



## **Den döda vedens betydelse för artrikedom**

Sambandet mellan volymen död ved och artrikedom  
i skyddade och ej skyddade skogar.

## **The significance of dead wood and the species diversity**

The connection between the volume of dead wood  
and species diversity in protected and unprotected  
forest

Examensarbete inom huvudområdet Biovetenskap  
Grundnivå 30 Högscolepoäng  
Vårtermin 2018

Författare: Emma Holmberg  
[C16emmho@student.his.se](mailto:C16emmho@student.his.se)

Handledare: Sofia Berg  
[Sofia.berg@his.se](mailto:Sofia.berg@his.se)

Examinator: Jenny Lennartsson  
[Jenny.lennartsson@his.se](mailto:Jenny.lennartsson@his.se)

Institutionen för Biovetenskap  
Högskolan i Skövde  
Box 408  
541 28 Skövde  
Sweden



## Sammanfattning

Död ved i skogen har en viktig betydelse för den biologiska mångfalden. I Sverige är över 6000 arter knutna till död ved. När skogen utsätts för många störningar av oss människor påverkas artrikedomen relaterad till död ved. Volymen död ved har minskat och dess komposition förändrats, till följd av ett intensivt skogsbruk. Mängden död ved i framförallt brukade skogar är väsentligt mindre än vad som är hållbart för den biologiska mångfalden. Denna studie har inventerat död ved och vedlevande signalarter i barrdominerade skogar ägda av Skövde kommun. Detta för att visa på hur sambandet mellan volymen död ved och artrikedom ser ut inom och mellan naturreservat och brukade skogar.

Resultatet visade att mängden död ved är större i naturreservat än i brukade skogar. Genomsnittet av volymen död ved i brukade skogar ägda av Skövde kommun är större jämfört med genomsnittet för Västra Götaland och landet som helhet. Ett starkt samband hittades mellan volymen död ved och artrikedom för mycket nedbruten ved men inte för hård ved eller mindre nedbruten ved. Detta kan delvis förklaras av de arter som användes för mått på artrikedom, mossor och lavar, främst prefererar ved i senare nedbrytningsstadie. Denna studie visar på att tillförsel av väl nedbruten ved är ger ett starkt utslag för artrikedomen i brukade skogar och framförallt i naturreservat. Det styrker vikten av att kontinuerligt tillföra död ved och låta den brytas ned, då olika arter är beroende av olika nedbrytningstadier.

Nyckelord: död ved, volym död ved, artrikedom, brukade skogar, naturreservat, vedlevande arter, nedbrytningsstadier, signalarter

## **Abstract**

Dead wood in the forest are of great significance for the biodiversity. There are over 6000 saproxylic species in Sweden. The volume and the composition of dead wood has change through the many anthropogenic disturbance in the forest. This have a sever effect on the biodiversity associated to dead wood. In managed forest the volume of dead wood are significantly lower then what is sustainable for the biodiversity. This study inventoried dead wood and saproxylic indicator species of cryptogams. The study was executed in conifer-dominated forest owed by the county of Skövde. This to display the relationship between volume of dead wood and species richness in and between reserves and managed forests.

The results show the volume of dead wood are significantly larger in reserves than in managed forests. The average volume of dead wood in managed forests in the county of Skövde was larger than the average in both county of Västra Götaland and the country as a whole. A strong relationship was found between volume of dead wood and species richness in well decayed wood for both reserves and managed forests. No significance was found for fresh wood and less decayed wood. This can partly be explained by the fact that the species used, bryophytes and lichens, prefers wood in later degradation stages. This study proves a strong response in species richness with increased volume of well decayed dead wood in both managed forests and especially in reserves. It forces the importance of continuously adding dead wood and allowing it to decay, as different species are dependent on different degradation stages.

# Innehållsförteckning

<b>Inledning</b> .....	<b>1</b>
Nedbrytning av död ved .....	1
Vedlevande arter.....	1
Volymen död ved .....	2
Skötsel av skogen .....	2
Signalarter .....	4
Syfte .....	4
Frågeställningar .....	4
Hypotes .....	4
<b>Metod</b> .....	<b>5</b>
Förarbete.....	5
Vedlevande arter och Artvärde.....	7
Fältarbete .....	8
Statistisk analys .....	10
T-test .....	10
Regressionsanalys .....	10
<b>Resultat</b> .....	<b>11</b>
Volym död ved i naturreservat och brukade skogar .....	11
Volym av olika nedbrytningsgrad .....	12
Volym död ved och artrikedom.....	14
Nedbrytningsgrad och artrikedom.....	16
Typ av död ved och artrikedom.....	17
<b>Diskussion</b> .....	<b>19</b>
Volymen död ved .....	19
Volymen död ved och artrikedom .....	20
<b>Slutsats</b> .....	<b>24</b>
<b>Tack</b> .....	<b>24</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>25</b>
<b>Bilagor</b> .....	<b>28</b>

## **Inledning**

Döda träd som lämnas kvar i skogen spelar en nyckelroll för den biologiska mångfalden. Död ved utgör livsmiljö för ett stort antal arter i form av växtplats, föda, boplats eller skydd för olika organismer (Naturvårdsverket, 2005). Därför används död ved som en indikator för den biologiska mångfalden samt för ett hållbart skogsbruk (Söderberg, Wulff och Ståhl, 2014).

### **Nedbrytning av död ved**

I boreala skogar är nedbrytningstiden för träd 50-100 år (Stokland, Siitonen och Jonsson, 2012). När ett träd dör upphör dess försvar mot angrepp och det är först då som de vedlevande organismerna kan ta tillvara på veden (SLU, 2017). Vid nedbrytningen av ved är såväl bakterier, svampar och insekter delaktiga. I terrestra miljöer är det främst svampar och i akvatiska miljöer är det främst bakterier som står för den inledande nedbrytningen av veden. I boreala skogar är svampar som skapar brunröta vanligast medan det i tempererade och tropiska skogar främst är vitrötande svampar. Bland evertebraterna är skalbaggar de största nedbrytarna i boreala skogar men i tempererade och tropiska skogar är det istället termiter. Dock är svampar de viktigaste nedbrytarna, främst *Basidiomycetes*. Bakterier och svampar bryter ned veden med hjälp av enzymer. Veden blir då tillgänglig för andra organismer. Insekter tillgodogör sig energi främst från det material som svampen skapat vid nedbrytningen och själva svampen i sig. Mossor och lavar lever ovanpå veden men nyttjar den inte som energikälla (Stokland et al., 2012). Bland de vedlevande organismerna föredrar de flesta huvudstammen men det finns arter som prefererar rötterna eller de mindre grenarna (SLU, 2017).

Kvaliteten på veden beror på många olika faktorer: trädslag, orsak till trädets död, dimension, nedbrytningshastighet, solexponering och markkontakt samt vedens täthet. Hur nedbrytningen av veden fortgår beror också på vilka olika organismer som koloniserar veden. Kombinationen av dessa faktorer gör att en stor variation av vedkvaliteter bildas (Naturvårdsverket, 2005). Det leder till att en stor variation av nischer uppstår, vilket är en av de huvudsakliga anledningarna till det stora antalet vedlevande arter. De andra två faktorerna är den stora mängd energi som finns i veden samt samexistens av liknande arter (Stokland et al., 2012).

### **Vedlevande arter**

I Sverige är totalt 6000-7000 arter knutna till död ved, merparten av dessa utgörs av svampar och insekter (Skogsstyrelsen, 2004). De vedlevande arterna motsvarar 20-25 % av alla skogslevande arter i Norden (Siitonen, 2001). Hur mycket död ved som krävs för att främja den

biologiska mångfalden i skogen är svårt att fastställa. Detta beror på en stor variation mellan arters krav och att det finns många olika kombinationer av död ved- kvaliteter. Försök att ta fram tröskelvärden har gjorts. Naturvårdsverket (2005) kom fram till att 20m<sup>3</sup>/ha är en bra volym för de flesta vedlevande arter. En annan studie av Müller och Bütler (2010) kom fram till ett tröskelvärde på 20-50 m<sup>3</sup>/ha som gynnsamt för biologiska mångfalden. Naturvårdsverket (2005) påpekar också att fördelningen av död ved över landet varierar och att en jämn fördelning inte är det mest väsentliga. Istället är kontinuitet och hur den är fördelad viktigare, till exempel att ha kärnområden med höga volymer död ved och en bra konnektivitet mellan dessa. Då kan omgivande natur tillåtas vara relativt fattig på död ved. I områden med mindre mängd död ved kan tyngdpunkten ligga på en speciell kvalitet av död ved, istället för att öka mängden av vilken typ som helst (Naturvårdsverket, 2005).

### **Volymen död ved**

I naturliga skogar utan större påverkan från människan är volymen död ved mellan 10 och 40 % av volymen levande träd. I Europa är volymen död ved generellt mindre än 10 % av de naturliga nivåerna. För skogar generellt i Sverige representerar volymen död ved 5,7 % av de levande träden (Stokland, et al., 2012).

Riksskogstaxeringen inventerar stickprovsytor som ger underlag för skattningar av förhållandena i skogen. De har sedan mitten av 1990-talet inventerat död ved med en diameter på minst 10 cm (10 cm i diameter- Grov död ved). Sedan inventeringen började 1994 har det skett en betydande ökning av mängden död ved, det gäller främst hård ved (SLU, 2017). Detta kan delvis förklaras genom att fler och fler skogsbolag är certifierade enligt Forest Stewardship Council (FSC) som kräver att all död ved som finns på plats inför en avverkning ska lämnas kvar (Naturvårdsverket, 2005). Dock har ökningen minskat de senaste åren förutom längst i söder i landet där framförallt stormen Gudrun år 2005 skapade en stor mängd död ved (Jonsson et al., 2016). Under perioden 1998-2000 var mängden död ved i hela landet 6,5 m<sup>3</sup> död ved/ha i produktiv skogsmark (Naturvårdsverket, 2005). Genomsnittet för mängden död ved i produktiv skogsmark under perioden 2012-2016 var 8,1 m<sup>3</sup>/ha. I Västra Götaland ligger genomsnittet på 8,6 m<sup>3</sup>/ha år 2017 (SLU, 2017).

### **Skötsel av skogen**

Död ved har historiskt sett skapats genom naturliga skeenden: bränder, stormar, konkurrens mellan individer av träd och att träden får åldras och dö. Dock hindrar människans skogsbruk att många av dessa processer sker. Skogsbruket är duktiga på att städa undan död ved i skogen

(Naturvårdsverket, 2005). I och med detta har kompositionen av den döda veden förändrats vad gäller träarter, nedbrytningsstadier och grovlek (Blaser, Prati, Senn-Irlet & Fischer, 2013). Minskningen och förändringen av död ved har lett till att ett flertal vedlevandearter har blivit mer sällsynta och hotade (Naturvårdsverket, 2005). 750 stycken vedlevande arter fanns på rödlistan år 2015 (ArtDatabanken, 2015). Det visar hur viktig död ved är för artrikedomen och att det måste lämnas kvar död ved i skogarna.

Skogen utsätts för många störningar av oss människor. Andelen tillgängliga habitat har minskat för de skogslevande arterna trots att områden har avsatts för att skydda den biologiska mångfalden (Djupstöm, Weslien & Schroeder, 2008). Naturresevat skapas för olika syften antingen för att bevara biologisk mångfald, vårda och bevara värdefulla naturmiljöer eller avsättning av ett område för friluftsliv. Beroende av syftet skapas individuella föreskrifter för vad som gäller i ett specifikt resevat (SFS 1998:808). Hur den döda veden skyddas eller sparas i ett område är då beroende av dess syfte.

Den skog som inom denna studie har inventerats ägs av Skövde kommun och är certifierad av FSC. FSC är en internationell organisation som arbetar för att skapa hållbara skogsbruksmetoder, som tar ansvar för både miljön och sociala förhållanden. FSC har lite högre krav vad gäller miljöhänsyn än skogsvårdslagen. Bland annat måste skogsägaren vid avverkning lämna minst tre högstubbar eller ringbarkade träd per hektar och dessa ska helst vara av olika träarter. De ska även lämna mer död ved som är äldre än ett år och liksom skogsvårdslagen behöver inte en lika stor mängd av ved yngre än ett år lämnas kvar (FSC, 2010).

Regeringens definition av miljömålet levande skogar lyder: *"Skogens och skogsmarkens värde för biologisk produktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljövärden och sociala värden värnas"* (Prop. 1997/98:145) Inom miljömålet används hård död ved som en indikator för uppföljningen av det nationella miljömålet. Det ses som en viktig faktor för bevarandet av den biologiska mångfalden i skogen och mängden hård död ved måste öka, särskilt i områden där den biologiska mångfalden är synnerligen hotad (Naturvårdsverket, 2016).



## **Signalarter**

Signalarter är en grupp av naturvårdsarter som genom sin närvaro signalerar att ett område har höga naturvärden. Signalarter kan därför användas för att identifiera ett artvärde för en avgränsad plats (Swedish standard institute, 2014). Många av signalarterna trivs i miljöer där även många rödlistade arter trivs. De olika arterna indikerar lite olika, många visar på stabilitet i området eller specifika förhållanden vad gäller substrat, hydrologi eller jordmån. Signalarterna används för att identifiera områden i skogen med höga naturvärden, nyckelbiotoper, som ska skyddas från avverkning (Skogsstyrelsen, 2018).

## **Syfte**

Död ved är en förutsättning för många av skogens arter. Mängden död ved i framförallt brukade skogar är väsentligt mindre än vad som är hållbart för den biologiska mångfalden. Denna studie syftar till att se hur sambandet mellan mängden död ved och artrikedom ser ut, dels inom brukade skogar, dels inom skyddade skogar och dels mellan brukade och skyddade skogar. Det kommer att bidra till och komplettera kunskapen om samband mellan död ved och artrikedom. Inventeringsdata kan också vägleda, från denna studie berörda markägare, hur död ved eventuellt bör tillföras och i vilken form för att bidra till att uppnå det nationella miljömålet ”levande skogar”.

## **Frågeställningar**

Finns ett samband mellan död ved och artrikedom inom barrdominerade skogar som har liknande skötsel? Skiljer sig sambandet åt beroende på om skogen är skyddad eller brukad?

### **Hypotes**

H<sup>1</sup>: Det finns ett samband mellan mängd död ved och artrikedom inom barrdominerad skog oberoende om skogen är skyddad eller brukad.

Mängden död ved är större i skyddade skogar än i brukade skogar.

H<sup>0</sup>: Det finns inget samband mellan artrikedom och mängd död ved i barrdominerade skogar.

Det finns ingen skillnad i mängd död ved mellan skyddad och brukad skog.

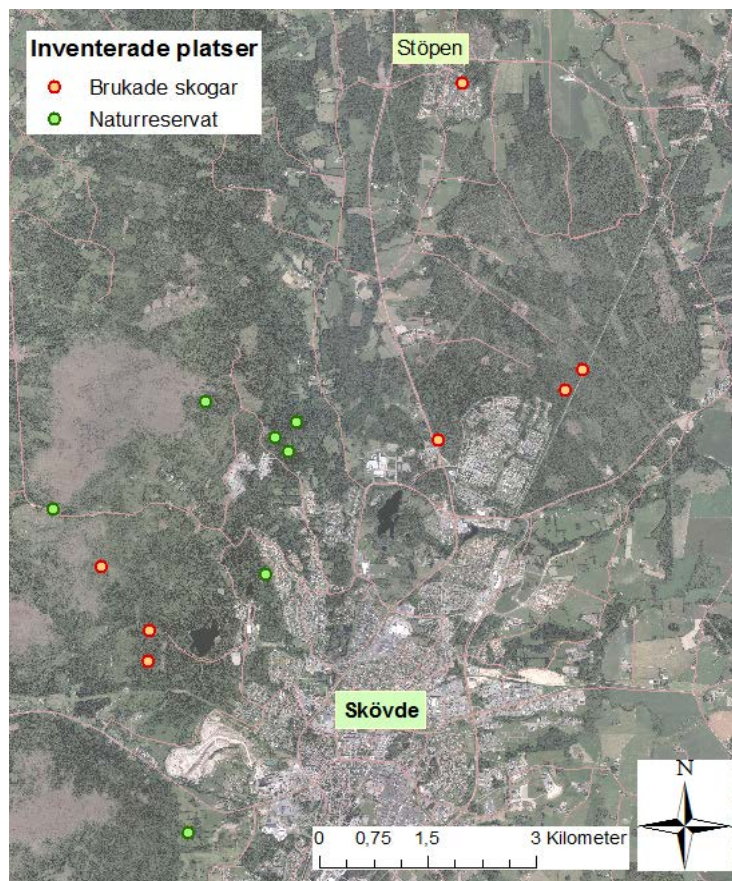
## Metod

### Förarbete

Inventering av död ved och dess artrikedom utfördes i barrdominerade skogar ägda av Skövde kommun. Provytor för inventeringen identifierades med hjälp av ArcGIS 10.5. Kommunala markslagsdata inhämtades från Skövde kommun och underlag för naturreservat inhämtades från Naturvårdsverket. Utifrån dessa urskildes barrskogar från kommunmarken samt markering av brukade och skyddade skogar för att få fram potentiella skogsområden för inventering. I denna studie anses brukad mark vara mark som inte skyddas av Naturreservat, Nationalpark, Växt och djurskyddsområde eller där naturvårdsavtal finns. Exakta platser för inventering togs fram med hjälp av verktyget "Create random points" i arcMap. Verktyget slumpade ut 30 punkter inom skyddade respektive brukade områden där punkterna tilläts ligga som minst 100 meter ifrån varandra. Platserna inventerades i den ordning som de slumpades fram. Platserna koordinatsattes och inventerades med en 20 meters radie från koordinaten med en felmarginal på 5 meter. Den yta som inventerades var 0,126 ha per plats. Områden med hyggen eller ung skog (<20 år) inventerades ej. Ett överskott av punkter togs fram för att gardera om det skulle visa sig i fält att platsen inte uppfyllde kraven för inventering. Det kontrollerades även att ingen av punkterna hamnade i nyckelbiotoper, detta genom att lägga till nyckelbiotopslager inhämtat från Naturvårdsverket. En nyligen gjord studie analyserade den biologiska mångfalden i nyckelbiotoper. De fann att volmen död ved är generellt högre i nyckelbiotoper än i övrig skogsmark (Skogsstyrelsen, 2017). Nyckelbiotoper valdes bort på grund av att de skulle kunna inverka på resultatet i brukade skogar dessutom är nyckelbiotoper skyddade från avverkning.

Definitioner som gäller för denna studie:

- **Död ved:** Både liggande och stående trädstammar och grenar utan livskraft, med en dimension på minst 10 cm i diameter. Delar av träd som ej visar livskraft men som sitter fast på levande träd räknas ej med till begreppet död ved. Enbart stubbar över 40 cm i höjd räknas med.
- **Vedlevande arter:** Arter som någon gång under sin livscykel är beroende av död eller döende ved eller av andra vedlevande organismer (Speighet, 1989).
- **Artrikedom:** Mångfald av vedlevande arter i skogsekosystemet. Artrikedom uppskattas här genom förekomst av signalarter som visar på goda förutsättningar för vedlevande arter.
- **Nedbrytningsgrad:** Följer till stor del riksskogstaxeringen uppdelning av nedbrytningsgrader. De mittersta kategorierna, något nedbruten död ved och nedbruten död ved har slagits ihop till en kategori; Nedbruten död ved (tabell 2).



Figur 1. Översiktskarta över Skövde och inventeringspunkter. Orangea punkter visar inventerade platser i brukade skogar och de gröna punkterna visar platser i naturreservat. GSD-Ortofoto © Lantmäteriet (2015)

## Vedlevande arter och Artvärde

Tio stycken vedlevande signalarter (tabell 1), valdes ut för att ge ett mått på artrikedom. Signalarterna selekterades utifrån vedlevnad, förekomst i västra Götaland och identifieringsbarhet. Arter med främst koppling till barrträd valdes ut men även vissa arter som lever på lövträd. Arter för olika nedbrytningsstadier, exponeringsgrad och fuktighetspreferenser ingick (tabell 1).

Tabell 1. Utvalda signalarter och dess preferenser (Nitare, 2000).

Utvalda signalarter	Preferens
Vedtrappmossa ( <i>Anastrophyllum hellerianum</i> )	Murken ved, helst grova lågor i främst grannaturskog. Förekommer på gran även tall, främst senare nedbrytningsstadier.
Grön sköldmossa ( <i>Boxbaumia viridis</i> )	Murken något fuktig ved av lågor och stubbar i sent nedbrytningsstadium. Oftast på gran, sällsynt på tall och löv
Långflikmossa ( <i>Nowellia curvifolia</i> )	Främst lågor av gran samt stubbytor i senare nedbrytningsstadium.
Flagellkvastmossa ( <i>Dicranum flagellare</i> )	Barrträd främst lågor och stubbar, senare nedbrytningsstadium
Stubbspretmossa ( <i>Herzogiella seliger</i> )	Fuktig ved av stubbar och lågor samt basen av gamla träd.
Sotlav ( <i>Cyphelium inquinans</i> )	Torr ved och grovsprucken bark. Förekommer på ek, vårtbjörk och gran på exponerade ljusa platser.
Vedskivlav ( <i>Lecidea botryosa</i> )	Gamla grova exponerade lågor av tall, gran och ek. Stubbar, torrakor och barklösa lågor.
Kortskaftad ärgspiklav ( <i>Microcalicium ahneri</i> )	Oftast brunrötad tallved, sällsynt på murken ved av gran och ek. Förekommer främst i ljus, öppen miljö med höga barklösa stubbar, torrträd.
Ullticka ( <i>Phellinus ferrugineofuscus</i> )	Växer på grova granlågor med ännu kvarsittande bark i alla typer av grannaturskog. Främst tidigt nedbrytnings skede av gran. Sällsynt på tall
Vitmosslav ( <i>Icmadophila ericetorum</i> )	Gamla grova lågor eller nära marken på stubbar i sent nedbrytningsstadium och fuktig miljö

Artvärde beräknades:

$$\Psi = \sum_{i=1}^n \max(F_i) \times n \quad (1)$$

$\Psi$  – Artvärde

$\max(F_i)$ - största frekvensen som arten antar på platsen.

$F_i$  - frekvensen hos art  $i$ . Frekvens (1-3)

$n$  – antalet arter på inventerade platsen

Frekvens	
1	liten
2	måttlig
3	riklig

Endast den största frekvens hos en art som noteras på platsen används i beräkandet av artvärdet(1). Detta då artens frekvens för platsen ansågs vara dess största funna frekvens på platsen. Artvärde beräknades på samma sätt för de olika nedbrytningsklasserna och de olika typerna av död ved (stubbe, låga, högstubbe och torraka). Där max frekvensen av en art per plats och nedbrytningsklass/typ användes för  $\max(F_i)$ .

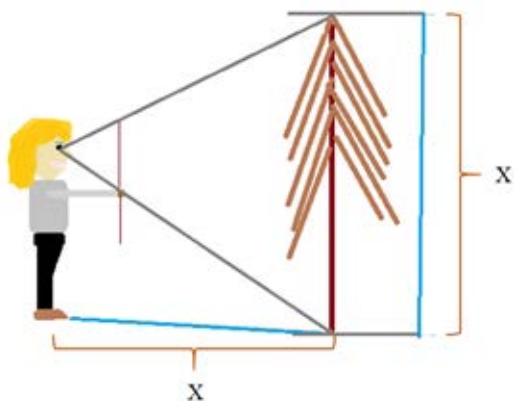
### Fältarbete

Inventeringen skedde 6-17april. Totalt inventeras sju platser i skyddad skog (naturreservat) respektive ej skyddad skog (brukade skogar). I fält användes en GPS (Garmin eTrex 20x; referenssystem swereff 99) för att nå fram till exakta platser för inventering (Figur 1)(koordinater givna från Create random points, se förarbete). All död ved inom 20 meters radie mättes in för att sedan beräkna totala mängden kubikmeter död ved ( $m^3$ ). All inmätt död ved kategoriserades efter: stubbe, torraka, låga, högstubbe samt nedbrytningsgrad (tabell 2).

Tabell 2. Nedbrytningsgrader av död ved med definitioner och förklaring över hur det bedöms i fält. Riksskogstaxeringens indelning av nedbrytningsgrader (omarbetad efter SLU, 2017)

Nedbrytningsgrader	Definition	Förklaring	Nedbrytningsklass
<b>Hård död ved</b>	Stammens volym består till mer än 90 procent av hård ved med en tillika hård mantelyta. Stammen är mycket lite påverkad av vednedbrytande organismer. Hit förs även rå död ved från helt nyligen avgångna träd.	Färsk ved	<b>1</b>
<b>Nedbruten död ved</b>	Stammens volym består till 10-75 procent av mjuk ved. Resterande andel utgörs av hård ved.	Lös bark med hård ved och fast rötad ved som kan petas sönder med kniv	<b>2</b>
<b>Mycket nedbruten död ved</b>	Stammens volym består till 76-100 procent av mjuk eller mycket mjuk ved. Spetsigt redskap, t.ex. jordsond, kan tryckas genom hela stammen. Dock kan hård kärna förekomma	Lös rötad ved – petas sönder med fingrarna	<b>3</b>

All död ved mättes på längden/höjden och dess omkrets. Omkretsen mättes för stående ved i brösthöjd och för liggande ved på mitten. För att få fram höjden på torrakor och högstubbar har metoden höjdmätning med pinne används. Då greppas en pinne på 1 meter mellan tummen och pekfingeret och med armen rakt ut placeras pinnen intill ögat. Sedan vinklas pinnen rätt upp och tummen hålls med siktlinje mot botten på trädet och toppen av pinnen ska vara i siktlinjen med toppen av trädet. Avståndet mellan dig och trädet är höjden på trädet (Figur 2)( Skogen i skolan, u.å.). Frisök tillämpades som inventeringsmetod för utvalda signalarter på den inmätta döda veden. Antalet signalarter antecknades tillsammans med dess frekvens (liten, måttlig, riklig). Ett fältprotokoll utarbetades för att enkelt notera bland annat: datum, skötsel, mått på död ved, nedbrytningsgrad av död ved, typ av död ved, förekomst av signalarter (Bilaga B).



Figur 2. Höjdmätning med pinne. Den blå liggande linjen (X) mellan personen som mäter och trädet motsvarar samma längd som trädets höjd (X).

För att få fram volymen död ved utifrån längd/höjd och omkrets användes följande formel (2):

$$V = \left( \frac{\left( \frac{O}{\pi} \right)}{2} \right)^2 * \pi * H \quad (2)$$

V- volym

O- omkrets

H- höjd eller längd

Mängden död ved ( $m^3$ ) per hektar ( $m^3/ha$ ) beräknades genom att mängden död ved delades med inventerad area i ha (0,126 ha). Det antogs att fördelningen av död ved var jämn genom hela skogen.

Under fältarbetet visades hänsyn genom dels att ingen av arterna plockades med till labb för senare artbestämning utan alla arter identifierades i fält och dels att försiktighet beaktades för att inventeringsplatserna skulle få så liten påverkan på som möjligt av inventeringen.

### **Statistisk analys**

De statistiska analyserna utfördes i Excel 2013. Där jämfördes den insamlade datan utifrån skötseltyp (naturreservat eller brukade skogar) samt dess samband till artvärdet. För att data skulle bli bättre normalfördelat och uppfylla kraven för testen, transformerades datan genom att alla värden logaritmerades. Eftersom ett antal noll värden fanns med i datan plussades ett på ( $\text{Log}(x+1)$ ) för att kunna logaritmera värdena.

#### **T-test**

T-tester gjordes för att se om skillnaden i medelvärdet för mängden död ved för de två olika skötseltyperna var signifikanta. Detta gjordes även för var och en av nedbrytningsklasserna för respektive skötseltyp. Ett t-test gjordes också för att jämföra om det fanns någon signifikant skillnaden i medelvärde mellan artvärdet för naturreservat och för brukade skogar. Tvåsidigt T-test användes. T-test jämför medelvärdet mellan två olika grupper för att undersöka om skillnaden är statistiskt signifikant.

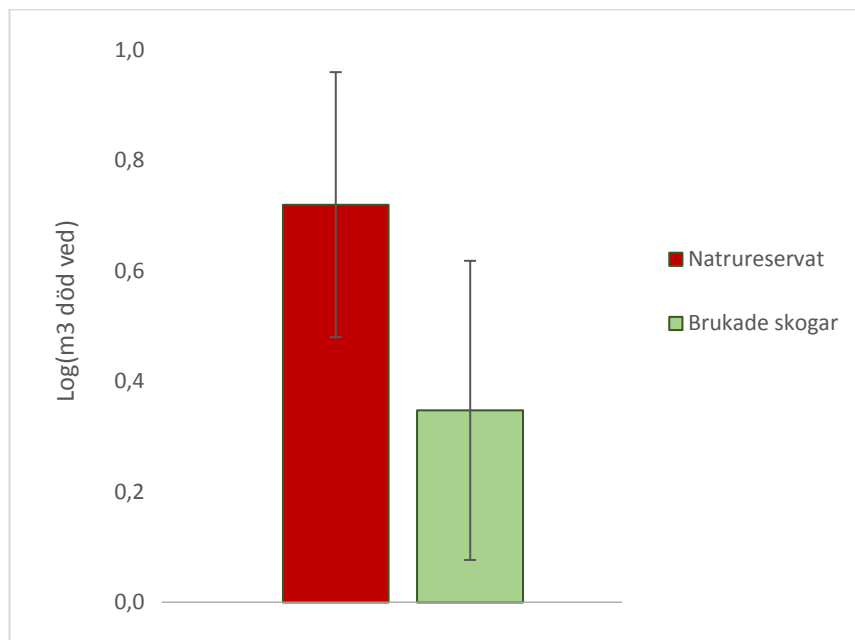
#### **Regressionsanalys**

Regressionsanalyser gjordes för att undersöka om det fanns något samband mellan mängden död ved och artvärde samt mellan nedbrytningsklasserna och artvärde. Regressionsanalysen skapar en ekvation utifrån ens data för att kunna ge bästa möjliga förutsägelse. Ekvationen från regressionsanalysen visar lutningen på linjen, om den är positiv eller negativ samt beskriver styrkan i sambandet ( $R^2$  determinationskoefficient).  $R^2$  ger ett värde mellan 0 och 1, ju närmare 1 desto mer av variationen av y förklaras av x i det linjära sambandet. För alla test användes en signifikansnivå på 0,05.

## Resultat

### Volym död ved i naturreservat och brukade skogar

Volymen död ved är större i naturreservat än i brukade skogar (Figur 3). Den genomsnittliga mängden död ved per inventerad plats i naturreservat var  $5,13 \text{ m}^3$  medan det i brukade skogar var  $1,93 \text{ m}^3$  (Figur 3). T-testet visade på en signifikant skillnad mellan volymen död ved i naturreservat och brukade skogar, P värde=0,038,  $T_{12}$  värde= 2,18,  $n=7$ . Omvandlat till volym per hektar var medelvärdet för naturreservat  $40,73 \text{ m}^3/\text{ha}$  och motsvarande för brukade skogar var  $15,32 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Noll-hypotesen, det finns ingen skillnad i mängd död ved mellan skyddad och brukad skog kan förkastas.



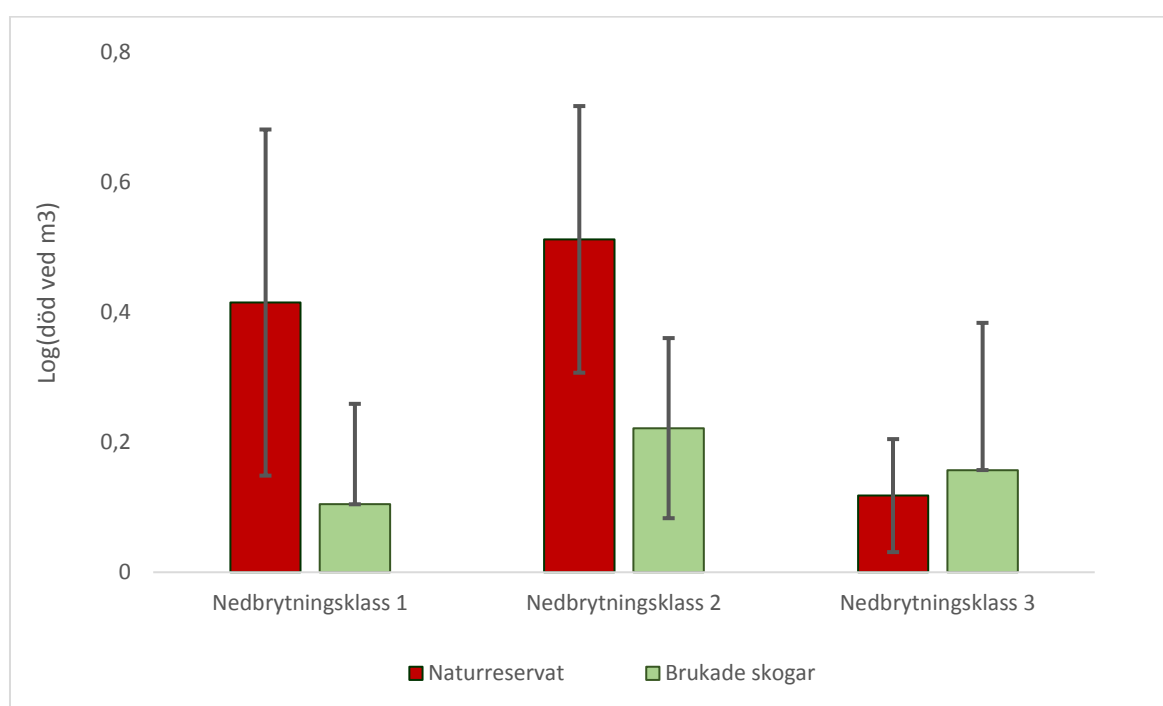
Figur 3. Medelvärdet av volymen död ved i skyddad och ej skyddad skog. Skillnaden är signifikant (p-värde=0,038,  $T_{12}$  värde= 2,18,  $n=7$ . 95 % konfidensintervall som spridningsmått).

Det genomsnittliga antalet död ved strukturer per inventeringsplats var 12,5. Uppdelat på skötsel var det i naturreservat 15,6 och i brukade skogar 9,6. I brukade skogar var en plats helt fri från död ved (bilaga D). Medelvärdet av antalet död ved strukturer av barrträd var 7,4 i naturreservat och 6,1 i brukade skogar. För antalet död ved av lövträd var genomsnittet likvärdigt med barrträd i naturreservat (7,7), medan genomsnittet i brukade skogar endast var 2,0 stycken lövträd per inventeringsplats. Vid tre inventeringsplatser hittades ingen död ved av barr, två av platserna var i naturreservat och en i brukade skogar. Fyra platser var utan död ved av lövträdsarter, en i naturreservat och tre i brukade skogar (bilaga D).



### Volym av olika nedbrytningsgrad

Volymen död ved inom nedbrytningsklass 1 och 2 är signifikant större i naturreservat än i brukade skogar. Ingen signifikans fanns för nedbrytningsklass 3 (tabell 3; Figur 4). I brukade skogar var volymen låg för hård ved (klass 1) med ett medelvärde på 3,11 m<sup>3</sup>/ha medan det i naturreservat fanns en stor mängd hård död ved med ett medelvärde på 17,09 m<sup>3</sup>/ha. För nedbruten död ved (klass 2) var motsvarande siffror något högre för båda skötseltyperna, naturreservat 20,91 m<sup>3</sup>/ha och för brukade skogar 6,10 m<sup>3</sup>/ha. För mycket nedbruten ved (klass 3) var medelvärdet 2,72 m<sup>3</sup>/ha i naturreservat och något högre i brukade skogar 6,12 m<sup>3</sup>/ha, dock kunde ingen signifikant skillnad hittas mellan dessa värden (tabell 3; Figur 4).



Figur 4. Volym död ved per nedbrytningsklass. Signifikant skillnad i medelvärde i volym död ved mellan skyddad och inte skyddad skog i nedbrytningsklass 1, och klass 2, men ingen signifikans för nedbrytningsklass 3 (tabell 5) (95 % konfidensintervall som spridningsmått).

Tabell 3. Resultat från t-test för skillnad i mängd död ved i de tre olika nedbrytningsklasserna mellan naturreservat och brukade skogar.

Nedbrytningsklass	Medelvärde m <sup>3</sup> död ved i Naturreservat	Medelvärde m <sup>3</sup> död ved i brukade skogar	p-värde	T-värde	fg	N
1	2,154	0,391	0,0413	2,1788	12	7
2	2,635	0,768	0,0209	2,1788	12	7
3	0,343	0,771	0,72	2,1788	12	7

Inom naturreservat var medelvärdet för volymen död ved signifikant skilda mellan nedbrytningsklass 1 och 3 och mellan nedbrytningsklass 2 och 3, dock inte mellan nedbrytningsklass 1 och 2 (tabell 4; Figur 4). För brukade skogar fanns ingen signifikant skillnad mellan de olika nedbrytningsklasserna (tabell 4).

Tabell 4. Resultat från t-test mellan nedbrytningsklasserna inom naturreservat och brukade skogar

Naturreservat			
Värden	Nedbrytningsklass 1 och 2	Nedbrytningsklass 1 och 3	Nedbrytningsklass 2 och 3
p	0,525	0,0017	0,033
T	2,179	2,179	2,179
fg	12	12	12
n	7	7	7
Brukad skogar			
Värden	Nedbrytningsklass 1 och 2	Nedbrytningsklass 1 och 3	Nedbrytningsklass 2 och 3
p	0,2942	0,6712	0,5922
T	2,179	2,179	2,179
fg	12	12	12
n	7	7	7

Det fanns ingen signifikans för skillnad i medelvärdet av volymen död ved mellan olika typer av död ved (torraka, låga, stubbe, högstubbe), varken mellan de olika skötseltyperna eller inom dem.

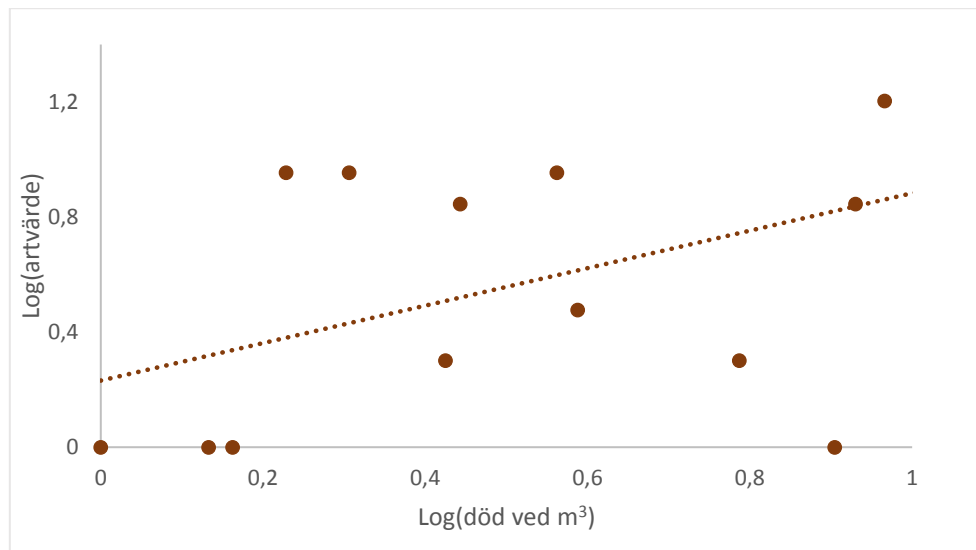
### **Volym död ved och artrikedom**

Av de 14 inventerade platser hittades signalarter i 10 av dem. Vilket gav 4 områden ett artvärde på noll, ett av dessa var i naturreservat och 3 i brukade skogar (bilaga A). Skillnaden i artvärde mellan naturreservat och brukade skogar var inte signifikant. Studien kan inte visa på att det finns någon skillnad i artrikedom mellan naturreservat och brukade skogar. Inte heller att medelvärdet av antalet förekomster av arter per plats skiljde sig mellan de olika skötseltyperna. Fyra stycken av de tio utvalda signalarterna hittades under inventeringen (tabell 5). Ingen av dessa arter hittades på alla platser. Stubbspretmossan var den art som hittades flest gånger och på flest platser, därefter flagellkvastmossa, långflikmossa och minst gånger sågs kortskaftad ärgspik. Fördelningen mellan naturreservat och brukade skogar var jämn för alla arter utom stubbspretmossa som var mer frekvent inom naturreservat (tabell 5).

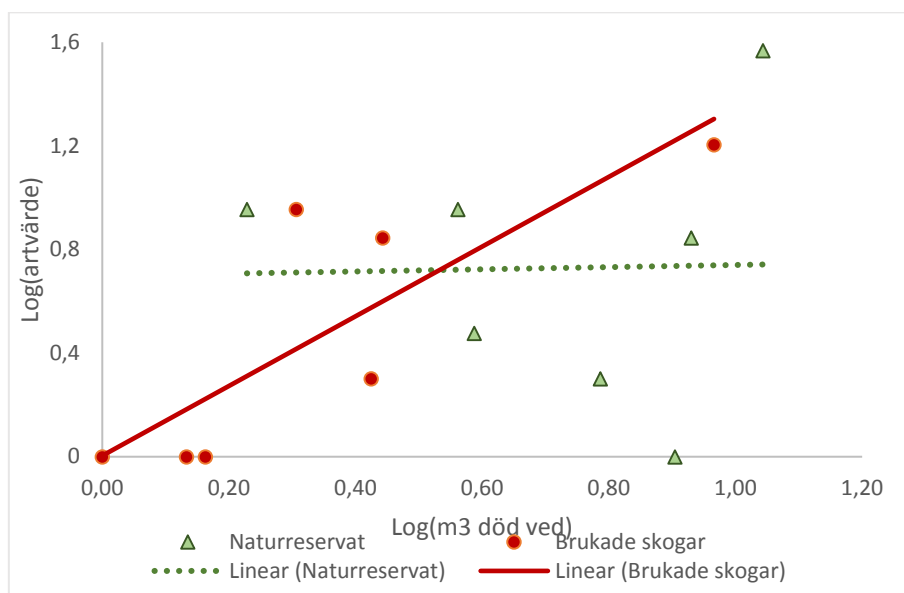
Tabell 5. Signalarter som inventerats uppdelat på art och dess förekomst totalt och i naturreservat respektive brukade skogar.

<b>Signalarter</b>	<b>Antal förekomster totalt</b>	<b>Antal platser med förekomst</b>	<b>Antalet platser med förekomst inom naturreservat</b>	<b>Antal platser med förekomst i brukade skogar</b>
Vedtrappmossa ( <i>Anastrophyllum hellerianum</i> )				
Grön sköldmossa ( <i>Boxbaumia viridis</i> )				
Långflikmossa ( <i>Nowellia curvifolia</i> )	13	4	2	2
Flagellkvastmossa ( <i>Dicranum flagellare</i> )	17	6	3	3
Stubbspretmossa ( <i>Herzogiella seliger</i> )	28	8	6	2
Sotlav ( <i>Cyphelium inquinans</i> )				
Vedskivlav ( <i>Lecidea botryosa</i> )				
Kortskaftad ärgspiklav ( <i>Microcalicium ahlneri</i> )	3	2	1	1
Ullticka ( <i>Phellinus ferrugineofuscus</i> )				
Vitmosslav ( <i>Icmadophila ericetorum</i> )				

För död ved och artrikedom finns ett positivt samband för total mängd död ved och artvärde för alla inventeringsplatserna, dock inte signifikant för nivån 0,05 men nära,  $p=0,0873$   $R^2=0,2240$ ,  $n=14$  (Figur 5). Volymen död ved ser ändå ut att ha en viss betydelse för artrikedomen. Delar man upp volymen död ved och artvärde per skötseltyp är sambandet mellan volymen död ved och artvärde positivt signifikant i brukade skogar,  $p=0,0230$ ,  $R^2=0,6773$ ,  $n=7$  (Figur 6). Ingen signifikans i sambandet mellan volymen död ved och artvärde i naturreservat,  $p$ -värde 0,9614. När volymen död ved ökar i brukade skogar ökar artrikedomen.

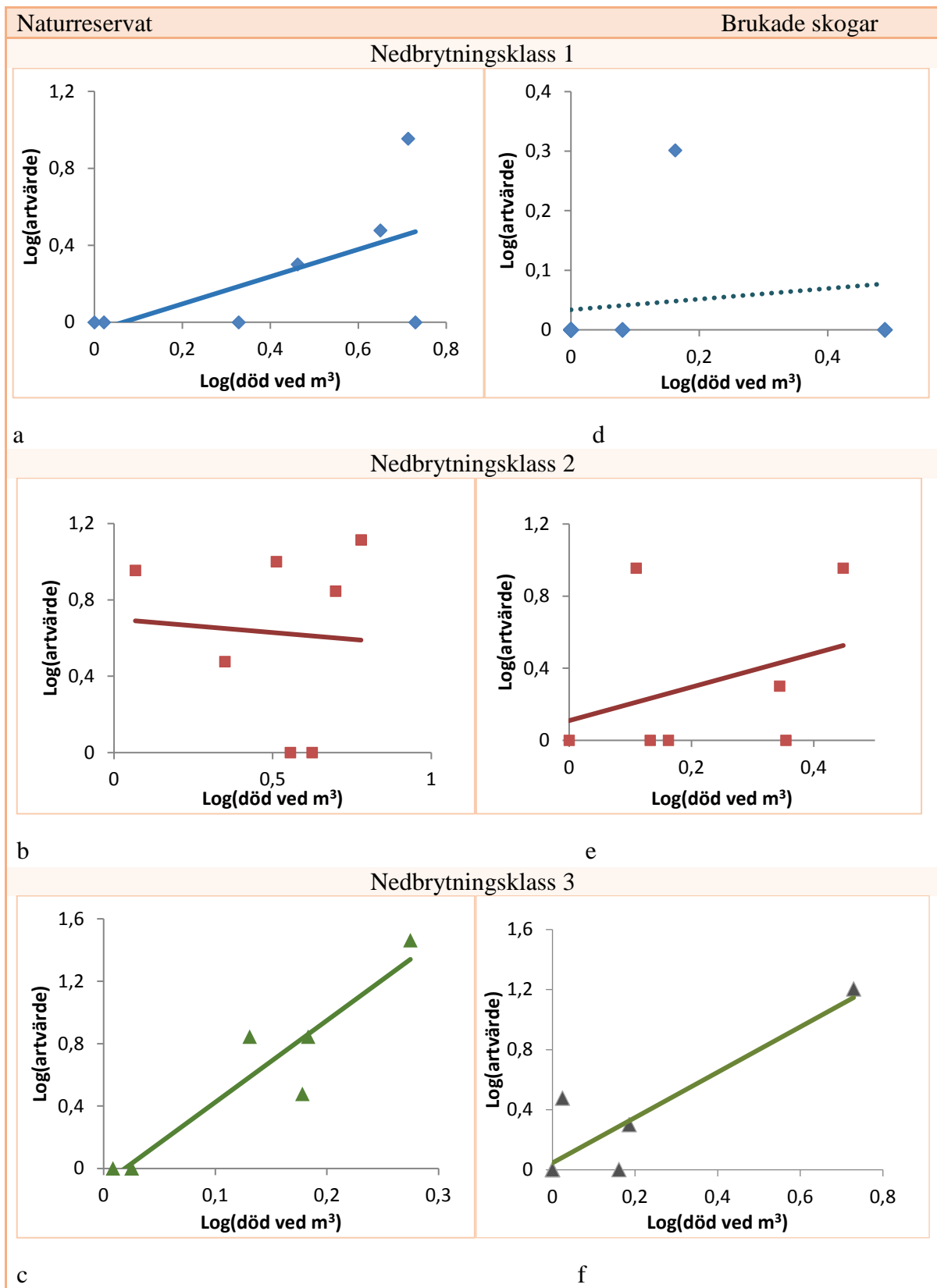


Figur 5. Sambandet mellan volymen död ved och artrikedom över alla inventeringsplatser. Nära signifikans  $R^2=0,2240$   $p=0,0873$ ,  $y = 0,6515x + 0,2316$ .



Figur 6. Sambandet mellan volymen död ved och artvärdet för de olika skötseltyperna. Positivt och Signifikant samband för brukade skogar,  $p=0,0230$ ,  $R^2=0,6773$ ,  $y = 1,3456x + 0,0039$ . Ej signifikant för naturreservat  $p=0,9614$ ,  $R^2 = 0,0005$ .

## Nedbrytningsgrad och artrikedom

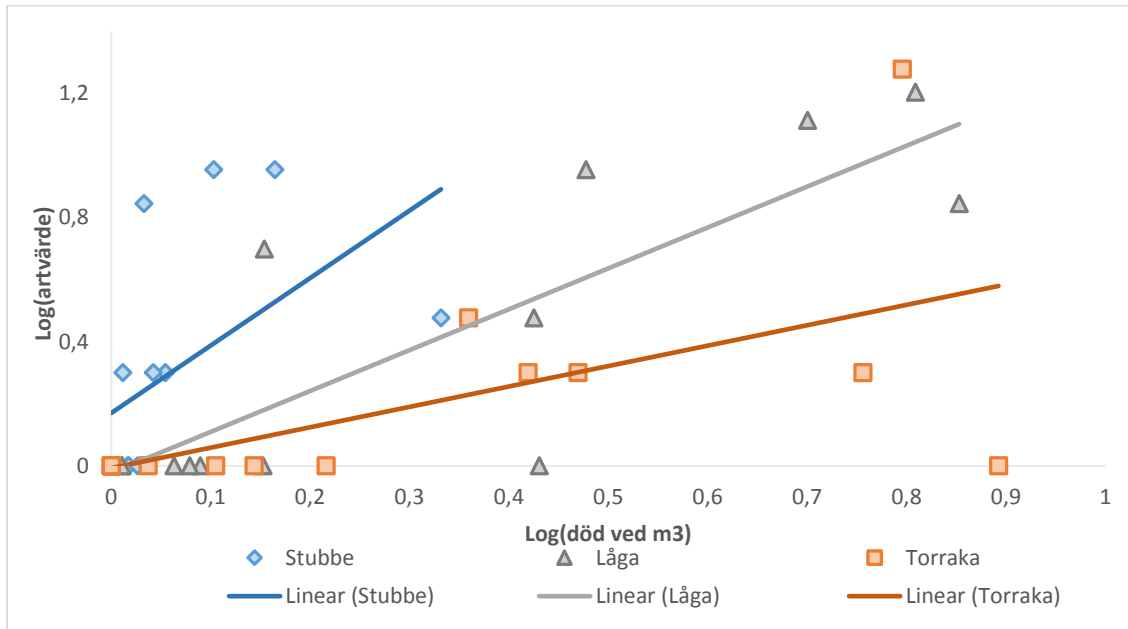


Figur 7. Samband mellan artrikedom och volymen död ved utifrån nedbrytningsgrad. a-c representerar naturreservat och d-f brukade skogar. c)  $p = 0,0015$ ,  $R^2 = 0,8878$ ,  $n = 7$  ( $y = 5,2405x - 0,0993$ ) f)  $p = 0,0072$ ,  $R^2 = 0,7932$ ,  $n = 7$  ( $y = 1,5103x + 0,0458$ ).

Artvärde för nedbrytningsklass 1 i brukade skogar gav för få artvärden att kunna utföra vidare analyser (bilaga C). Nedbrytningsklass 1 i naturreservat visade inget signifikant samband,  $p=0,1517$ ,  $R^2=0,3637$  (Figur 7a). Inget signifikant samband hittades för nedbrytningsklass 2, varken i brukade skogar,  $p=0,4634$ ,  $R^2=0,1118$  eller för naturreservat  $p=0,8783$ ,  $R^2=0,0052$  (Figur 7b och e). I nedbrytningsklass 3 däremot fanns ett starkt positivt samband för båda skötseltyperna, naturreservat  $p=0,0015$ ,  $R^2=0,8878$ ,  $n=7$  och brukade skogar  $p=0,0072$ ,  $R^2=0,7932$ ,  $n=7$  (Figur 7c och f). Med en starkare lutning inom naturreservat, där en ökning av volymen död ved ger en stark respons på artrikedomen.

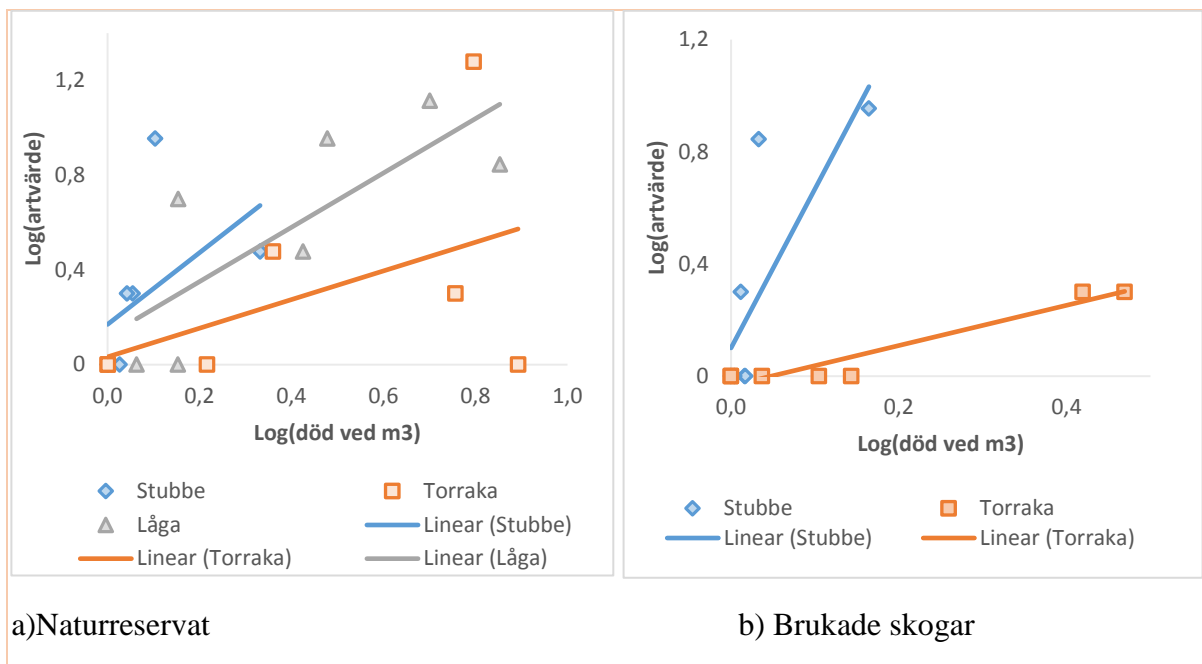
### Typ av död ved och artrikedom

När artvärdet beräknades för de olika typerna av död ved per plats fick högstubbe så pass få artvärden att inga fler analyser gjordes. Sambandet mellan volymen lågor var positivt signifikant och med en relativt hög förklaringsgrad,  $p=0,00015$ ,  $R^2=0,7097$ ,  $n=14$  (Figur 8). För torrakor var sambandet positivt signifikant med en något skarpare lutning än för lågor,  $p=0,0238$ ,  $R^2=0,3581$ ,  $n=14$  (Figur 8). Kopplingen mellan volymen stubbar och artrikedom var på gränsen till signifikant,  $p=0,0501$ ,  $R^2=0,2833$ ,  $n=14$ .



Figur 8. Sambandet mellan volymen död ved av olika typer och artrikedom. Signifikant samband för lågor  $p=0,00015$ ,  $R^2=0,7097$ ,  $n=14$  ( $y = 1,3175x - 0,0222$ ) och för torrakor  $p=0,0238$ ,  $R^2=0,3581$ ,  $n=14$  ( $y = 0,6576x - 0,007$ ). Gränsfall till signifikans för sambandet mellan volymen stubbar och artrikedom,  $p=0,0501$ ,  $R^2=0,2833$ ,  $n=14$  ( $y = 2,1744x + 0,1705$ ).

När artvärdet beräknades för de olika typerna av död ved per skötseltyp fick högstubbe i naturreservat samt högstubbe och låga i brukade skogar så pass få artvärden att inga fler analyser kunde utföras. I Naturreservat var sambandet mellan stubbe och artrikedom, samt mellan låga respektive torraka och artrikedom positivt (Figur 9). Dock var endast sambandet mellan lågor och artvärdet var signifikant,  $p=0,0429$ ,  $R^2=0,5927$ ,  $n=7$ . I brukade skogar var sambandet svagt positivt och signifikant för torraka och artrikedom,  $p= 0,00058$ ,  $R^2=0,9229$ ,  $n=7$ . För stubbe är sambandet starkt positivt och signifikant,  $p= 0,0419$ ,  $R^2=0,5964$ ,  $n=7$ .



Figur 9. Samband mellan volymen död ved av olika typer (stubbe, låga och torraka) och artrikedom. a) I naturreservat fanns ett signifikant positivt samband mellan död ved av lågor och artrikedom,  $p=0,0429$ ,  $R^2=0,5927$  ( $y=1,1472x+0,1212$ ). Inget signifikant samband för stubbe  $p= 0,2456$ ,  $R^2=0,2570$  och torraka  $p=0,8031$ ,  $R^2=0,0136$ . b) I brukade skogar fanns ett signifikant positivt samband för stubbe,  $p= 0,0419$   $R^2=0,5964$  ( $y = 5,6681x + 0,1006$ ) och torraka,  $p= 0,00058$   $R^2=0,9229$  ( $y = 0,7175x - 0,0343$ ).

## **Diskussion**

Denna rapport påvisar att volymen död ved är större i skyddade områden än i brukade skogar, liksom tidigare studier också kommit fram till. Till exempel Fridman och Walheim (2000) visar på att kvantiteten av död ved i brukade skogar representerar mellan 2 % och 30 % av kvantiteten i skyddade skogar. Fridman (2000) analyserade riksskogstaxeringens data och kommer fram till att skog i naturreservat generellt innehåller en större volym död ved.

Denna studie ger svagt stöd till att sambandet mellan volymen död ved och artrikedom är positivt överlag. Däremot är sambandet starkt positivt för mycket nedbruten död ved i båda skötseltyperna. Den visar också att sambandet mellan volymen död ved och artrikedom skiljer sig inom naturreservat och brukade skogar. Vilket visar att sambandet inte är oberoende av om skogen är skyddad eller ej. För brukade skogar ökar artrikedom med ökande volym död ved överlag. Att inget samband syns mellan volymen död ved och artrikedom totalt (Figur 5) eller i naturreservat (Figur 6) förklaras av att volymen hård död ved är stor och volymen mycket nedbruten död ved är låg i naturreservat (Figur 4) och att det starka sambandet till artrikedom finns i mycket nedbruten död ved och inte i hård död ved (Figur 7). Volymen av mindre nedbruten död ved är större och inget samband till artrikedom hittas där samt att det starka sambandet i den låga volymen mycket nedbruten död ved försvinner när all nedbrytningsklasser läggs ihop.

### **Volymen död ved**

I brukade skogar var genomsnittet för död ved 15,32 m<sup>3</sup>/ha i Skövde kommuns skogar, detta ligger högt över genomsnittet för Västra Götaland, 8,6 m<sup>3</sup>/ha och för hela landet, 8,1m<sup>3</sup>/ha (SLU, 2017). Detta kan dels bero på att kommunen är FSC certifierad och dels på att de försöker bedriva ett hållbart skogsbruk. De strävar efter att lämna områden med höga naturvärden ifred samt skapa en dynamisk skog med både glesa och tätare skogspartier (Skövde kommun, 2017). Dock uppfyller de inte det tröskelvärde som Müller och Büttler (2010) och Naturvårdsverket (2005) kommer fram till på minst 20m<sup>3</sup>/ha död ved. För att Sverige ska uppnå det nationella miljömålet om *levande skogar* är det viktigt att alla skogsägare arbetar mot det målet, Skövde kommun är på god väg.

Volymen hård död ved var större i naturreservat än i brukade skogar. Vilket visar på att färsk ved lämnas kvar i naturreservat medan den i brukade skogar tas om hand. Detta kan förklaras av att all färsk barrved över 5 m<sup>3</sup>/ha måste tas omhand enligt skogsvårdslagen (SFS 1979:429). Det görs för att förebygga skador på skogen från angrepp av insekter. Dessutom behöver FCS



certifierad skog inte lämna lika stor del färsk ved som mer nedbruten ved (FSC, 2010). Färsk ved har stor betydelse på sikt då den i framtiden kommer att bli viktiga habitat och substrat för arter, när nedbrytningsprocesserna börjat ordentligt.

För nedbruten död ved var volymen större i Naturreservat vilket kan ha samma förklaring som ovan, att mindre färsk ved lämnas kvar i brukade skogar. Veden i naturreservat får ligga kvar och brytas ner av organismer medan den i brukade skogar tas bort.

De senaste två decennierna har fler och fler områden skyddats för att främja den biologiska mångfalden (Djupstöm et al., 2008). I de områden som under denna tid blev naturreservat kommer större delen av veden få ligga kvar. Det kan även göra att det på sikt bildas mer mycket nedbruten död ved inom nyligen skyddade områden. I denna studie kunde inget signifikant resultat noteras om volymen mycket nedbruten ved var större i naturreservat än i brukade skogar. I brukade skogar finns enligt Siitonen och Saaristo (2000) en brist på speciellt grova lågor och stubbar i sent nedbrytningsstadium. Det är främst mindre och smalare ved som lämnas och den bryts ned snabbare och blir lättare övervuxen av annan vegetation, detta gör att veden sällan kan nyttjas i ett sent nedbrytningsstadium (Stoland et al., 2012). Detta kan också förklara varför en så liten mängd mycket nedbruten ved hittades. I naturreservat däremot kommer volymen död ved troligt vis att öka och mer mycket nedbruten ved skapas med tiden. En del arter behöver ha en väl nedbruten ved, därför är det viktigt att kontinuerligt skapa död ved och låta den brytas ner. Det behöver finnas en kontinuerlig tillgång på ved i alla nedbrytningsstadier. Död ved utgör livsmiljö för olika arter under olika nedbrytningsstadier.

Denna studie inventerade 14 platser med en area på 0,126 ha och det gav ett litet dataunderlag. Volymen av data har för vissa analyser varit undermålig. Ju mer nivåer av kategorier desto mer känslig blir datan vid analyser. För många av de olika typer av död ved kunde inte några analyser utföras för att datan var för bristfällig. Här blir det tydligt att det med ett större dataunderlag kan utföras säkrare analyser. För ett mer tillförlitligt resultat bör fler platser inventeras eller ytan utökas för att få ett större dataunderlag.

### **Volymen död ved och artrikedom**

Arterna som hittades hade olika preferenser men var främst kopplade till barrträd, vilket kan speglas av att inventeringen utfördes i barrdominerade skogar. Även om det var barrdominerade skogar som inventerades fanns inslag av löv och fördelningen av död ved var jämn mellan lövträdsarter och barrträdsarter i naturreservat. Av de arter som hittades är srubbspretmossan

den art som troligast skulle kunna hittas på död ved av lövträd. Av de 10 arter som valdes ut identifierades 4 stycken under inventeringen. Områdena för inventering slumpades ut vilket gjorde att delvis slumpen avgjorde vilka arter som hittades. En annan anledning till detta kan ligga i val av arter samt viss brist i artkunskap hos inventeraren. Att välja ut arter som skulle vara lätta att identifiera och samtidigt uppfylla kraven på preferenser präglades utifrån personliga och lokala förhållanden.

Mått på artrikedom kan tas fram på olika sätt. Många studier som kollar på sambandet mellan död ved och artrikedom använder sig ofta av vedlevande insekter för att mäta biodiversiteten (Seibold et al., 2015). Anledning till detta är troligen att insekter är en av de dominerande taxa som nyttjar död ved. Med tanke på årstid och tidsåtgång valdes främst mossor och lavar till denna studie. Dock blir det svårt att jämföra denna studie med andra studier som använder vedlevande insekter för att beräkna artrikedom. Speciellt kan sambandet mellan de olika nedbrytningsgraderna ge olika resultat på grund av att insekter främst föredrar en lite fastare ved än mossor och lavar (Stokland et al. 2012).

Ekvationen för beräkning av artvärde är framtagen för att passa denna studie. För att vanliga befintliga diversitetsindex (t.ex. Simpson's och Shannon's diversitet index) ej var tillämpbara här. Att använda ett max värde för frekvensen gör att en del av datan försvinner i analysen. Trots det har detta sätt att beräkna artvärde valts för att spegla artrikedomen. För att lättare kunna jämföra mellan studier kan insamlingen av data ske på ett sådant sätt att allmänt använda diversitets index kan tillämpas.

Artrikedomens samband med ved av olika nedbrytningsgrad var otydlig för hård död ved (klass1) och nedbruten död ved (klass2) (Figur 7 a-b och d-e). I nedbrytningsklass 3 däremot fanns ett starkt positivt samband för båda skötseltyperna (Figur 5c och f). Att inget samband hittades för hård död ved kan ha att göra med att de valda signalarterna främst prefererade ved i senare nedbrytningsstadier. En annan faktor är att de arter som först koloniserar veden framförallt är svampar och i denna studie har främst mossor och lavar inventerats som prefererar ett senare stadium i nedbrytningsprocessen (Stokland et al., 2012).

Det fanns positiva samband mellan artrikedom och volymen lågor, torrakor och stubbar om man kollar över all data. Inom naturreservat fanns ett samband för lågor och i brukade skogar för stubbar och torrakor. Lassauce, Paillet, Jactel och Bouget (2010) har sammanställt tidigare forskning och fann en starkare positiv korrelation mellan diversitet av vedlevande arter och volymen lågor än för stubbar. Denna studie fick ett motsatt resultat där lutningen för

regressionslinjen var skarpare för stubbar än för lågor. En osäkerhetsfaktor i det resultatet är dock att förklaringsgraden var mycket starkare för lågor ( $R^2 = 0,7097$ ) och med större signifikans ( $p=0,00015$ ), än för stubbar ( $p= 0,0501$ ,  $R^2 = 0,2833$ ). Det något motsatta resultatet kan också ha och göra med vilka arter som används, i Lassauce et al. (2010) sammanfattade studier som innefattade insekter och svampar.

I och med att avverkningen är större i brukade skogar än i skyddade kan man tänka sig att volymen stubbar är större i brukade skogar även om denna studie inte kunde visa på det. Kan då förekomsten av stor mängd död ved av stubbar ge en negativ korrelation till artrikedom på grund av att volymen stubbar förväntas vara korrelerade till ett intensivare skogsbruk? Även om denna studie visade på motsatt resultat då en skarp lutning erhöles för sambandet mellan stubbar och artrikedom i brukade skogar.

Det största hotet mot vedlevande arter är störningen från människan, framförallt de intensiva skogsbruken (Djupstöm et al., 2008). En begränsande faktor för den biologiska mångfalden i svenska skogar är bristen på lövträd. De dominerande arter som används inom skogsbruket i Sverige är barrträd, vilket minskar förekomsten av lövträd och därmed även död ved av lövträdsarter (Jonsson et al., 2016). Denna studie styrker detta genom att genomsnittliga antalet död ved av barr var större än löv i brukade skogar medan genomsnittet av barr och löv i naturreservat låg väldigt nära varandra (bilaga D). Detta förutsätter att den döda veden speglar förekomsten av levande träd.

Brin, Brustel och Jactel, (2009) kommer fram till att bara kvantiteten död ved inte är tillräcklig som indikator för biologisk mångfald utan att kvalitén på veden är av större betydelse. Liksom Naturvårdsverket (2005) som också är inne på samma sak, att variabler som trädarter, nedbrytningstadier och diametern av den döda veden är viktiga vid förvaltningen av skogen. Dock visar Lassauce et al. (2010) att volymen död ved är en bättre indikator för biologiska mångfald i boreala regioner än i tempererade, deras studie visade även på att fler studier är utförda i norra Europa än i tempererade Europa vilket kan påverka resultatet. Brin et al. (2009) utförde sin studie i Frankrike vilket ligger inom den tempererade regionen, deras resultat att flera andra aspekter än bara kvantiteten stöds i studien av Lassauce et al. (2010). Alltså tenderar volymen död ved vara en bättre indikator i boreala skogar än i tempererade men att olika kvaliteter ändå spelar roll. Bristen på grova lågor och stubbar i brukade skogar begränsar populationer av vedlevande skalbaggar (Siitonen och Saaristo, 2000)

Skogens ålder har betydelse för mängden död ved som finns där. Ju äldre skogar desto mer död ved (Fridman & Walheim, 2000) och skyddade skogar är generellt äldre (Fridman, 2000). Att få in flera variabler i analyserna, till exempel att även kunna knyta mängden död ved till skogens ålder är en intressant utveckling och hur skogens ålder i så fall kan ge utslag på artrikedomen kopplad till död ved. Som skogsbrukare kan man då öka volymen död ved genom att förlänga omloppstiden för skogen?

Denna studie visar att det är viktigt att lämna död ved i skogen, dock kan detta skapa problem för skogsägare. Skogen är en viktig inkomstkälla för många markägare (SkogsSverige, u.å), det kan då uppstå konflikter mellan naturvårdens och skogsägarens agenda. Skogsägaren behöver i många fall ha inkomsten från skogen och är inte villig att riskera den genom att lämna mer död ved i skogen. Rädslan för angrepp från insekter är stor och många privata skogsägare anser att död ved försvårar arbetet i skogen (Naturvårdsverket 2005). Här är det viktigt med en nyanserad dialog mellan de båda parterna.

Istället för att ta fram tröskelvärden för mängden död ved som krävs för att främja den biologiska mångfalden kan en jämförelse av volymen död ved och volymen levande träd göras. Om man utgår ifrån att de naturliga nivåerna av död ved är en bra förutsättning för den biologiska mångfalden kan det ge en indikator på om skogen förvaltas på ett hållbart sätt. Detta kan dock vara tidskrävande men kanske ge ett bra mått för gynnsamma förhållanden för biologisk mångfald.

## **Slutsats**

Denna studie visar att volymen död ved är större i naturreservat än i brukade skogar. Volymen död ved har en positiv effekt på artrikedomen i barrdominerade skogar i Skövde kommun, speciellt för mycket nedbruten död ved. Den visar också att sambandet mellan volymen död ved och artrikedom skiljer sig inom naturreservat och brukade skogar. Volymen död ved som en indikator bör fortsättningsvis användas som en för att visa på gynnsamma förhållanden för biologisk mångfald i Sverige. Även om andra variabler också är av betydelse. Skövde kommun ha en relativt god volym död ved i sina skogar men i brukade skogar kan det blir ännu bättre. Det är viktigt att kontinuerligt skapa död ved och låta den brytas ner!

## **Tack**

Jag vill tacka min handledare Sofia Berg som visat stort engagemang och inspirerat samt bidragit med artkunskap och hjälp med statistiska analyser. Jag vill även rikta ett tack Tove Lawenius för konkret och bra öppning som förbättrat rapporten. Ett tack även till Skövde kommun som försörjde projektet med kartunderlag.

## Referenser

- Artdatabanken (2015) *Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer– rödlistade arter i Sverige 2015.*(Rapporterar 17) Uppsala: ArtDatabanken SLU
- Blaser s., Prati D., Senn-Irlet B., Fischer M. (2013) Effects of forest management on the diversity of deadwood-inhabiting fungi in Central European forests. *Forest ecology and management*, 304, 42-48. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.04.043>
- Djupstöm L. B., Weslien J., Schroeder M. (2008) Dead wood and saproxylic beetles in set-aside and non set-aside forests in boreal region *Forest ecology and management*, 255, 3340-3350. doi: 10.1016/j.foreco.2008.02.015
- Fridman J. (2000) Conservation of Forest in Sweden: a strategic ecological analysis. *Biological conservation*, 96, 95-103 doi: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00056-2](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00056-2)
- Fridman, J. & Walheim, M. (2000) Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest ecology and management*, 131, 23-36.
- FSC (2010) *Svensk skogsbruksstandard enligt FSC med SLIMF-indikatorer* (FSC-STD-SWE-02-03-2010 SW) Uppsala: Forest Stewardship Council, Svenska FSC
- Jonsson B. G., Ekström M., Esseen P-A., Grafström A., Ståhl G & Westerlund B. (2016) Dead wood availability in managed Swedish forests – Policy outcomes and implications for biodiversity. *Forest ecology and management*, 376, 174-182. doi: 10.1016/j.foreco.2016.06.017
- Müller J. & Bütler R. (2010) A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research*, 129, 981-992. doi: 10.1007/s10342-010-0400-5
- Naturvårdsverket (2016) *Levande skogar- Hård död ved*. Hämtad 31 maj, 2018 Från: <https://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=286&pl=1>
- Naturvårdsverket (2005) *Död ved i levande skogar* (Rapport 5413) Stockholm: Naturvårdsverket
- Nitare J. (2000) *Signalarter – Indikatorer på skyddsvärd skog, flora över kryptogamer*. Jönköping: Skogsstyrelsen
- Prop. 1997/98:145. Svenska miljömål. Miljöpolitik för ett hållbart Sverige. Tillgänglig: [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/proposition/svenska-miljomal-miljopolitik-for-ett-hallbart\\_GL03145/html](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/proposition/svenska-miljomal-miljopolitik-for-ett-hallbart_GL03145/html)

- Seibold S., Bässler C., Brandl R., Gossner M. M., Thorn S., Ulyshen M.D., & Müller J. (2015) Experimental studies of dead-wood biodiversity — A review identifying global gaps in knowledge. *Biological Conservation* 191, 139-149, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2015.06.006>
- SFS 1998:808. *Miljöbalken*. Stockholm: Miljö- och energidepartementet
- SFS 1979:429. *Skogsvårdslag*. Stockholm: Näringsdepartementet
- Siitonen J. (2001) Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins*, 49, 11-41.
- Sittonen J. & Saaristo L. (2000) Habitat requirements and conservation of *Pytho kolwensis*, a beetle species of old-growth boreal forest. *Biological Conservation* 94, 211-220 doi: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00174-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00174-3)
- Skogen i skolan, (u.å.) *Höjdmätning med en pinne*. Hämtad 4 april, 2018 Från: Skogen i skolan: [https://www.skogeniskolan.se/sites/skogeniskolan.se/files/files/exercises/sis\\_ovningar\\_4-6\\_o\\_7-9\\_hojdmatning\\_med\\_en\\_pinne.pdf](https://www.skogeniskolan.se/sites/skogeniskolan.se/files/files/exercises/sis_ovningar_4-6_o_7-9_hojdmatning_med_en_pinne.pdf)
- Skogsstyrelsen (2018, 11 april) Signalarter, *Skogsstyrelsen*. Hämtad: 25 april, 2018 Från: <https://www.skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/biologisk-mangfald/signalarter/>
- Skogsstyrelsen (2004) *Vedlevande arters krav på substrat- sammanställning och analys av 3600 arter* (Rapport 7) Jönköping: Skogsstyrelsen
- Skogsstyrelsen (2017) *Biologisk mångfald i nyckelbiotoper Resultat från inventeringen "Uppföljning biologisk mångfald" 2009–2015* (Rapport 4) Jönköping: Skogsstyrelsen
- SkogsSverige, (u.å) *Skogen & ekonomin*. Hämtad 1 juni, 2018 Från: SkogsSverige: <https://www.skogssverige.se/politik-ekonomi/skogen-ekonomi>
- Skövde kommun (2017) *Skövde kommun 2017 Miljöredovisning* (Bilaga till Skövde kommuns årsredovisning 2017) Skövde: Skövde kommun
- SLU (2017) *SKOGSDATA 2017, Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen Tema: Skogsmarkens kolförråd* (ISSN 0280-0543) Umeå: Sveriges officiella statistik och Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU
- Speight M. C. D (1989) *Saproxylic invertebrates and their conservation* (Nature and Environment Series, nr 42). Strasbourg: Council of Europe
- Swedish standard institute (2014) *Naturvärdesinventering avseende biologisk mångfald (NVI) – Genomförande, naturvärdesbedömning och redovisning*. SS 199000:2014 utgåva 1, Stockholm: Swedish standard institute

Söderberg U., Wulff S. & Ståhl G. (2014) The choice of definition has a large effect on reported quantities of dead wood in boreal forest, *Scandinavian Journal of Forest.* 29:3, 252-258, doi: 10.1080/02827581.2014.896940

Stokland J. N., Siitonen J & Jonsson B. G (2012) *Biodiversity in dead wood* (uppl. 1) New York: Cambridge University press



## Bilagor

**Bilaga A** - Artvärde och volymen död ved för varje inventeringsplats uppdelat på skötsel.

Naturreservat			Brukade skogar		
Plats	m <sup>3</sup> död ved	Artvärde	Plats	m <sup>3</sup> död ved	Artvärde
1	2,65	8	101	0,45	0
2	0,69	8	102	1,77	6
3	10,05	36	103	0,36	0
4	7,52	6	104	1,02	8
5	7,03	0	105	1,66	1
6	5,12	1	106	0,00	0
7	2,87	2	107	8,25	15

## Bilaga B - Fältprotokoll

<b>Datum:</b>		<b>Skötsel:</b>		<b>Plats nr:</b>
<b>Plats beskrivning:</b>				

Frekvens: Liten, måttlig, riklig

Nedbrytningsgrad: Hård död ved – 90 % hård ved, färsk ved

Nedbruten död ved - 10-75 % av mjuk ved, Lös bark med hård ved och fast rötad ved som kan petas sönder med kniv.

Mkt nedbruten död ved - 76-100 % av mjuk eller mycket mjuk ved, petas sönder med fingrarna.

<b>Trädslag:</b>					<b>Art</b>	<b>Frekvens</b>
<b>Nedbrytningsgrad:</b>	Hård död ved	Nedbruten död ved	Mycket nedbruten död ved			
<b>Längd/ Höjd:</b>				M3 död ved		
<b>Omkrets: (min 31,4 cm)</b>						
<b>Typ av död ved:</b>	Stubbe	Torraka	Låga	Högstubbe		

<b>Trädslag:</b>					<b>Art</b>	<b>Frekvens</b>
<b>Nedbrytningsgrad:</b>	Hård död ved	Nedbruten död ved	Mycket nedbruten död ved			
<b>Längd/ Höjd:</b>				M3 död ved		
<b>Omkrets: (min 31,4 cm)</b>						
<b>Typ av död ved:</b>	Stubbe	Torraka	Låga	Högstubbe		

<b>Trädslag:</b>					<b>Art</b>	<b>Frekvens</b>
<b>Nedbrytningsgrad:</b>	Hård död ved	Nedbruten död ved	Mycket nedbruten död ved			
<b>Längd/ Höjd:</b>				M <sup>3</sup> död ved		
<b>Omkrets: (min 31,4 cm)</b>						
<b>Typ av död ved:</b>	Stubbe	Torraka	Låga	Högstubbe		

<b>Trädslag:</b>					<b>Art</b>	<b>Frekvens</b>
<b>Nedbrytningsgrad:</b>	Hård död ved	Nedbruten död ved	Mycket nedbruten död ved			
<b>Längd/ Höjd:</b>				M3 död ved		
<b>Omkrets: (min 31,4 cm)</b>						
<b>Typ av död ved:</b>	Stubbe	Torraka	Låga	Högstubbe		

Signalarter: 1. Vedtrappmossa 2. Grön sköldmossa 3. Långflikmossa 4. Flagellkvastmossa 5. Stubbspretmossa  
6. Sotlav 7. Vedskivlav 8. Kortskaftad ärgspik 9. Ullticka 10. Övrig art

**Bilaga C** - Artvärde och volym död ved för varje nedbrytningsklass inom respektive skötseltyp

<b>Naturresevat</b>						
	Artvärde			Död ved m <sup>3</sup>		
<b>Plats</b>	Nedbrytnings- klass 1	Nedbrytnings- klass 2	Nedbrytnings- klass 3	Nedbrytnings- klass 1	Nedbrytnings- klass 2	Nedbrytnings- klass 3
<b>1</b>	0	9	6	0,05	2,24	0,35
<b>2</b>	0	8	6	0,00	0,17	0,52
<b>3</b>	8	12	28	4,16	5,00	0,88
<b>4</b>	2	6	0	3,47	3,99	0,06
<b>5</b>	0	0	0	4,37	2,60	0,06
<b>6</b>	1	0	0	1,90	3,21	0,02
<b>7</b>	0	2	2	1,13	1,24	0,51
<b>Brukade skogar</b>						
	Artvärde			Död ved m <sup>3</sup>		
<b>Plats</b>	Nedbrytnings- klass 1	Nedbrytnings- klass 2	Nedbrytnings- klass 3	Nedbrytnings- klass 1	Nedbrytnings- klass 2	Nedbrytnings- klass 3
<b>101</b>	0	0	0	0,00	0,45	0,00
<b>102</b>	1	0	2	0,45	1,26	0,06
<b>103</b>	0	0	0	0,00	0,36	0,00
<b>104</b>	0	8	1	0,20	0,29	0,53
<b>105</b>	0	1	0	0,00	1,21	0,45
<b>106</b>	0	0	0	0,00	0,00	0,00
<b>107</b>	0	8	15	2,08	1,81	4,36

**Bilaga D** - Totalt antal funna död ved strukturer och uppdelat på träslag.

Naturreservat				
Plats	Barr	Löv	Osäkra	totalt antal död ved strukturer
1	4	3	0	7
2	12	0	0	12
3	16	18	0	34
4	0	17	1	18
5	1	2	2	5
6	0	9	0	9
7	19	5	0	24
Total	52	54	3	109
Medel	7,428571429	7,714285714	0,428571429	15,57143

Brukade skogar				
Plats	Barr	löv	osäkra	totalt antal död ved strukturer
101	3	0	0	3
102	9	0	0	9
103	3	3	0	6
104	7	0	6	13
105	1	9	0	10
106	0	0	0	0
107	20	2	4	26
Total	43	14	10	67
Medel	6,14285714	2	1,428571429	9,571428571