död ved kan ha olika betydelse i olika delar av Sverige. Sammantaget tycker vi att våra resultat kan motivera en regionaliserad nyckelbiotopsinventering.

## 5. REFERENSER

- Artdatabanken, SLU (2017). *Bedömningsprocessen, kategorier och kriterier*. Tillgänglig: <https://www.artdatabanken.se/var-verksamhet/rodlistning/Bedomningsprocessen/> [2019-04-09]
- Artdatabanken, SLU (2018). *Rödlistning*. Tillgänglig: <https://www.artdatabanken.se/var-verksamhet/rodlistning/> [2019-02-26]
- Berglund, H. (2004). *Biodiversity in fragmented boreal forests: assessing the past, the present and the future*. Diss. Umeå: Umeå universitet. Tillgänglig: <http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:142696/FULLTEXT01.pdf> [2019-04-02]
- De Long, J.R., Dorrepaal, E., Kardol, P., Nilsson, M.-C., Teuber, L.M. & Wardle, D.A. (2016). Contrasting Responses of Soil Microbial and Nematode Communities to Warming and Plant Functional Group Removal Across a Post-fire Boreal Forest Successional Gradient. *Ecosystems*, vol. 19 (2), pp. 339–355. Tillgänglig: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10021-015-9935-0> [2019-04-02]
- Ekman, P. (1997) *Nyckelbiotoper - urskogsrester eller kulturprodukter? : beståndshistorik i tolv nyckelbiotoper i Lycksele kommun*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig: [https://stud.epsilon.slu.se/10996/1/ekman\\_p\\_170919.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/10996/1/ekman_p_170919.pdf) [2019-02-28]
- Ericsson, S., Östlund, L. & Axelsson, A-L. (2000). A forest of grazing and logging: Deforestation and reforestation history in a central boreal Swedish landscape. *New Forests*:19(3):227-240. Tillgänglig: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1006673312465> [2019-03-04]
- Ericsson, T. S., Berglund, H. & Östlund, L. (2005). History and forest biodiversity of woodland key habitats in south boreal Sweden. *Biological Conservation*, 122(2), pp 289–303. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320704003489?via%3Dihub> [2019-02-28]
- Europeiska miljöbyrån (2018). *Biologisk mångfald - ekosystem*. Tillgänglig: <https://www.eea.europa.eu/sv/themes/biodiversity/intro> [2019-04-05]
- FSC, Forest Stewardship Council. (2010). *Svensk skogsbruksstandard enligt FSC*. Uppsala: FSC. (V2-1 050510). Tillgänglig: <https://se.fsc.org/preview.svensk-skogsbruksstandard-v2-1-slimf.a-280.pdf> [2019-04-05]
- Fridman, J. & Walheim, M. (2000). Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest Ecology and Management*, vol. 131 (1–3), pp 23–36. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037811279900208X> [2019-04-02]

- Gustafsson, L., Jong, J.D. & Norén, M. (1999). Evaluation of Swedish woodland key habitats using red-listed bryophytes and lichens. *Biodiversity and Conservation*, vol. 8, pp. 1101–1114. Tillgänglig: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023%2FA%3A1008934526658.pdf> [2019-03-23]
- Jonsson, B., Kruys, N. & Ranius, T. (2005). Ecology of species living on dead wood – lessons for dead wood management. *Silva Fennica*, 39(2). Tillgänglig: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.512.6167&rep=rep1&type=pdf> [2019-03-05]
- Josefsson, T (2009). *Pristine Forest Landscapes as Ecological References*. Diss. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: [https://pub.epsilon.slu.se/2145/1/Thesis\\_summary.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/2145/1/Thesis_summary.pdf) [2019-03-08]
- Lassaue, A. (2011). Deadwood as a surrogate for forest biodiversity: Meta-analysis of correlations between deadwood volume and species richness of saproxylic organisms. *Ecological Indicators*, p. 13. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X11000380> [2019-04-02]
- Lindberg, M. (2017). Ny metod för inventering av nyckelbiotoper. *ATL - Lantbrukets affärstidning*, 21 december. Tillgänglig: <https://www.atl.nu/skog/ny-metod-for-inventering-av-nyckelbiotoper/> [2019-04-03].
- Linder, P. & Östlund, L. (1998). Structural changes in three mid-boreal Swedish forest landscapes, 1885–1996. *Biological Conservation*, 85(1–2), pp 9–19. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320797001687?via%3Dihub> [2019-02-27]
- Müller, J. & Büttler, R. (2010). A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research*, 129(6), pp 981–992. Tillgänglig: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10342-010-0400-5> [2019-03-06]
- NE, Nationalencyklopedin (u.å., a). *Signalart*. Tillgänglig: <https://www.ne.se/s%C3%B6k/?t=uppslagsverk&q=signalart> [2019-02-25]
- NE, Nationalencyklopedin (u.å., b). *Rödlistad art*. Tillgänglig: <https://www.ne.se/s%C3%B6k/?t=uppslagsverk&q=r%C3%B6dlistad+art> [2019-02-25]
- Naturvårdsverket (2005). *Död ved i levande skogar hur mycket behövs och hur kan målet nås?*. Stockholm: Naturvårdsverket. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5413-9.pdf> [2019-03-06]
- Naturvårdsverket (2018). *Skyddad natur 2017*. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Skyddad-natur/> [2019-02-25]

- Näringsdepartementet (2018). *Uppdrag att genomföra en landsomfattande inventering av nyckelbiotoper*. Regeringsbeslut IV 4. Stockholm: Regeringen. (N2018/03141/SK). Tillgänglig:  
<https://www.regeringen.se/49b8b3/contentassets/07cca3721f7241f8badb6e714d8a73f6/2018-05-17-iv-4-uppdrag-att-genomfora-en-landsomfattande-inventering-av-nyckelbiotoper.pdf> [2019-04-03]
- PEFC. (2017). *Svenska PEFC:s Skogsstandard*. Stockholm: Svenska PEFC. (PEFC SWE 002:4). Tillgänglig:  
<http://pefc.se/wp-content/uploads/2017/12/PEFC-SWE-002-Skogsstandard-2017-12-15.pdf> [2019-04-05]
- R Core Team (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.  
URL <https://www.R-project.org/> [2019-04-09]
- Regeringskansliet (2015). *Ekosystem och biologisk mångfald*. Tillgänglig:  
<https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/ekosystem-och-biologisk-mangfald/> [2019-04-03]
- Samuelsson, J. & Ingelög, T. (1996). *Den levande döda veden - bevarande och nyskapande i naturen*. Uppsala: Artdatabanken, SLU.
- SCB, Statistiska centralbyrån (2018). *13 % av Sveriges landyta är formellt skyddade områden*. Tillgänglig:  
<https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/skyddad-natur/pong/statistiknyhet/skyddad-natur-2017/> [2019-02-25]
- Skogsstyrelsen (1994). *Nyckelbiotoper i skogen*. 3. uppl. Jönköping. Skogsstyrelsens förlag.
- Skogsstyrelsen (2016a) *Effekter av klimatförändringar på skogen och behov av anpassning i skogsbruket*. Jönköping: Skogsstyrelsen (Rapport 2/2016). Tillgänglig:  
[https://shopcdn.textalk.se/shop/9098/art63/48637063-1d24e7-klimatet\\_webb\\_ny.pdf](https://shopcdn.textalk.se/shop/9098/art63/48637063-1d24e7-klimatet_webb_ny.pdf) [2019-04-01]
- Skogsstyrelsen (2016b). *Nulägesbeskrivning om nyckelbiotoper*. Jönköping: Skogsstyrelsen (Rapport 7/2016). Tillgänglig:  
[https://shopcdn.textalk.se/shop/9098/art33/84164433-105ca2-Nyckelbiotoper\\_webb.pdf](https://shopcdn.textalk.se/shop/9098/art33/84164433-105ca2-Nyckelbiotoper_webb.pdf) [2019-02-22]
- Skogsstyrelsen (2017a). *Biologisk mångfald i nyckelbiotoper - Resultat från inventeringen "Uppföljning biologisk mångfald" 2009–2015*. Jönköping: Skogsstyrelsen (Rapport 4/2017). Tillgänglig:  
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/publikationer/2017/biologisk-mangfald-i-nyckelbiotoper.pdf> [2019-03-26]
- Skogsstyrelsen (2017b). *Skogsvårdslagstiftningen*. Jönköping. Tillgänglig:  
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/skogsvardslagstiftning-2017.pdf> [2019-03-05]



- Skogsstyrelsen (2018). *Vårt arbete med nyckelbiotoper*. Tillgänglig:  
<https://www.skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/biologisk-mangfald/nyckelbiotoper/arbete-med-nyckelbiotoper/> [2019-02-22]
- Skogsstyrelsen (2019a). *Inventering av nyckelbiotoper*. Tillgänglig:  
<https://www.skogsstyrelsen.se/om-oss/var-verksamhet/regeringsuppdrag/inventering-av-nyckelbiotoper/> [2019-04-03]
- Skogsstyrelsen (2019b). *Nyckelbiotoper*. Tillgänglig:  
<https://www.skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/biologisk-mangfald/nyckelbiotoper/> [2019-02-22]
- Skogsstyrelsen (2019c). *Signalarter*. Tillgänglig:  
<https://www.skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/biologisk-mangfald/signalarter/> [2019-04-27]
- SLU, Sveriges lantbruksuniversitet (2018). *Skogsdata 2018 : Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen*. Umeå: Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU. Tillgänglig:  
[https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/skogsdata/skogsdata\\_2018\\_webb.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/skogsdata/skogsdata_2018_webb.pdf) [2019-02-25]
- Sundqvist, H. (2017). DN Debatt. Vi pausar inventeringen av nyckelbiotoper i nordväst. *Dagens Nyheter*, 9 mars. Tillgänglig:  
<https://www.dn.se/debatt/vi-pausar-inventeringen-av-nyckelbiotoper-i-nordvast/> [2019-04-03]
- SMHI (2017). *Vegetationsperiod*. Tillgänglig:  
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/vegetationsperiod-1.6270> [2019-02-26]
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.
- Öhman, K. & Eriksson, L. O. (1998). The core area concept in forming contiguous areas for long-term forest planning. *Canadian Journal of Forest Research* 28(7), pp 1032–1039. Tillgänglig:  
<https://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/x98-076#.XKMt7-szY1I> [2019-04-02]