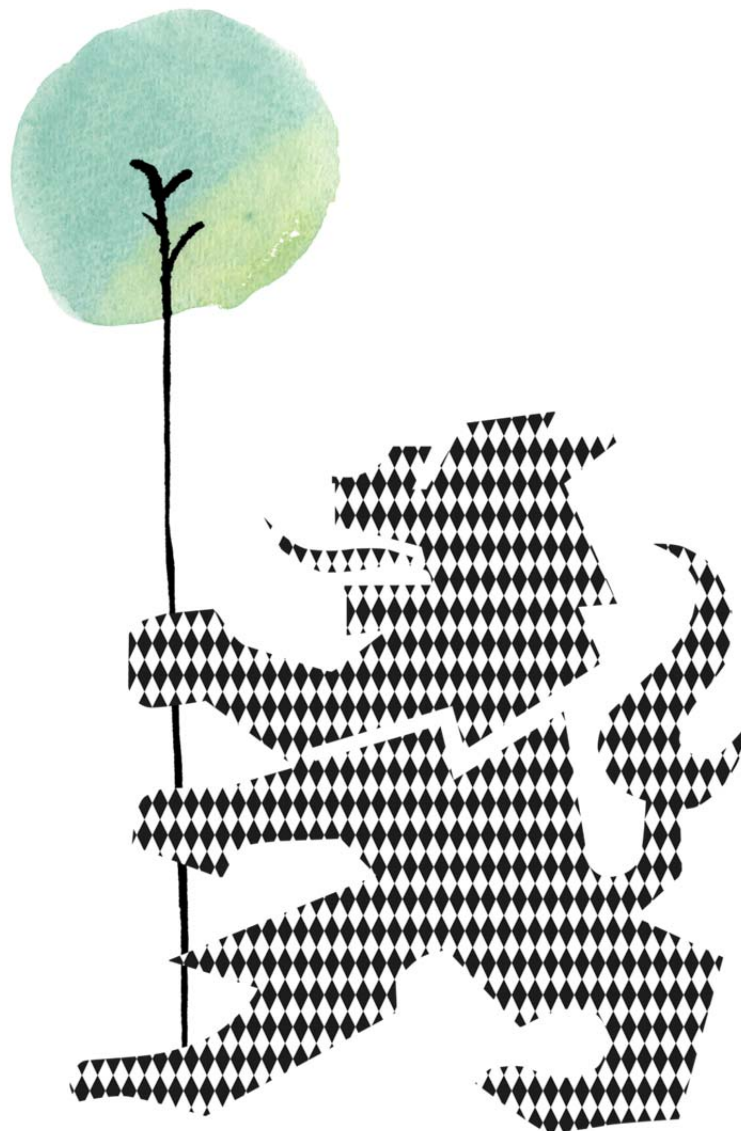


RAPPORT

INVENTERING AV DÖD VED FÖR SVARTOXE



INVENTERING AV DÖD VED FÖR SVARTOXE

Undersökningsmetodik

Huvudrapporten med bilagor är skriven av Anna Hedström Ringvall och Hans Gardfjell, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU Umeå. Bakgrunden och de kompletterande delrapporterna är skrivna av Per Ekerholm, Länsstyrelsen.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Bakgrund	5
Allmänt om inventering	5
Objektiv stickprovsinventering av döda träd	7
Urval	8
Helt slumpmässigt utlägg	8
Systematiskt utlägg	9
Referenser	31
Bilaga 1. Utdrag ur Riksskogstaxeringens instruktion	33
Bilaga 2. Script för utlägg av ytor i R.	37
Bilaga 3. Volymfunktioner för hela stående och liggande träd	39
Referenser	40
Bilaga 4. Andel volym vid viss relativ höjd	41
Referens	41
Kompletterande studie av dödvedsmetodik	48
Inledning	48
Material och metoder	48
Tid:	48
Schema:	48
Plats:	49
Urustning:	49
Urval och tillvägagångssätt:	49
Resultat	52
Diskussion	55

Metodik för inventering av Svartoxe	57
Innehåll.....	58
Sammanfattning	61
Inledning	62
Bakgrund	62
Material och metoder	70
Resultat	79
Diskussion.....	86
Slutsatser	96
Inventeringsmetodik för Svartoxe.....	97
Förslag till Inventeringsprotokoll.....	101
Referenslista.....	102
Bilaga 1/	105
Uppgifter på inventeringsytelnivå	105
Uppgifter på objektsnivå	105

BAKGRUND

I det åtgärdsprogram som skrevs 2010 av Länsstyrelsen i Kronobergs län, på uppdrag av Naturvårdsverket, anges att en inventeringsmanual för grova lågor bör skrivas.

Avsikten med att skriva en inventeringsmanualen var inte enbart att hitta en metod som skulle kunna användas för att inventera substrat för svartoxe utan att förstöra substratet utan också. I 2006 gjordes en studie av död ved i Siggaboda Naturreservat och en preliminär rapport skrevs. Siggaboda Naturreservat är ett av Kronobergs två fyndlokaler för svartoxe. Rapporten fokuserar på olika former av linjekorsnings/transektinventeringar och innehåller en studie av olika sätt att kvalitativt bestämma rötstatus hos lågor. Två år senare (2008) kompletterades den preliminära rapporten med en kort studie av cirkelinventeringar, återigen baserat på arbete i Siggaboda naturreservat. Även denna gång skrevs en preliminär rapport. Fem år senare (2013) skrevs en mer fullständig rapport med ett fokus på provtagningsupplägg och statistisk analys av två forskare från SLU (Anna Hedström Ringvall och Hans Gardfjell, institutionen för skoglig resurshållning, SLU Umeå). Det är den sista av dessa tre rapporter som utgör den metodik med bilagor som här presenteras. Den ursprungliga rapporten (2006) är bifogad dels för att den visar hur en studie av transekter kan göras i ett naturreservat kort efter en storm vilken plattlägger en betydande del av skogen samt dels då studien av kvalitativ bedömning av rötstatus hos lågor fördjupar den metodik som är utvecklad inom RT (Riksskogstaxeringen) vilken utgör basen i Ringvalls och Gardfjells rapport (här bör dock noteras att RT inte har med de lågor vilka i studien från 2006 benämns rötstatus 5, alltså lågor vilka är så pass nedbrutna att de börjat att förlora sin form och där hela stocken har kontakt med underlaget). Att den kompletterande studien från 2008 också är bifogad beror på att den hänvisas till i Ringvalls och Gardfjells rapport.

ALLMÄNT OM INVENTERING

Inventering är ett vitt begrepp som används för många typer av datainsamling. Det är viktigt att bestämma vad som är syftet med en inventering eftersom det i sin tur bestämmer hur inventeringen lämpligast bör göras. I detta sammanhang kan ett syfte med en inventering vara att man vill hitta områden där det finns svartoxe eller områden som kan tänkas vara lämpliga för svartoxe. Då är det naturligt att använda all tillgänglig information för att rikta inventeringen till lämpliga områden. Ett annat syfte med en inventering kan vara att man för ett avgränsat område

ville uppskatta t.ex. mängden död ved. Det skulle kunna göras genom en totalinventering där man mäter volym på alla döda träd inom området. Det är dock i det flesta fall inte möjligt och istället väljer man att göra en stickprovsinventering där delar av populationen observeras. Begreppet population används då i en statistisk betydelse och avser alla objekt av den typ man är intresserad av, här t.ex. alla döda träd i aktuellt område. Till denna population finns kopplat ett värde, t.ex. antal eller volym. Det är det värde man skulle kommit fram till om man gjort en totalinventering. Från stickprovet gör man istället en *skattning* av detta värde. Ett annat syfte med en inventering kan vara att studera samband mellan t.ex. förekomst av svartoxe och kvalitet på den döda veden. Det skulle i sin tur leda till ytterligare ett annat upplägg på inventeringen. I denna rapport beskrivs en stickprovsinventering inom ett avgränsat område med syfte att uppskatta t.ex. volym död ved eller antal döda träd i detta område.

Vid en stickprovsinventering kan enheterna i stickprovet väljas subjektivt eller objektivt. Ett, i statistisk mening, objektivt urval innebär att någon form av lottning är inblandat i urvalet. Vid ett subjektivt urval väljer inventeraren objekt eller delområden som på något sätt anses representativa för populationen som helhet. Vid lottning kan man låta alla objekt ha samma sannolikhet att bli valda, men det behöver inte vara så. Huvudsaken är att man kan bestämma med vilken sannolikhet ett objekt har lottats ut. Baserat på de objekt som observerats i stickprovet gör man sedan en skattning för något värde i populationen, t.ex. för total volym död ved. Vid skattningen viktas varje observerat värde omvänt proportionellt mot sin sannolikhet att bli vald. Om en låga väljs med sannolikhet $1/10$ så innebär det att dess värde, t.ex. volym, vid skattning för hela populationen (total volym i området), räknas upp 10 ggr. Ett objektivt urval kallas därför också sannolikhetsurval, vilket kanske bättre talar om vad det faktiskt handlar om. Lottningen vid det objektiva urvalet innebär att man kan använda den statistiska teorin och de skattningar man gör får vissa önskvärda egenskaper, t.ex. blir skattningen väntevärdesriktig och man kan beräkna ett mått på skattningens osäkerhet (se Holm 2012, s.32-35). Det finns dock tillfällen då ett subjektivt urval ändå kan vara att föredra, t.ex. då man inte har möjlighet att inventera speciellt mycket. Mer om detta finns också att läsa på <http://www.miljostatistik.se/overvakning.html> och länkar där.

OBJEKTIV STICKPROVSINVENTERING AV DÖDA TRÄD

Vid en inventering av död ved är det första steg att definiera vilka typer av objekt som ingår i den population som man vill uttala sig om. Vid inventering av död ved kan populationen avgränsas till att vara död ved av viss nedbrytningsgrad eller visst trädsdrag. Det i sig har ingen betydelse för hur inventeringsmetoden utformas. Vid stickprovsundersökningar som genomförs av t.ex. SCB används ofta en lista över alla objekt i populationen (då ofta personer). Denna lista brukar kallas urvalsram. Vid s.k. areell inventering har man (oftast) inte en lista över de objekt som ingår i populationen, utan den avgränsas då genom en kartfigur över det område som man vill inventera.

För att välja ut objekt ur populationen (här de döda träden) läggs t.ex. provtytor eller inventeringslinjer ut. För att kunna beräkna med vilken sannolikhet ett objekt valts krävs en entydig regel som bestämmer när ett objekt väljs genom provytan eller inventeringslinje. Vid inventering med provtytor är det lämpligt att för både stående och liggande döda träd definiera en specifik punkt på trädet eller lågan som avgör om det skall räknas på provytan eller inte. I Riksskogstaxeringen (RT) räknas stående döda träd då fröets gröningspunkt är inom ytan. För liggande döda träd med rot del gäller också att om fröets gröningspunkt bedöms falla inom provytan skall trädet räknas, annars inte. För liggande döda träd delar som inte är rot del gäller, att om grovänden ligger inom ytan skall delen mätas in, annars inte. Det är dock möjligt att definiera en annan regel om man tycker att det är mer praktiskt. Det är dock viktigt att man definierar en punkt på trädet eller lågan som entydigt avgör om den skall räknas eller inte. Regeln ”inkludera alla lågor som berör provytan” leder till onödigt krångliga beräkningar. Vid inventering med inventeringslinjer kan en regel vara att alla lågor som korsas av linjen ingår i stickprovet. Det finns ett antal olika metoder som kan vara lämpliga för att få snabba uppskattningar av volym död ved (Williams & Gove 2003, Ståhl et al. 2010). För att skatta antal lågor krävs dock (lite motsägelsefullt) mer omfattande mätningar med dessa metoder. Om inventeringen syftar till att ge uppskattning av både antal objekt och volym död ved är provtytor en lämplig metod. Andra metoder som skulle medföra ungefär samma mätningar som vid en provtyteinventering är linjekorsningsinventering och bältesinventering (Ståhl et al. 2001). I det följande beskrivs en inventering med cirkelprovytor där en punkt definieras på tråd/låga för att avgöra om den är med på ytan eller inte. De mätningar som görs på träden/lågorna utgår från Riksskogstaxeringens instruktioner (Anon. 2013) för att möjliggöra jämförelser med skattningar i normalskog. Beskrivningen utgår från att det bara är den döda veden som inventeras på ytan.

URVAL

Vid objektiv inventering av ett större naturreservat kan provytor slumpas ut över hela naturreservatet. Naturreservatet kan också i sin tur delas in i mindre områden, t.ex. olika naturtyper, där provytor läggs ut separat i vart och ett av dessa områden. Om man vill göra skattningar separat för olika delar av naturreservatet (olika naturtyper) vill man kanske lägga ut ett tätare stickprov i mindre områden och ett glesare i större områden (se figur 1). I det följande antas att inventering görs inom ett i förväg avgränsat område och att det finns en karta för detta område, antingen digitalt eller på papper. Vid utlägg av ytor är det provytans centrumpunkt som slumpas ut. Några alternativ för utlägg beskrivs kortfattat nedan.

HELT SLUMPMÄSSIGT UTLÄGG

I den enklaste formen av utlägg av provytor lottas en x - och en y -koordinat ut oberoende för varje provyta. Principiellt kan det gå till så att:

- För varje provyta dras två slumpstal mellan 0 och 1, t.ex. på miniräknaren
- Dessa värden multipliceras med längden på sidorna av en rektangel (i norr-syd riktning) som täcker det område som skall inventeras
- De nya värdena adderas till x - och y -koordinaterna för det sydvästligaste hörnet på rektangeln
- Om punkten med dessa koordinater ligger inom det området som skall inventeras blir det ett provytecenrum

Detta kan göras manuellt, men det finns också funktioner för att göra ett sådant urval i ArcMap genom funktionen "Create Random Points" (i Toolbox/Data Management Tools/Feature Class).

Genom detta utlägg har alla objekt inom området samma sannolikhet att bli valda. Om man inventerar många eller stora provytor i ett litet område innebär det också att ett objekt kan bli valt från flera provytor (d.v.s. provytorna kan komma att överlappa). Ett helt slumpmässigt utlägg gör att teorin blir enkel, men det kan vara både opraktiskt och ineffektivt.

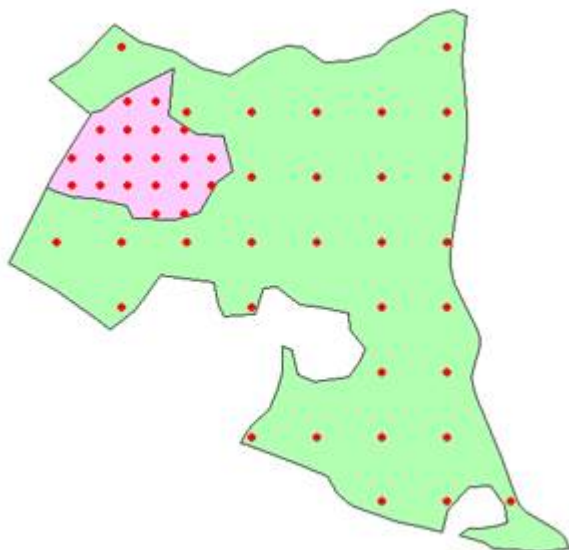
SYSTEMATISKT UTLÄGG

Det är vid areella inventeringar ofta effektivt att lägga ut provytor systematiskt, vilket innebär att centrumpunkter för provytor har ett viss fast avstånd, d.v.s. de bildar ett rutnät. Ett systematiskt utlägg är effektivt om det finns autokorrelation i populationen, d.v.s. närliggande delar i beståndet är mer lika varandra än avlägsna delar (Holm, S 2012 s.61). Det är då effektivare att sprida observationerna. För att ett systematiskt utlägg skall räknas som ett objektiskt utlägg krävs att läget för rutnätet av provytor lottas. Det kan manuellt göras på följande sätt:

- Avståndet mellan provytor (ofta kallat förband, F) beräknas som $F = \sqrt{A/n}$, där A är områdets areal i m^2 och n önskat antal ytor.
- På kartan identifieras en punkt som är lätt att hitta i områdets kant. Två slumpval lottas ut som ovan och multipliceras med förbandet. Dessa värden blir avstånd i nord och öst till den första provytan och rutnätets startpunkt.
- Därefter läggs resterande ytcentrum ut i ett rutnät med avstånd F i båda riktningarna. Alla punkter som hamnar inom det område som skall inventeras blir centrumpunkter på provytor.

Det finns även möjlighet att göra ett systematiskt utlägg i ArcMap med det fritt tillgängliga programmet Geospatial Modeling Environment (<http://www.spatialecology.com/gme/index.htm>). För slumpmässig och regelbundna utlägg kan man också använda det fritt tillgängliga statistik programmet R (www.r-project.org) och funktionen `spsample` (i biblioteket `sp`). I figur 1 visas hur ett systematiskt utlägg kan se ut i Siggeboda naturreservat.

Se också Holm (2012, s. 59) för andra sätt att göra ett systematiskt utlägg. Ett helt slumpmässigt utlägg förutsätter i princip att man kan använda GPS för navigering till ytor, medan ett systematiskt utlägg kan göras med mätlina och kompass genom att söka upp den lätt identifierbara startpunkten från ovan och utgå från den.



Figur 1. Exempel på ett systematiskt utlägg av provyterpunkter i Siggeboda naturreservat med olika täthet i olika naturtyper.

Utlägg med metoden "Generaliserad Random Tessellation Stratification"

En nackdel med ett systematiskt utlägg kan vara att antalet provytor som faktiskt hamnar inom området inte alltid överensstämmer med önskat antal provytor. Om området har en mycket konstig form kan denna skillnad bli stor om man har otur. Det är inte ett teoretiskt problem, men kan vara det i praktiken om man råkar få mycket färre eller fler provytor än man tänkt sig. Ett systematiskt utlägg kan också vara ineffektivt (leda till osäker skattning) om det finns ett periodiskt mönster i den population som man skall inventera och detta stämmer överens med det valda intervallet mellan ytor. Ett alternativ till ett systematiskt utlägg är då en metod som kallas *Generaliserad Random Tessellation Stratification (GRTS;* Stevens & Olsen 2004,

<http://science.nature.nps.gov/im/datamgmt/statistics/r/advanced/grts.cfm>) . Hur detta urval går till teoretiskt är alltför komplicerat att gå in på här, men resultatet är att man får det önskade antalet ytor och att dessa är väl spridda inom det område som skall inventeras utan att de ligger med samma fasta avstånd som vid ett systematiskt utlägg. Utlägget av ytor kan enkelt göras genom funktionen `grts` i bibliotek `spsurvey` i statistik programmet *R*. Ett exempel på ett sådant script finns i bilaga 2. I figur 2 visas ett exempel på hur ett utlägg med GRTS kan se ut i Siggeboda.



Figur 2. Exempel på utlägg med GRTS i Siggeboda naturreservat med 30 ytor i granskogen och 20 ytor i bokskogen.

Spegling

Med de utlägg av provytor som beskrivits ovan får alla objekt inom området samma sannolikhet att bli valda. Det finns dock ett litet undantag: om man endast tar med de provytor där centrumpunkten faller inom det avgränsade område som inventeras får de träd som befinner sig nära gränsen något mindre sannolikhet att bli vald. Det betyder då att dessa i snitt kommer med mer sällan i stickprovet än objekt längre in i området. För att kompensera för detta brukar man göra något som kallas *spegling* (Holm 2012, s. 60). Det innebär att provytans centrumpunkt speglas i områdets gräns och en spegelpunkt läggs ut på andra sidan. Objekt inom det område som skall inventeras mäts också in från spegelytan. Vissa träd mäts alltså då in två gånger. Genom att göra så kommer objekt i områdets gräns att i snitt räknas "lika mycket" som objekt längre in i området. Om område är litet kan en felaktig hantering av träd i områdets kant ha relativt stor betydelse för skattningen (leda till bias i skattningen), medan det vid större områden har mindre betydelse. Ett alternativ är att låta provytor fall också utanför det avgränsa området och bara inventera de delar som ligger inom avgränsat område.

Upprepade inventeringar

Om man vill undersöka förändring mellan två tillfällen finns två alternativ:

1. Nya provytor slumpas ut vid varje tillfälle
2. Samma provytor inventeras vid båda tillfällena

För företeelser vars förekomst är relativt stabil över tiden, d.v.s. då en provyta "ser" ut på ungefär samma sätt vid ett återinventeringstillfälle, är det oftast betydligt mer effektivt att använda samma provytor vid återinventeringstillfället. Det är förmodligen fallet vid inventering av död ved, och det är då effektivt att använda permanenta ytor. Det är då nödvändigt att ytan får en bra koordinat så man hittar tillbaka till ytan. I RT markeras ytan också med en metallprofil. På de permanenta ytorna koordinatsätts också alla träd. Det är förmodligen inte nödvändigt här om man inte vill följa utvecklingen av enskilda objekt.

Provyteradie

I RT använder man sig av provytor med 7 meters radie på tillfälliga ytor (de som endast inventeras en gång) och 10 meter radie på permanenta ytor. Träd som är mindre än 10 cm i brösthöjd klavas på ytor med radie 3,5 meter (och då även små döda träd). Vilken provyteradie som man använder har ingen betydelse för jämförbarhet av resultat från två inventeringar då det gäller skattning av antal eller volym död ved. Då man inventerar något som är relativt sparsamt förekommande är det effektivt att använda en lite större radie (så att man får med något från varje provyta). Det skall dock vara möjligt att överblicka hela ytan så att man inte missar några objekt. I detta fall är förmodligen en provyta med 10 meters radie lämpligt. Provyteradien mäts alltid som det horisontala avståndet.

Mätningar på ytan

För att skatta antal döda träd i det aktuella området räcker det att räkna antalet träd och lågor på ytan (givet att man definierat en punkt som avgör om trädet eller lågan räknas eller inte). För att skatta volym död ved krävs ytterligare mätningar. För att bestämma volym på "vanliga" träd används vanligtvis funktioner som ger trädets volym utifrån trädets diameter och höjd. I RT mäter man på de allra flesta träd på provytan bara diameter. Höjd mäts endast på ett fåtal provträd. I RT använder man sedan egna funktioner (Westerlund & Åkesson opubl. stencil) som tilldelar klavträd (med diameter) en volym utifrån trädets diameter, beståndets egenskaper och ståndortsfaktorer på ytan.

I RT mäts även på stående döda och liggande hela döda träd endast trädens brösthöjdsdiameter och dess volymer bestäms sedan på samma sätt som för "vanliga" träd. Brösthöjd är 130 cm över marken (se bilaga 1 för definitioner). Vid en inventering som görs specifikt för död ved görs (förmodligen) inte alla mätningar som görs i RT och de mätningar som skall göras på de döda träden behöver därför modifieras något. Vid inventering av enbart död ved föreslås istället att man mäter höjd och längd på alla hela stående och hela liggande döda. Det gör att man direkt kan använda befintliga volymfunktioner.

Avbrutna träd och liggande träddeklar är mer problematiska. RTs metod för att bestämma volym av avbrutna träd (högstubbar) är relativt omständlig (Fridman & Walheim 1999). På det avbrutna trädet mäts diameter i brösthöjd som vanligt. Dessutom anges trädets höjd vid brott (genom okulär uppskattning). Trädets höjd som helt bestäms sedan genom RTs egna funktioner utifrån

brösthöjdsdiameter, bestånds- och ståndortsfaktorer. Den avbrutna delens andel av den totala volymen beräknas sedan genom avsmalningsfunktioner (Nylinder & Edgren 1949). Här föreslås istället att det avbrutna trädets höjd som helt uppskattas genom mätning av höjd på jämförbart träd på ytan eller i ytans utkant eller uppskattas okulärt. Högstubbar kan även hanteras genom sektionsmätning (se nedan).

Liggande brutna eller avsågade träd betraktas som ett objekt om avståndet mellan delarnas brottytor understiger 2 m och man är säker på att delarna härrör från samma träd. Överstiger avståndet 2 m betraktas delarna som separata objekt. Rotdelen av ett liggande avbrutet träd mäts i RT på samma sätt som stående avbrutna träd. Andra liggande träddelar hanteras i RT genom mätningar av sektioner. Eftersom RTs mätning av rot-del förutsätter att omfattande mätningar gjorts på ytan, föreslås här att alla träddelar, d.v.s. även rot-delar mäts in genom sektionsmätning. Då delas delen i sektionen och på varje sektion mäts längden och diameter i bas och topp av sektionen. Den formel som RT använder för att beräkna volym på respektive sektion (se vidare under skattningar) använder diameter vid bas och topp av varje sektion. RT mäter dock alltid diameter för den första sektionen (sett från grovändan) vid 130 cm (för att göra lika som på rot-delar). Eftersom volym i detta fall mäts genom sektionsmätning även för rot-delar, föreslås att man här alltid mäter diameter vid basen. Med bas menas då vid ett tänkt stubbskär.

Ett alternativ till att mäta höjd och längd på alla träd är att välja ut en viss andel av träden som s.k. provträd och sedan skapa egna samband mellan diameter och höjd respektive volym i det aktuella området. Dessa s.k. sekundära höjd eller volymfunktioner används då sedan på de träd där man endast mäter diameter. För att skapa sådana samband krävs dock ett relativt stort antal provträd, och i fallet med död ved är det då förmodligen enklast att ändå mäta höjd/längd på alla träd.

Mätningar på stående döda träd

Hela träd

För träd med brösthöjdsdiameter över 10 cm

- Trädet klavas i brösthöjd
- Trädets höjd mäts med höjdmätare (eller uppskattas okulärt)

Brösthöjd är 130 cm ovan mark, se bilaga 1 för detaljerade definitioner.

Avbrutna träd

För träd med brösthöjdsdiameter över 10 cm. Som avbrutet träd räknas i RT det träd med höjd $\leq 90\%$ av trädets bedömda höjd som ej avbrutet.

- Trädet klavas i brösthöjd
- Höjd mäts till brott med höjdmätare (eller uppskattas okulärt)
- Trädets totala höjd uppskattas utifrån mätning på jämförbart träd (eller uppskattas okulärt)

För träd som är så korta att det är möjligt att mäta dess toppdiameter kan dess volym bestämmas med sektionmätning (som för liggande träddeklar) och då mäts

- Högstubbens diameter vid basen (vid ett tänkt stubbskär)
- Högstubbens toppdiameter
- Högstubbens höjd

För högre avbrutna träd är ett alternativ att mäta

- Diameter vid basen (vid ett tänkt stubbskär)
- Diameter vid punkt dit man når
- Uppskatta diameter vid brott
- Höjd till punkt där övre diameter mäts
- Höjd till brott

Trädet betraktas då alltså som två sektioner.

Brutna träd registreras som stående om den stående delens höjd är $> 1,3$ m annars som liggande. För träd som brutits under 1,3 m förs stubbdelen till det liggande objektet. Observera att träd som brutits ovanför 1,3 m ses som två objekt, ett stående och ett liggande.

Mätningar av liggande döda träd

Hela träd

Liggande döda träd med diameter större än 10 cm i brösthöjd

- Träden klavas i brösthöjd
- Trädet hela längd mäts (med måttband)

Avbrutna träddelar

Liggande döda träd med diameter större än 10 cm i brösthöjd eller 130 cm från grovändan. Som avbruten del räknas träd där $\leq 90\%$ av trädet finns kvar. Delar räknas tillhöra samma träd om avståndet mellan delarnas brottytor understiger 2 m och man är säker på att delarna härrör från samma träd. Överstiger avståndet 2 m betraktas delarna som separata objekt.

Alla avbrutna delar mäts genom sektionsmätning:

- Trädet delas in i visst antal sektioner efter trädets längd och tjocklek (se Bilaga 1)
- Diametern mäts vid trädets bas (tänkt stubbskär på rot-del)
- Diametern mäts vid slut av varje sektion
- Längd mäts för varje sektion

Sista sektionen innefattar trädets topp. Vid längdregistreringen kan trädets totala längd från grovänden t.o.m. senast inmätta sektion anges för att slippa fästa måttbandet på nytt för varje mätning.

När man bestämmer en stamdels volym genom sektionskubering bygger det på ett antagande om träddelens stamform, t.ex. att den är konisk eller paraboloid. Detta antagande är en approximation, och den approximationen är bättre för korta än för längre sektioner. Det är därför viktigt att inte göra sektionerna alltför korta (Fraver et al. 2007). Se bilaga 1 för RTs instruktioner till sektionsindelning.

Hur långa sektioner som väljs är dock en fråga om krav på noggrannhet och andra riktlinjer kan också väljas.

Skattningar

Volym av hela träd

Volymen för hela stående och hela liggande träd beräknas för tall, gran och björk med Brandels volymfunktion (Brandel 1994):

$$V = 10^a \cdot D^b \cdot (D + 20,0)^c \cdot H^d \cdot (H - 1,3)^e$$

där V är trädets volym (stamvirke ovan stubbe) på bark i dm^3 , D är trädets brösthöjdsdiameter i cm och H trädets höjd i m. a , b , c , d , och e är koefficienter som bestämts genom regressionsanalys och som är specifika för trädslag och region. Dessa finns i bilaga 3 tillsammans med volymfunktioner för asp, bok och ek. För andra trädslag använda samma funktion som för björk.

Volym träddelar

Volym för de delar som mäts in genom sektionmätning beräknas genom Smalians formel (se t.ex. Ståhl et al. 2011):

$$V = \frac{L}{2}(A_b + A_t)$$

där V blir trädets volym i m^3 om L är sektionens längd i m, och A_b och A_t som är trädets tvärsnittsarea i sektionens bas och topp också uttrycks i meter.

Tvärsnittsarenorna är $A_b = \frac{D_b \cdot \pi}{4}$ och $A_t = \frac{D_t \cdot \pi}{4}$ där D_b och D_t är trädets diameter vid sektionens bas respektive topp. Träddelens hela volym får sedan genom att summera sektionernas volymer.

Volym högstubbar

Om möjligt att mäta diameter i topp kan volym av högstubbar också bestämmas genom Smalians formel. Annars skattas volymen genom att:

- Beräkna andel av höjd som finns kvar: mätt höjd till brott/uppskattad total höjd
- Ta fram andel volym P_v , som finns kvar vid relativ höjd och aktuell brösthöjdsdiameter från tabell i bilaga 4 (kan t.ex. läggas in Excelark och letas upp med funktion letarad)
- Beräkna volym, V_h , på hela trädet från uppskattad höjd för det hela trädet.
- Beräkna volym i högstubben som $P_v * V_h$.

Volymen för det hela trädet kan också förenklat beräknas som $V = 0,12 \cdot D^{2.5}$ som är en enkel volymformel eftersom den endast utgår från brösthöjdsdiameter, men som möjligtvis kan ge en tillräckligt bra uppskattning här.

Skattningar för det inventerade området

För varje provyta summeras sedan volymer av de träd som mäts på provytan. Den summan skrivs i följande med beteckningen y_i för provyta nr i . Det kan då vara summan för liggande och stående döda träd, tillsammans eller separat, totalt för alla trädslag eller separat för varje trädslag, beroende på vad man vill skatta.

För det inventerade området skattas sedan den genomsnittliga volymen per arealenhet (hektar) som

$$\hat{Y}_A = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{a \cdot n}$$

där \hat{Y}_A är skattningen av genomsnittlig volym per arealenhet, n det antal provytor som inventerats inom området, a är provytans areal (i hektar) och y_i alltså total volym på provyta nr i . Vid skattning av antal döda träd är y_i istället antal träd (av aktuell typ) på provyta nr i . Om man har lagt ut ytor systematiskt är detta formellt en kvotskattning, men det har här ingen praktiskt betydelse. Om man önskar en skattning av total volym eller totalt antal i området (betecknad med \hat{Y}) multipliceras ovanstående skattning med områdets areal, d.v.s.

$\hat{Y} = A \cdot \hat{Y}_A$ där A är områdets hela areal (se Holm 2012 sid 94, dock med lite andra beteckningar).

Om det inom det inventerade området finns andra typer av markslag som inte skall inventeras t.ex. vatten eller om utlägget gjorts så att provytecentrum även tillåts hamna utanför det aktuella område skattas genomsnittlig volym eller antal per arealenhet istället som

$$\hat{Y}_A = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

där a_i är den areal (i ha) av provyta nr i som har inventerats inom aktuellt område. Denna skattning kan också användas om man t.ex. vill skatta volym per arealenhet specifikt för de områden som bedöms vara bra habitat för svartoxe. För de provytor som inte bedöms vara bra habitat är då både y_i och $a_i = 0$.

Precis som tidigare fås en skattning av den totala volymen i område genom att multiplicera med områdets totala areal, A . För att det ska bli en korrekt skattning skall A då vara den totala arealen för den samma typ av mark som ingår i a_i -värdena. Det innebär t.ex. att om a_i är landareal på yta i skall A vara total landareal i området.

Skattning av medelfel

För att få ett mått på hur säker skattningen är beräknas skattningens medelfel som

$$\text{Medelfel}(\hat{Y}_A) = \sqrt{s^2/n}$$

där s^2 är stickprovsvariansen för per-ha värden på provytorna beräknad som

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i}{a} - \hat{Y}_A \right)^2$$

där då y_i/a är volym (eller antal) per ha på provyta i och \hat{Y}_A skattningen av genomsnittligt volym per ha (eller antal per ha) för området (som ju också är medelvärdet av alla y_i/a -värden) (jmf med Holm 2012, s.94, a finns här i s^2). Stickprovsvariansen s^2 kan beräknas med funktioner i Excel om man för varje provyta först beräknat volym och antal per hektar.

Denna formel förutsätter egentligen att utlägg av provytor gjorts helt slumpmässigt. Vid systematiskt urval finns ingen väntevärdesriktig skattning av skattningen varians (och medelfel). Det beror på att stickprovet från statistisk synvinkel egentligen består av bara en stickprovsenhet eftersom det bara är läget för startpunkten som lottats ut. I många fall är dock ett systematiskt urval bättre (mindre medelfel) och skattningen som bygger på ett antagande om helt slumpmässigt urval brukar då användas och man säger att man är på den säkra sidan då man överskattar osäkerheten något (se Holm 2012, s 67). Även metoden GRTS innebär att provytor sprids mer än vid ett slumpmässigt utlägg, och denna variansformel leder då också ofta är till en viss överskattning av det faktiska medelfelet.

Om ett systematiskt utlägg används och det inventerade området är litet kan de inventerade ytorna upptar en relativt stor del av området. Då bör ovanstående formel för medelfelet (som bygger på att provytor kan överlappa) multipliceras med en s.k. korrektion för ändlig population beräknad som $\sqrt{(1 - (n \cdot a)/A)}$ (jmf med Zar 1999, s.109)

Om man istället har skattat total volym eller totalt antal för hela området, beräknas medelfelet för den skattning som medelfelet från ovan multiplicerat med områdets areal, A .

Om delar av provytan inte inventerats tas det i beaktande vid medelfelsberäkningen genom att beräkna s^2 som

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \frac{1}{\bar{a}^2} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{Y}_A \cdot a_i)^2$$

där \bar{a} är medelvärdet av inventerad areal över alla n provytor, d.v.s. $\sum_{i=1}^n a_i / n$. I övrigt som tidigare.

Skattning av förändring mellan två tillfällen

En förändring, D , mellan två tillfällen skattas genom skillnaden mellan skattningarna vid de två tillfällena

$$\hat{D} = \hat{Y}_{A2} - \hat{Y}_{A1}$$

där \hat{Y}_{A1} och \hat{Y}_{A2} är de skattade medelvärdena per arealenhet vid tillfälle 1 och vid tillfälle 2.

Om permanenta provytor används kan man också för varje provyta beräkna differensen $d_i = y_{i2} - y_{i1}$ där y_{i1} och y_{i2} är värden för provyta vid tillfälle 1 respektive tillfälle 2. Vid skattning för hela området används sedan d_i istället för y_i i de tidigare formlerna.

Variansen (kvadraten av medelfelet) för denna skattning skattas som

$$\hat{V}(\hat{D}) = \hat{V}(\hat{Y}_{A2}) + \hat{V}(\hat{Y}_{A1}) - 2 \cdot \hat{C}(\hat{Y}_{A1}, \hat{Y}_{A2})$$

där $\hat{V}(\hat{Y}_{A1})$ och $\hat{V}(\hat{Y}_{A2})$ är de skattade varianserna för skattningarna av medelvärde vid respektive tillfälle och $\hat{C}(\hat{Y}_{A1}, \hat{Y}_{A2})$ är den skattade kovariansen för skattningarna vid tidpunkt 1 och 2. Om tillfälliga ytor används är denna term 0, eftersom ytor då valts oberoende av varandra. Med permanenta ytor kan kovariansen vara relativt stor (om värden på ytorna tenderar att vara liknande som vid föregående tillfälle) vilket visar varför det är effektivt med permanenta ytor. Medelfelet ges sedan som roten ur den skattade variansen. Om permanenta provytor används kan medelfelet för skattningen också beräknas genom att använda differensen för varje provyta, d_i istället för y_i i de tidigare formlerna.

Dimensionering

Skattningens säkerhet beror på hur stort stickprovet är (hur många ytor man väljer) och på hur stor variationen är i populationen som studeras. I detta fall är det variationen i antal träd per ha eller volym per ha mellan alla tänkbara ytor inom området. Ett större område kan innebära att variationen inom området är större, men oftast är inte den ökningen

proportionell mot ökad storlek. Därför bör man oftast lägga ut ett visst antal ytor och sedan öka det antalet något med ökad storlek på område, men inte i proportion till områdets areal. Om man önskar skattningar separata för ett litet område och ett stort läggs därför vanligen provytor ut tätare i det lilla området än i det större.

Om stickprovet läggs ut helt slumpmässigt finns ett direkt samband mellan variation i populationen och mellan skattningens precision. För ett sådant utlägg är det då enkelt att beräkna hur stort stickprov som behövs för att få viss precision i skattningen om man känner variansen i populationen. Om man kan bortse från den finita populationskorrektionsfaktorn (d.v.s. om stickprovet är betydligt mindre än det område som studeras) kan antalet provytor som krävs för att uppnå viss precision i skattningen beräknas som

$$n = \frac{\sigma^2}{\text{Önskat medelfel}^2}$$

där σ^2 är variationen i populationen, här mellan alla tänkbara provytor i området. Ett medelfel anges ofta relativt skattat värde och då kan även σ anges relativt sant medelvärde (här kallad relativ standardavvikelse).

Om utlägget istället görs systematiskt eller med GRTS metoden finns inte samma direkta samband eftersom precisionen då också beror på mönstret i populationen, men en beräkning baserat på ett helt slumpmässigt utlägg kan ändå ge en vägledning om lämplig dimensionering.

Ett annat sätt att dimensionera ett stickprov är att beräkna antalet provytor som krävs för att vara inom visst avstånd, d , från det sanna medelvärdet med sannolikheten $1-\alpha$ (se t.ex. Zar, 1999, s.105)

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{d^2}$$

där z är den övre $\alpha/2$ punkten på den standardiserade normalfördelningen och σ^2 är variationen i populationen. Avståndet d är då halva bredden av ett tvåsidigt $(1-\alpha)$ -%igt

konfidensintervall. Om avstånd uttrycks som ett relativt värde, t.ex. högst 20% från sant värde är $d=0,2$. Standardavvikelsen σ ersätts då med den relativa standardavvikelsen som är σ dividerat med medelvärdet i populationen. Det kan vara lättare både att från en pilotstudie få en uppfattning om relativ standardavvikelse i populationen och att uttrycka det önskvärda avståndet i relativa termer (%).

I ett litet område kan det antal ytor som krävs bli så många att de täcker mer än områdets areal om man bortser från den finita populationskorrektionen. Genom att ta den i beaktande kan antalet ytor beräknas som

$$n_{fp} = \frac{1}{\frac{a}{A} + \frac{1}{n}}$$

där A är områdets areal, a provytearealen och n stickprovstorlek utan att beakta korrektion för finita population (dvs. n beräknat som ovan).

Dessa beräkningar bygger på att skattningen har en approximativ normalfördelning. Även om ingående värdena (volym och antal på provytan) inte följer en normalfördelning kan skattningen av ett medelvärde vara normalfördelat (se t.ex. Zar 1999, s.76) om antalet provytor är tillräckligt stort.

Dimensionering vid skattning av förändring mellan två tillfällen

Om vi vill visa att en skattad förändring är signifikant vill vi kunna förkasta hypotesen $H_0 : D=0$ dvs kunna påstå att $H_1 : D \neq 0$, dvs att en förändring har skett. Detta sker genom att först beräkna

$$z = \frac{\hat{D}}{\sqrt{\hat{V}(\hat{D})}}$$

där \hat{D} är skattningen av förändringen D och $\hat{V}(\hat{D})$ är skattningen av variansen av denna skattning. Detta värde (z) jämförs med ett s.k. kritiskt värde och om z är större än det kritiska värdet förkastas nollhypotesen (se t.ex. Zar 1999, s.162). Sannolikheten att man skall kunna

förkasta en nollhypotes när mothypotesen är sann är kallas styrka. Styrkan kan beskrivas om sannolikhet att kunna påvisa att en faktisk förändring faktiskt skett. Med påvisa menas då att kunna säga att den är statistiskt signifikant. Styrkan beror av storleken på faktisk förändring (effektstorleken), på skattningens varians samt vald signifikansnivå. Skattningens varians beror i sin tur av variationen i observerade värden mellan provytor vid tidpunkt 1 och 2, kovariationen mellan observerade värden vid de två tidpunkterna och på hur stort stickprovet är. För att man ska kunna påvisa faktiska förändringar vill man alltså dimensionerna en inventering så att styrkan är hög. Ett "standardvärde" för god styrka är 0,8 se t.ex. Glimskär m.fl. (2005) och referenser däri. Se också:

http://www.miljostatistik.se/styrka_principerna.html.

För styrkeberäkningar är det praktiskt att göra ett förenklande antagande om att variansen vid två tillfällena är lika stor. Variansen för skattningen av förändringen kan då skrivas som

$$V(\widehat{D}) = 2 \cdot V(\widehat{Y}_A) (1 - \rho) = 2 \cdot \sigma^2 (1 - \rho) / n$$

där $V(\widehat{Y}_A)$ är variansen för skattningen vid en tidpunkt och ρ är korrelationen mellan skattningarna vid tidpunkt 1 och 2.

Den stickprovsstorlek som behövs för att påvisa en förändring av storlek d på signifikansnivå $1 - \alpha$ med sannolikhet (styrkan) $1 - \beta$ kan då beräknas som

$$n = \frac{2 \cdot \sigma^2 (1 - \rho) (z_{\alpha/2} + z_{\beta})^2}{d^2}.$$

På liknande vis som tidigare kan man också i beräkningen ta hänsyn till ett litet område. Precis som tidigare bygger styrkeberäkningen på ett antagande om att skattningen av medelvärde är approximativt normalfördelad.

Uppskattning av antal provytor som krävs för viss precision

För att beräkna variansen i populationen (σ^2) krävs kännedom om hela populationen och σ^2 är därför oftast okänd. För att inför en inventering ändå få en uppfattning om hur många ytor man bör lägga ut för att få viss precision i skattningen kan σ^2 uppskattas från en pilotstudie eller liknande inventering.

För att få en uppfattning om hur många provytor som kan behöva läggas ut inom ett område vid inventering av svartoxe gjordes en uppskattning av variation mellan provytor baserat på Riksskogstaxeringens data inom skyddade områden. Riksskogstaxeringen (RT) är ett glest stickprov så de ytor som då används kommer från många olika reservat. Variationen mellan ytor som ligger inom olika reservat borde vara något större än variationen inom ett reservat, men kan ändå kunna ge en rimlig uppfattning om variation mellan mängd och volym död ved på olika ytor. Data från RT ger också en bra uppfattning om korrelation mellan mängd och volym död ved på provytor vid två inventeringstillfällen.

För beräkningarna användes RTs permanenta ytor som inventerats mellan år 2003-2012. Ytor på skogsmark inom region 4 och 5 (Sverige söder om Gävleborgs, Dalarnas och Värmlands län) och inom skyddade områden valdes ut. Detta blev totalt 119 ytor. Medelvärde för volym och antal per ha och varians mellan provytor beräknades från inventeringen 2008-2012 (Tabell 1). Dessa beräkningar gjorde oviktade, utan hänsyn till att ytor i olika län har lite olika sannolikhet att bli valda. Korrelation mellan observationer vid två tillfällen beräknades med data från 2003-2007 och 2008-2012.

Tabell 1. Medelvärde, varians mellan provytor och korrelation mellan mätningar vid två tillfällen för volym och antal död träd baserat på Riksskogstaxeringens data från skyddade områden.

	Medel	Varians	Rel. std. ¹	Korrelation
Volym per ha, totalt	15,0	819,3	1,9	0,86
Antal per ha, totalt	86,7	15687	1,4	0,79
Volym per ha, nedbrytningsklass 4	2,4	38,6	2,6	0,26
Antal per ha, nedbrytningsklass 4	19,3	1375,1	1,9	0,36

1 Rel. std., den relativa standardavvikelsen är roten ur variansen delat med medelvärdet.

Skattningen av korrelation för nedbrytningsklass 4 var oväntat låg. Flera provytor hade fått ett relativt stort tillskott i den klassen och det fick en stor påverkan då antalet ytor som användes för beräkningen var relativt få. I snitt borde korrelationen för nedbrytningsklass 4 ligga närmare den som observerats för den totala mängden död ved.

I Ström (2013) redovisas värden från provyteinventering i två bestånd i ett naturreservat i Umeås närhet. För en metodjämförelse lades 25 ytor med 10 metes radie ut helt slumpmässigt i vardera beståndet. I bestånden fanns i snitt 5,6 m³/ha och 11,5 m³/ha. Den relativa standardavvikelsen var i dessa två bestånd 1,6 respektive 0,7.

I rapporten ”Kompletterande studie av dödvedsmetodik” från 2008 finns redovisat antal lågor och antal stående döda träd på 9 ytor som lagts ut på ett slumpmässigt sätt i Siggeboda naturreservat. Dessa ytor hade radie 5,64 meter, men på dessa hade alla liggande döda träd som berörde ytan inkluderats. Även om metoden inte riktigt stämmer överens med den som föreslås här, kan dessa data ändå ge någon form av uppfattning om variation inom området. Den relativa

standardavvikelsen i antalet räknade träd var 0,6 för liggande träd och 0,5 för liggande och stående träd tillsammans.

Baserat på den skattade relativa standardavvikelsen från RTs data beräknades sedan dels det provyteantal som behövs för att skattningen med 95 % sannolikhet skall vara högst ett visst avstånd från sant värde, dels det provyteantal som krävs för att med styrka (sannolikhet) 80 % kunna påvisa en förändring av viss storlek. Med att påvisa en förändring menas då att man kan säga att den är signifikant på 95 % nivån. Resultaten från dessa beräkningar finns i tabell 2 och 3. Som jämförelse beräknades även stickprovsstorlekar givet de relativa standardavvikelserna som observerats i de två tidigare nämnda studierna (0,7 för volym/ha och 0,5 för antal/ha). I dessa studier gjordes inventeringen vid ett tillfälle och för att beräkna stickprovsstorlek för att upptäcka förändringar användes den skattade korrelationen från RTs data.

De i tabell 2 angivna avstånden från sant värde motsvarar $1.96 \cdot \text{medelfelet}$ och är motsvarar här ung. ett medelfel på 10 till 30%. Som jämförelse kan sägas att en tumregel vid vanlig skogsinventering är att man med 10 ytor med 10 meters radi får ett medelfel på ca 10%. Medelfelet vid död ved inventering brukar då vara betydligt högre då död ved förekommer mer sporadiskt och klumpat.

Då uträkningen baseras på variationen mellan ytor in RTs framgår att ett mycket stort antal ytor skulle krävas för att få en skattning med god precision. För att en skattning av volym/ha som med 95 % sannolikhet skall vara högst 40 % från sant värde krävs t.ex. nästan 90 ytor (tabell 2). Samma antal ytor krävs för att i 80% av fallen (styrka 80%) kunna påvisa en förändring på 30% (tabell 3). Som tidigare nämnts är dock variationen mellan RTs ytor förmodligen större än mellan ytor inom ett reservat eftersom RTs ytor kommer från flera olika reservat. Då beräkningen istället baseras på den skattade variationen från två andra studier gjorda inom bestånd/reservat så framgår att precisa skattningar kan uppnås med betydligt färre ytor. Givet den variation som då observerats skulle skattning av t.ex. volym per ha med ett rimligt antal ytor med 95 % sannolikhet vara högst 20-30% från sant värde.

Det krävs ett större antal ytor för att skattningar av volym/ha och antal/ha i nedbrytningsklass 4 skall bli lika precisa som motsvarande skattningar för alla död ved (tabell 2). På liknande sätt skulle skattningar för andra delpopulationer som t.ex. separata skattningar för stående och för liggande död ved oftast få lägre precision än skattningen för all död ved.

Det antal provytor som behövs för att uppnå en viss precision i skattningarna står i direkt proportion till variationen mellan provytor inom det område som inventeras. Eftersom storleken på den variationen i stor utsträckning kan variera mellan olika områden rekommenderas att man före start av en större inventeringsinsats ändå gör någon form av pilotstudie i de områden som skall inventeras för att skatta den relativa standaravvikelsen mellan provytor. Antal provytor som behövs kan sedan beräknas enligt formler i denna rapport.

Tabell 2. Antal provytor som krävs för att med 95% sannolikhet vara inom visst avstånd från sant värde givet skattad relativ standardavvikelse från Riksskogstaxeringens data

	Relativt avstånd från sant värde (%)				
	20	30	40	50	60
Volym per ha	350	156	87	56	39
Antal per ha	200	89	50	32	22
Volym per ha , nedbrytningsklass 4	634	282	159	101	70
Antal per ha , nedbrytningsklass 4	355	158	89	57	39
Volym per ha ¹	47	21	12	8	5
Antal per ha ¹	24	11	6	4	3

1 Baserat på de relativa standardavvikelser som observerats i två, i texten, nämnda studier (0,7 för volym per ha och 0,5 för antal per ha)

Tabell 3. Antal provytor som krävs för att med styrka (sannolikhet) 80 % kunna påvisa en förändring med viss storlek på en 95%ig-signifikansnivå.

	Relativ förändring från sant värde i tillfälle 1 (%)				
	10	20	30	40	50
Volym per ha	801	200	89	50	32
Antal per ha	688	172	76	43	28
Volym per ha , nedbrytningsklass 4	7670	1917	852	479	307
Antal per ha , nedbrytningsklass 4	3719	930	413	232	149
Volym per ha ¹	154	38	17	10	6
Antal per ha ¹	165	41	18	10	7

1 Baserat på de relativa standardavvikelser som observerats i två, i texten, nämnda studier (0,7 för volym per ha och 0,5 för antal per ha) och korrelation beräknad från Riksskogstaxeringens data.

REFERENSER

- Anon. 2013. Fältinstruktion. RIS, riksinventeringen för skog. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU Umeå.
- Brandel, G. 1994. Nya volymfunktioner för tall, gran och björk. Skogsfakta nr 11. SLU, Uppsala.
- Edgren, V. & Nylinder, P. 1949. Funktioner och tabeller för bestämning av avsmalning och formkvot under bark för tall och gran i norra och södra Sverige. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 38:7
- Fraver, S., Ringvall, A. and Jonsson, B.G. 2007. Refining volume estimates of down woody debris. *Canadian Journal of Forest Research* 37: 627-633.
- Fridman, J. och Walheim, M. 2000. Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 131:23-36.
- Glimskär A., Löfgren P. & Ringvall A. 2005. Uppföljning av naturvärden i ängs- och betesmarker via NILS – statistisk utvärdering och förslag till design. SLU, Inst. för skoglig resurshushållning och geomatik, Arbetsrapport 146. Umeå.
- Holm, S. 2012. Skogsinventering. Kompendium. Inst. skoglig resurshushållning, SLU, Umeå
- Stevens, D. L., Jr. and Olsen, A.R. 2004. Spatially-balanced sampling of natural resources. *Journal of American Statistical Association* 99: 262-278.
- Ström, H. 2013. Om att mäta död ved. Är rätvinklig volymräkning en effektiv metod för volymuppskattning av lågor? Examensarbete i Biologi. Umeå universitet.
- Ståhl, G., Ringvall, A. och Fridman, J. 2001. Assessment of coarse woody debris – a methodological overview. *Ecological Bulletins*, 49:57-70.

Ståhl, G., Gove, J.H., Williams, M.S., & Ducey, M.J. 2010. Critical length sampling: a method to estimate the volume of downed coarse woody debris. *European Journal of Forest Research* 129: 993-1000

Westerlund, B. & Åkesson, H. Konstruktion, test och underhåll av simuleringsfunktioner i RT. Opublicerad stencil.

Williams, M. S. och Gove, J.H. 2003. Perpendicular distance sampling: an alternative method for sampling downed coarse woody debris. *Canadian Journal of Forest Research*, 33:1564-1579.

Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4rd edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

BILAGA 1. UTDRAG UR RIKSSKOGSTAXERINGENS INSTRUKTION

Dött träd

Ett träd anses dött om det helt saknar levande barr, blad eller knoppar. Vindfällda träd anses också som döda även om det fortfarande finns gröna barr eller löv. Som vindfällda träd räknas även sådana som finns upphängda i andra träd på ett sådant sätt att det skulle falla till marken om stödet togs bort. Tillkapade högstubbar som det fortfarande finns gröna barr eller blad på räknas som levande träd. Inventeringen avser stamved från döda träd.

Ett träd anses dött om det helt saknar levande barr, blad eller knoppar. Vindfällda träd anses också som döda även om det fortfarande finns gröna barr eller löv. Som vindfällda träd räknas även sådana som finns upphängda i andra träd på ett sådant sätt att det skulle falla till marken om stödet togs bort. Tillkapade högstubbar som det fortfarande finns gröna barr eller blad på räknas ej som död ved.

Nyligen upparbetade, ännu ej borttransporterade stammar skall ej registreras. Däremot skall kvarglömda upparbetade stammar, enstaka såväl som i högar (res, massavedstravar, vedtravar etc.) registreras. Avverkningsrester i form av grenar inventeras dock ej.

Stammar som är så nedbrutna att stamform inte längre går att urskilja skall ej registreras. På stammar där splintveden är helt eller delvis borta, exempelvis gamla lågor av tall, klavas den nuvarande diametern.

Vid inventeringen skall ingen rensning av avverkningsrester göras för att leta efter lågor. På helt eller delvis övervuxna stammar skall friläggning utföras så att diameter och längd kan mätas.

Brösthöjd

Brösthöjden är belägen 130 cm över markytan. Om trädet lutar eller är krökt räknas avståndet från markytan längs trädets längdaxel. Med markytan avses humuslagrets, eller då sådant saknas, den blottlagda mineraljordens övre begränsningsyta. På sluttande mark räknas avståndet på den sida av trädet som svarar mot markens medelnivå. I vissa fall är det svårt att bedöma markytans nivå. Detta gäller t.ex. på våta marker, och där träd växer på stubbar eller stenar. Ofta är rötternas översta förgreningspunkt en god approximation av markytans nivå i dessa lägen.

Regel för att inkludera stående träd på ytan

Beträffande kantträd gäller att de anses tillhöra ytan om den punkt där fröet kan anses ha grott faller inom ytan. Härvid tillämpas följande:

- Träd som ej lutar och är raka mellan markytan och brösthöjd anses tillhöra ytan om mittpunkten på klavmåttet i brösthöjd faller inom ytan.
- För träd som lutar eller är krokiga mellan markytan och brösthöjd görs en bedömning av om fröets groningspunkt faller inom ytan eller ej. Som stöd för denna bedömning kan användas mittpunkten på ett klavmått i stubbhöjd.

Om klavstället hamnar på en abnorm ojämnhet flyttas det kortaste vägen, upp eller ner, förbi denna ojämnhet. Om barken saknas vid klavstället görs inget tillägg.

På brutna träd som skall registreras händer att brösthöjden finns på den avbrutna delen. Trädet klavas då där. På lutande mark är det i bland nödvändigt att, eventuellt stegvis, loda in det vågräta avståndet mellan trädet och ytcentrum.

Regel för att inkludera liggande träd på ytan

Även för liggande döda träd med rotdel gäller, att om fröets groningspunkt bedöms falla inom provytan skall trädet klavas in, annars inte. För liggande döda träddelar som ej är rotdel gäller, att om grovänden ligger inom ytan skall delen mätas in, annars inte. Vid inventering på tillfälliga provytor av liggande död ved som är rotdel får, vid extrema förhållanden efter stormfällning, principen om "fröets groningspunkt" frångås. I stället används en punkt på stammens ovansida i brösthöjd för att avgöra om trädet skall räknas med eller ej. Samtliga objekt som är rottdelar måste mätas in på samma sätt.

Regel för delade träd

Liggande brutna döda eller avsågade träd betraktas som ett objekt om avståndet mellan delarnas brottytor understiger 2 m och man är säker på att delarna härrör från samma träd. Överstiger avståndet 2 m betraktas delarna som separata objekt. Brutna träd registreras som stående om den stående delens höjd är > 1,3 m annars som liggande. För träd som brutits under 1,3 m förs stubbdelen till det liggande objektet. Observera att träd som brutits ovanför 1,3 m ses som två objekt, ett stående och ett liggande.

Mätningar på träd

Diameter skall mätas på bark om sådan finns men under bark om bark saknas. På stående och lutande träd mäts diametern i brösthöjd. På stående och brutna träd anges trädhöjden om den kvarvarande stammen är ≤ 90 % av den ursprungliga höjden. Höjden bestäms genom okuläruppskattning. Liggande träd som är rotdel registreras på motsvarande sätt. Längdmätning görs med måttband. På liggande träddelar som ej är rotdel görs en sektionsmätning. Beroende på grovlek och längd delas trädet in i ett antal sektioner. Diameter mäts 1,3 m från grovänden och toppdiameter

och längd för varje sektion registreras. Vid längdregistreringen anges trädets totala längd från grovänden t.o.m. senast inmätta sektion. Detta görs för att slippa att fästa måttbandet på nytt för varje mätning. Trädet kan delas upp i högst 4 sektioner.

Instruktioner för sektionsmätning

D0 = Diameter 1.3 m från grovänden (*för denna inventering föreslås istället D0 mäts vid trädets bas*)

D1 = Toppdiameter för sektion 1

D2 = Toppdiameter för sektion 2

D3 = Toppdiameter för sektion 3

D4 = Toppdiameter för sektion 4

Sista sektionen innefattar trädets topp.

1. Längder < 5 m

Endast en sektion. D0 och D1 mäts.

2. Längder 5-10 m

Två sektioner. D0, D1 och D2 mäts. D1 tas vid ca 5 m eller den kortare längd där D1 bedöms vara ca 10 cm.

3. Längder 10-15 m

Om D0 > 200 tas tre sektioner. D0, D1, D2 och D3 mäts. D1 tas vid ca 5 m och D2 vid ca 10 m eller den kortare längd där D2 bedöms vara ca 10 cm. Om D0 < 200 tas två sektioner enl. punkt 2 ovan.

4. Längder > 15 m

Om D0 > 200 tas fyra sektioner. D0, D1, D2, D3 och D4 mäts. D1 tas vid ca 5 m och D3 där diametern bedöms vara ca 10 cm. D2 tas ungefär mitt emellan D1 och D3. Om trädet är brutet nedanför 10 cm delas trädet i stället upp i fyra ungefär lika långa sektioner.

Om D0 < 200 tas två sektioner enl. punkt 2 ovan.

Längdmått och toppdiameter för den del som ligger ovanför en diameter på 10 cm får okuläruppskattas.

Ovanstående riktlinjer tillämpas för träddeklar med tämligen normal stamform. Vid ovanlig stamform, vilket ofta förekommer vid högre nedbrytningsgrad, ansätts måtten där man anser att man får den bästa volymbestämningen.

Nedbrytningsgrad

Kod	Nedbrytningsgrad	Beskrivning
0	Rå ved	Åsätts exv. färska vindfällen så länge gröna barr eller blad finns kvar. Dessutom klassas träd med rått kambium som rå ved även om levande barr eller blad saknas.
1	Hård död ved	Stammens volym består till mer än 90 % av hård ved med en tillika hård mantelyta. Stammen ä mycket lite påverkad av vednedbrytande organismer.
2	Något nedbruten död ved	Stammens volym består till 10-25 % av mjuk ved. Resterande andel utgörs av hård ved. Redskap, t.ex. en jordsond, kan tryckas genom mantelytan men ej genom hela splintveden.
3	Nedbruten död ved	Stammens volym består till 26-75 % av mjuk eller mycket mjuk ved.
4	Mycket nedbruten död ved	Stammens volym består till 76-100 % av mjuk eller mycket mjuk ved. Redskap, t.ex. jordsond, kan tryckas genom hela stammen. Dock kan hård kärna förekomma.

Markkontakt: Andel av lågan som har direkt markkontakt (% av lågans längd). Med direkt markkontakt menas att luftcirkulation under lågan förhindras. Registreras på objekt med nedbrytningsgrad 1-4.

Markhöjd: Lågans höjd över mark(dm) Avser den maximala vertikala höjden mellan marken och lågans undersida. Diken och likanden medtas inte i höjden. Höjder överstigande 20 dm anges med 21. Om markkontakt är 100% anges ej markhöjd. Registreras på objekt med nedbrytningsgrad 1-4.

Påväxt: Andel av lågan som har påväxt (% av en lågans övre mantelyta). Andel som är täckt med markvegetation, påväxt av lavar och mossor som normalt växer på död ved medtas ej utan endast markvegetation som ris, örter, väggmossa, vitmossa, m.m. Som påväxt räknas också barr och avverkningsavfall. Registreras på objekt med nedbrytningsgrad 1-4.

Barktäck: Andel med barktäckning (% av stammens mantelyta). Registreras på all död ved (utom i hög). För liggande död ved bedömning endast för den del av mantelytan som saknar påväxt. Barktäckningen är då i % av den mantelyta som bedömts. Registreras på objekt med nedbrytningsgrad 1-4.

BILAGA 2. SCRIPT FÖR UTLÄGG AV YTOR I R.

Statistikprogrammet R laddas ned fritt från www.r-project.org

```
# Exempel på utlägg av provytor Siggaboda med grts
# Hans Gardfjell
library(rgdal)
library(spsurvey)

# Läs in shapefile med polygoner för Siggaboda
readOGR(".", "SiggabodaNNK") -> siggaboda
plot(siggaboda, col=c(rgb(1,0,1,.2), rgb(0,1,0,.3)))

# Lägg till extra kolumn 'stratum'
siggaboda@data$stratum <- c("Bokskog med gran", "Granskog")
siggaboda@data

# Definera design och hur många provytor som skall fördelas i varje strata
# 20 provytor i Bokskogen, 30 i granskogen
Stratdsgn <- list("Bokskog med gran"=list(panel=c(PanelOne=20), seltype="Equal"),
"Granskog"=list(panel=c(PanelOne=30), seltype="Equal"))

# Slumpa provytor
Provytor <- grts(design=Stratdsgn, DesignID="STRATIFIED", type.frame="area",
src.frame="sp.object", sp.object=siggaboda, att=siggaboda@data,
stratum="stratum", shapefile=TRUE)
plot(Provytor, add=T, pch=19, col=2)
Provytor@data

# Alternativ regelbunden utslumpning av provytor
# Första polygonen i Siggaboda är bokskogen, andra den större granskogen
# Slumpa ~20 ytor i den första, ~30 ytor i den andra

omr1 <- spsample(siggaboda[1,], n=20, type="regular")
omr1df <- SpatialPointsDataFrame(omr1, data=data.frame(omr1))
omr1df$habitat <- 9110
```

```
omr2 <- spsample(siggaboda[2,],n=30,type="regular")
omr2df <- SpatialPointsDataFrame(omr2,data=data.frame(omr2))
omr2df$habitat <- 9010

ProvytorRegelbundet <- rbind(omr1df,omr2df)
ProvytorRegelbundet$Id <- 1:nrow(ProvytorRegelbundet@data)

plot(siggaboda,col=c(rgb(1,0,1,.2),rgb(0,1,0,.3)))
plot(ProvytorRegelbundet,add=T,pch=19,col=2)
```

BILAGA 3.

VOLYMFUNKTIONER FÖR HELA STÅENDE OCH LIGGANDE TRÄD

För tall, gran och björk används funktioner enligt Brandel (1994), funktionsgrupp 100 (med endast höjd och brösthöjdsdiameter).

$$V = 10^a \cdot D^b \cdot (D + 20,0)^c \cdot H^d \cdot (H - 1,3)^e$$

V = volym i dm³ och avser stamvirke med bark ovan stubbe ; d = brh-diameter på bark, cm ; h = höjd, meter. Olika funktioner för norra och södra Sverige. Till norra Sverige räknas Norrland, Kopparbergs län samt norra delen av Värmlands län med 60:e breddgraden som gräns. Till södra Sverige räknas övriga delar av landet.

Trädslag	Landsdel	a	b	c	d	e
Tall	Södra	-1,38903	1,84493	0,06563	2,02122	-1,01095
Tall	Norra	-1,20914	1,94740	-0,05947	1,40958	-0,45810
Gran	Södra	-1,02039	2,00128	-0,47473	2,87138	-1,61803
Gran	Norra	-0,79783	2,07157	-0,73882	3,16332	-1,82622
Björk	Södra	-0,89359	2,27954	-1,18672	7,07362	-5,45175
Björk	Norra	-0,44224	2,47580	-1,40854	5,16863	-3,77147

Funktion för asp enligt Eriksson (1973):

$$v = 0.01548 \cdot d^2 + 0.03255 \cdot d^2 \cdot h - 0.000047 \cdot d^2 \cdot h^2 - 0.01333 \cdot d \cdot h + 0.004859 \cdot d \cdot h^2$$

Funktion för bok (och avenbok) enligt Matérn (1975):

$$v = 0.01275 \cdot d^2 \cdot h + 0.12368 \cdot d^2 + 0.0004701 \cdot d^2 \cdot h^2 + 0.00622 \cdot d \cdot h^2$$

Funktion för ek (och ask, alm) enligt Matérn (1975):

$$h \geq 10 \text{ m: } v = 0.03522 \cdot d^2 \cdot h + 0.08772 \cdot d \cdot h - 0.04905 \cdot d^2$$

$$h < 10 \text{ m: } v = " + (1 - h/10)^2 \cdot (0.01682 \cdot d^2 \cdot h + 0.01108 \cdot d \cdot h - 0.02167 \cdot d \cdot h^2 + 0.04905 \cdot d^2)$$

För övriga lövträd används funktionen för björk.

REFERENSER

Brandel, G. 1994. Nya volymfunktioner för tall, gran och björk. Skogsfakta nr 11. SLU, Uppsala.

Eriksson, H. 1973. Volymfunktioner för stående träd av ask, asp, klibbal och contortatall. Skogshögskolan, institutionen för skogsproduktion. Rapp. o. Upps. nr 26.

Matérn, B. 1975. Volymfunktioner för stående träd av ek och bok. Skogshögskolan, institutionen för skoglig matematisk statistik. Rapp. o. Upps. nr 15.

BILAGA 4. ANDEL VOLYM VID VISS RELATIV HÖJD

I denna bilaga finns avsmalningstabeller som visar ett trädets relativa diameter vid viss relativ höjd för träd med olika formkvot. Formkvoten är förhållandet mellan diametern vid de relativa höjderna 60 % och 20%. Om man tar in dessa värden i Excel och plottar diameter mot höjd ser man trädets form.

I tabellerna finns även andel av trädets volym som finns vid viss relativ höjd på trädets och de tar denna som används för att beräkna volym på högstubbar. Om ett avbrutets träd höjd är 85 % av trädets höjd som helt, så är den volym som finns i det avbrutna trädets runt 99 % (beroende på formkvot) av det hela trädets volym. Den andelen multipliceras då med volym framräknade med Brandels funktion baserad på det hela trädets höjd (eller den förenklade funktionen). Vid inventering av död ved kan man använda sig av en formkvot på 0,7 för tall och 0,65 för gran som motsvara genomsnittliga värden.

Tabellerna kan kopieras till Excel och på ett enkelt sätt användas vid volymberäkningar genom funktionen "letarad".

REFERENS

Edgren, V. & Nylinder, P. 1949. *Funktioner och tabeller för bestämning av avsmalning och formkvot under bark för tall och gran i norra och södra Sverige*. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 38:7

Avsmalningstabell Tall (under bark), södra Sverige.

Formkvot 0,650			Formkvot 0,700			Formkvot 0,750		
Procent			Procent			Procent		
Höjd	Diam (ub)	Volym	Höjd	Diam (ub)	Volym	Höjd	Diam (ub)	Volym
100	0.00	100.00	100	0.00	100.00	100	0.00	100.00
99	1.12	100.00	99	1.58	100.00	99	1.93	100.00
98	2.25	100.00	98	3.17	100.00	98	3.86	100.00
97	3.34	99.99	97	4.64	99.99	97	5.60	99.99
96	4.43	99.98	96	6.11	99.97	96	7.34	99.96

95	5.49	99.97	95	7.48	99.95	95	8.92	99.93
94	6.55	99.94	94	8.85	99.91	94	10.50	99.88
93	7.58	99.92	93	10.10	99.87	93	12.00	99.83
92	8.60	99.88	92	11.40	99.80	92	13.50	99.74
91	9.60	99.84	91	12.60	99.73	91	14.80	99.65
90	10.60	99.78	90	13.80	99.64	90	16.20	99.52
89	11.60	99.71	89	15.00	99.54	89	17.40	99.40
88	12.60	99.62	88	16.10	99.40	88	18.70	99.24
87	13.60	99.52	87	17.20	99.27	87	19.90	99.07
86	14.50	99.40	86	18.30	99.10	86	21.10	98.86
85	15.40	99.28	85	19.40	98.92	85	22.20	98.64
84	16.30	99.12	84	20.40	98.70	84	23.30	98.38
83	17.20	98.97	83	21.40	98.48	83	24.40	98.12
82	18.10	98.78	82	22.30	98.22	82	25.40	97.81
81	19.00	98.59	81	23.20	97.97	81	26.40	97.50
80	19.90	98.36	80	24.20	97.66	80	27.40	97.14
79	20.80	98.14	79	25.10	97.36	79	28.40	96.79
78	21.60	97.87	78	26.00	97.00	78	29.30	96.38
77	22.40	97.60	77	26.80	96.65	77	30.20	95.96
76	23.30	97.28	76	27.70	96.26	76	31.10	95.50
75	24.20	96.97	75	28.60	95.86	75	32.00	95.04
74	25.00	96.60	74	29.40	95.41	74	32.80	94.52
73	25.80	96.24	73	30.20	94.96	73	33.60	94.01
72	26.60	95.84	72	31.00	94.46	72	34.40	93.44
71	27.40	95.43	71	31.80	93.96	71	35.20	92.88
70	28.20	94.97	70	32.50	93.41	70	36.00	92.26
69	29.00	94.51	69	33.20	92.86	69	36.80	91.64
68	29.70	94.00	68	34.00	92.26	68	37.50	90.96
67	30.40	93.49	67	34.70	91.65	67	38.20	90.29
66	31.20	92.92	66	35.40	91.00	66	38.90	89.56
65	32.00	92.36	65	36.10	90.35	65	39.60	88.84
64	32.70	91.74	64	36.80	89.64	64	40.30	88.06
63	33.40	91.12	63	37.40	88.94	63	41.00	87.29
62	34.20	90.44	62	38.10	88.18	62	41.60	86.46
61	34.90	89.77	61	38.80	87.43	61	42.20	85.63

60	35.60	89.04	60	39.40	86.62	60	42.90	84.75
59	36.20	88.30	59	40.00	85.81	59	43.40	83.87
58	36.80	87.52	58	40.50	84.96	58	43.90	82.94
57	37.40	86.74	57	41.00	84.11	57	44.40	82.02
56	37.90	85.91	56	41.50	83.21	56	44.80	81.06
55	38.50	85.08	55	42.00	82.31	55	45.20	80.10
54	39.10	84.20	54	42.60	81.37	54	45.70	79.10
53	39.60	83.31	53	43.10	80.43	53	46.20	78.10
52	40.20	82.38	52	43.60	79.44	52	46.60	77.06
51	40.70	81.44	51	44.00	78.45	51	47.00	76.03
50	41.20	80.46	50	44.50	77.42	50	47.40	74.95
49	41.80	79.47	49	45.00	76.39	49	47.80	73.87
48	42.30	78.44	48	45.50	75.31	48	48.20	72.76
47	42.80	77.40	47	46.00	74.23	47	48.60	71.65
46	43.30	76.32	46	46.40	73.11	46	49.00	70.50
45	43.80	75.23	45	46.80	71.99	45	49.40	69.35
44	44.30	74.10	44	47.20	70.83	44	49.70	68.17
43	44.80	72.96	43	47.60	69.67	43	50.10	66.99
42	45.30	71.78	42	48.10	68.47	42	50.50	65.77
41	45.80	70.59	41	48.50	67.27	41	50.80	64.55
40	46.20	69.36	40	48.90	66.02	40	51.20	63.30
39	46.70	68.12	39	49.40	64.78	39	51.50	62.04
38	47.20	66.83	38	49.80	63.49	38	51.80	60.76
37	47.60	65.54	37	50.20	62.20	37	52.20	59.47
36	48.10	64.20	36	50.50	60.87	36	52.50	58.15
35	48.60	62.87	35	50.90	59.54	35	52.80	56.83
34	49.00	61.48	34	51.30	58.17	34	53.20	55.48
33	49.40	60.09	33	51.70	56.80	33	53.50	54.12
32	49.90	58.65	32	52.10	55.39	32	53.80	52.74
31	50.30	57.21	31	52.40	53.98	31	54.10	51.35
30	50.70	55.72	30	52.80	52.53	30	54.40	49.94
29	51.10	54.24	29	53.20	51.08	29	54.70	48.52
28	51.50	52.70	28	53.50	49.59	28	55.00	47.07
27	52.00	51.17	27	53.80	48.10	27	55.30	45.62
26	52.40	49.58	26	54.20	46.57	26	55.60	44.14

25	52.80	47.99	25	54.60	45.04	25	55.80	42.66
24	53.20	46.36	24	54.90	43.47	24	56.10	41.16
23	53.60	44.72	23	55.20	41.90	23	56.40	39.65
22	54.00	43.04	22	55.60	40.30	22	56.70	38.11
21	54.40	41.35	21	56.00	38.69	21	57.00	36.57
20	54.80	39.61	20	56.30	37.04	20	57.20	35.00
19	55.20	37.87	19	56.60	35.39	19	57.50	33.44
18	55.50	36.09	18	56.90	33.70	18	57.80	31.84
17	55.90	34.31	17	57.20	32.02	17	58.20	30.24
16	56.30	32.48	16	57.60	30.30	16	58.50	28.60
15	56.70	30.64	15	58.00	28.57	15	58.90	26.97
14	57.10	28.76	14	58.30	26.80	14	59.30	25.28
13	57.60	26.87	13	58.80	25.03	13	59.70	23.60
12	58.00	24.92	12	59.20	23.20	12	60.10	21.88
11	58.60	22.98	11	59.80	21.38	11	60.60	20.15
10	59.10	20.96	10	60.30	19.49	10	61.10	18.36
9	59.80	18.94	9	61.00	17.60	9	61.80	16.57
8	60.40	16.83	8	61.60	15.62	8	62.40	14.71
7	61.20	14.72	7	62.40	13.65	7	63.20	12.85
6	62.10	12.49	6	63.20	11.57	6	64.00	10.88
5	63.30	10.26	5	64.40	9.49	5	65.20	8.92
4	64.50	7.85	4	65.50	7.26	4	66.30	6.82
3	66.60	5.44	3	67.50	5.03	3	68.20	4.72
2	68.60	2.72	2	69.50	2.52	2	70.20	2.36
1	72.60	0.00	1	73.50	0.00	1	74.00	0.00

Avsmalningstabell Gran (under bark), södra Sverige.

Formkvot 0,600			Formkvot 0,650			Formkvot 0,700		
Procent			Procent			Procent		
Höjd	Diam (ub)	Volym	Höjd	Diam (ub)	Volym	Höjd	Diam (ub)	Volym
100	0.00	100.00	100	0.00	100.00	100	0.00	100.00
99	0.95	100.00	99	1.22	100.00	99	1.52	100.00
98	1.90	100.00	98	2.44	100.00	98	3.03	100.00
97	2.83	100.00	97	3.61	99.99	97	4.46	99.99
96	3.76	99.99	96	4.78	99.98	96	5.88	99.98
95	4.68	99.98	95	5.90	99.97	95	7.22	99.96
94	5.59	99.96	94	7.03	99.94	94	8.56	99.92
93	6.48	99.94	93	8.12	99.91	93	9.83	99.88
92	7.38	99.90	92	9.20	99.86	92	11.10	99.82
91	8.25	99.87	91	10.20	99.82	91	12.30	99.75
90	9.12	99.82	90	11.30	99.74	90	13.50	99.66
89	9.96	99.76	89	12.30	99.67	89	14.60	99.57
88	10.80	99.68	88	13.30	99.57	88	15.80	99.44
87	11.60	99.61	87	14.20	99.47	87	16.90	99.31
86	12.50	99.51	86	15.20	99.34	86	18.00	99.14
85	13.40	99.41	85	16.20	99.21	85	19.00	98.98
84	14.20	99.28	84	17.10	99.04	84	20.10	98.78
83	15.00	99.16	83	18.00	98.88	83	21.10	98.57
82	15.80	99.00	82	19.00	98.68	82	22.10	98.32
81	16.60	98.84	81	19.80	98.47	81	23.00	98.07
80	17.40	98.64	80	20.70	98.22	80	24.00	97.78
79	18.20	98.45	79	21.60	97.98	79	24.90	97.48
78	19.00	98.22	78	22.40	97.70	78	25.80	97.14
77	19.80	97.99	77	23.20	97.41	77	26.70	96.80
76	20.50	97.72	76	24.10	97.08	76	27.60	96.41
75	21.20	97.45	75	24.90	96.76	75	28.40	96.02
74	22.00	97.14	74	25.70	96.38	74	29.30	95.58
73	22.80	96.83	73	26.50	96.01	73	30.20	95.15
72	23.50	96.48	72	27.30	95.58	72	31.00	94.66
71	24.20	96.13	71	28.00	95.16	71	31.80	94.16

70	24.90	95.74	70	28.80	94.69	70	32.60	93.62
69	25.60	95.34	69	29.60	94.22	69	33.40	93.08
68	26.40	94.90	68	30.30	93.70	68	34.10	92.48
67	27.10	94.45	67	31.00	93.18	67	34.80	91.89
66	27.80	93.96	66	31.80	92.61	66	35.60	91.24
65	28.50	93.46	65	32.50	92.04	65	36.40	90.59
64	29.20	92.92	64	33.20	91.42	64	37.10	89.89
63	29.90	92.37	63	33.90	90.79	63	37.80	89.19
62	30.60	91.78	62	34.60	90.11	62	38.50	88.43
61	31.20	91.18	61	35.20	89.43	61	39.20	87.67
60	31.90	90.53	60	35.90	88.70	60	39.80	86.86
59	32.60	89.88	59	36.50	87.97	59	40.40	86.05
58	33.20	89.18	58	37.10	87.19	58	40.90	85.20
57	33.80	88.47	57	37.70	86.41	57	41.40	84.34
56	34.40	87.72	56	38.30	85.58	56	42.00	83.44
55	35.00	86.96	55	38.80	84.75	55	42.50	82.54
54	35.60	86.15	54	39.40	83.87	54	43.00	81.60
53	36.20	85.34	53	40.00	82.99	53	43.60	80.65
52	36.80	84.48	52	40.60	82.06	52	44.10	79.66
51	37.40	83.61	51	41.10	81.12	51	44.60	78.66
50	37.90	82.70	50	41.60	80.14	50	45.00	77.62
49	38.50	81.78	49	42.20	79.16	49	45.50	76.59
48	39.10	80.80	48	42.70	78.13	48	46.00	75.51
47	39.60	79.82	47	43.20	77.10	47	46.40	74.43
46	40.20	78.79	46	43.70	76.02	46	46.90	73.30
45	40.80	77.76	45	44.20	74.93	45	47.40	72.18
44	41.30	76.67	44	44.70	73.80	44	47.80	71.02
43	41.80	75.58	43	45.20	72.67	43	48.20	69.85
42	42.40	74.44	42	45.70	71.48	42	48.70	68.64
41	42.90	73.29	41	46.20	70.30	41	49.10	67.42
40	43.40	72.08	40	46.70	69.06	40	49.50	66.17
39	44.00	70.88	39	47.20	67.83	39	49.90	64.92
38	44.50	69.62	38	47.60	66.54	38	50.30	63.63
37	45.00	68.35	37	48.00	65.26	37	50.70	62.34
36	45.50	67.03	36	48.50	63.93	36	51.10	61.00

35	46.00	65.71	35	49.00	62.60	35	51.50	59.67
34	46.50	64.33	34	49.40	61.22	34	51.90	58.29
33	47.00	62.95	33	49.80	59.83	33	52.30	56.91
32	47.50	61.51	32	50.30	58.40	32	52.70	55.50
31	48.00	60.07	31	50.80	56.97	31	53.00	54.08
30	48.50	58.56	30	51.20	55.48	30	53.40	52.62
29	49.00	57.60	29	51.60	54.00	29	53.80	51.16
28	49.50	55.50	28	52.00	52.46	28	54.10	49.66
27	50.00	53.93	27	52.40	50.93	27	54.40	48.17
26	50.40	52.31	26	52.90	49.34	26	54.80	46.64
25	50.80	50.69	25	53.30	47.76	25	55.20	45.10
24	51.30	49.01	24	53.70	46.13	24	55.50	43.52
23	51.80	47.33	23	54.10	44.50	23	55.80	41.95
22	52.30	45.58	22	54.50	42.82	22	56.20	40.34
21	52.80	43.84	21	54.90	41.13	21	56.60	38.73
20	53.20	42.03	20	55.30	39.40	20	56.90	37.08
19	53.60	40.22	19	55.60	37.67	19	57.20	35.42
18	54.10	38.35	18	56.00	35.89	18	57.50	33.73
17	54.60	36.48	17	56.40	34.11	17	57.80	32.04
16	55.00	34.55	16	56.80	32.28	16	58.20	30.31
15	55.40	32.62	15	57.20	30.46	15	58.60	28.58
14	55.80	30.64	14	57.60	28.58	14	59.00	26.80
13	56.30	28.65	13	58.00	26.70	13	59.40	25.02
12	56.80	28.59	12	58.50	24.76	12	59.80	23.19
11	57.40	24.53	11	59.00	22.82	11	60.40	21.36
10	57.90	22.38	10	59.60	20.81	10	60.90	19.46
9	58.60	20.24	9	60.20	18.80	9	61.50	17.57
8	59.30	18.00	8	60.90	16.70	8	62.10	15.60
7	60.20	15.75	7	61.70	14.59	7	63.00	13.63
6	61.00	13.38	6	62.50	12.38	6	63.80	11.55
5	62.20	11.00	5	63.70	10.17	5	65.00	9.47
4	63.50	8.42	4	64.90	7.78	4	66.10	7.24
3	65.60	5.85	3	67.00	5.39	3	68.00	5.01
2	67.70	2.92	2	69.00	2.70	2	70.00	2.50
1	71.90	0.00	1	73.00	0.00	1	73.90	0.00

KOMPLETTERANDE STUDIE AV DÖDVEDSMETODIK

INLEDNING

Naturvårdsverket har uppdragit åt Länsstyrelsen i Kronobergs län att skriva ett åtgärdsprogram för den hotade skalbaggen svartoxe. Som en del av det arbetet gjordes sommaren 2005 en metodstudie i Siggaboda Naturreservat för att belysa hur områden lämpliga för svartoxe kan inventeras i akt och mening att möjliggöra en bedömning av hur många lämpliga lågor för svartoxe som finns i området vid inventeringstillfället samt hur många som kommer att finnas inom en modern framtid. Den här studien (2008) är ett komplement till studien 2005.

MATERIAL OCH METODER

Tid:

2008/08/01 – 2008/08/29

SCHEMA:

- 1/8 Test av cirkelmetoden i det område som benämndes ruta 3 i den metodstudie som gjordes sommaren 2005. Provinventering av cirklar med 5.64 resp 10 meters radie.
- 7/8 Inventering av utslumpade 5.64 r cirklar (ruta 3, 6 och 9).
- 8/8 Inventering av utslumpade 5.64 r cirklar (ruta 12 och 15).
- 12/8 Inventering av utslumpade 5.64 r cirkel (ruta 27).
- 13/8 Inventering av utslumpade 5.64 r cirklar (ruta 18, 21 och 24).
- 15/8 Inventering av fem 5.64 r cirklar i ruta 6.

- 19/8 Helytesinventering av ruta 6
- 29/8 Kompletterande inventering av stående död ved i de nio utslumpade
5.64 r cirklarna (ruta 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 och 27).

PLATS:

Siggaboda Naturreservat, Älmhults kommun

UTRUSTNING:

Ett 6m långt metspö i glasfiber av teleskopmodell med en textiltjejmarkering 5,64 m ut på spöet.

Nio meterlånga vässade fyrkantsstavar av trä.

Ett 30 meter långt måttband.

En klav i plast och aluminium.

En GPS-mottagare (Garmin 76).

En kompass (Silva expedition 54).

Ett relaskop.

URVAL OCH TILLVÄGAGÅNGSSÄTT:

1/Hela försöksområdet (Siggaboda Naturreservat) delades upp i enhektarskvadrater/rutor enligt rikets nät (81 rutor). Av dessa 81 rutor slumpades 27 rutor ut med hjälp av slumpfunktionsprogrammet EXCEL. En ytterliggare slumpning reducerade antalet provrutor till 9.

2/I varje utslumpad provruta sattes en mittkoordinat. Med hjälp av en GPS letades mittkoordinaten upp och markerades med en vässad fyrkantsstav. Med hjälp av metspöet och en kompass mättes cirkeln upp och för att underlätta inventeringen sattes 8 vässade fyrkantsstavar ut för att markera cirkelns gränser (se figur).

3/ Till varje cirkel lades ett foder på en meter som en kompensation för de enmetersfoder som användes vid linjetranssekterna.

4/ Klusteranpassningen bestod i att alla liggandeträd som tangerade lågor inom cirkeln också räknades (ut till en dubbel cirkelradie (11,28 meter)).

5/ För att jämföra tidsåtgången och effektiviteten vid val av olika cirkeldiametrar gjordes en pilotinventering i det område som betitlades ruta 3 i den inledande metodstudien från 2005. I pilotstudien gjordes först en räkning av lågor inom en cirkel med 5,64 meters radie (0,01 ha). Därefter gjordes en ny räkning med utgångspunkt i samma mittkoordinat, denna gång med en radie av 10 meter (0,03 ha). Försöksområdet slumpades inte ut utan valdes då det ansågs representativt för reservatet som helhet.

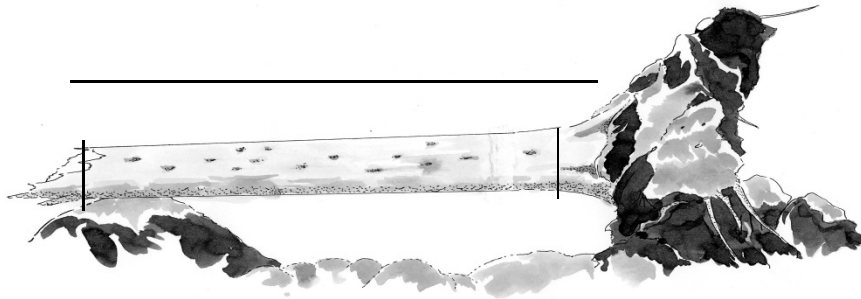
6/ I en av rutorna (ruta 6) gjordes dels en ny mittkoordinatcirkelinventering, dels en inventering av 5 cirklar (radie 5,64 meter, mittkoordinat plus rutans ”hörn”) samt dels en helytesinventering.

7/ För varje träd som räknades mättes längd, diameter vid basen och diameter vid trädets brottpunkt alt. där lågan smalnat ned till 10 cm diameter (se figur)

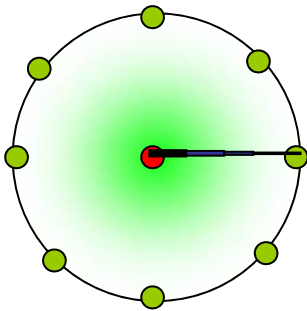
8/ För varje låga noterades trädslag samt nedbrytningsstatus enligt den metod som användes 2005 (se fig 5 i huvudrapporten).

9/ Tidsåtgång noterades vid alla inventeringar (brutto, se tabell), transporttid mellan cirklarna mättes inte.

10/ Höjden på den stående döda veden bestämdes med relaskop.



Hur lågorna mättes upp. Lågans längd mättes från lågans bas till främre brottytan alt. Då lågan smalnat till en diameter av 10 cm. Det första diametermättet mättes vid den punkt där lågan börjat att smalna av likformigt. Det andra diametermättet mättes vid lågans bakre brottpunkt alt. där lågan smalnat till en diameter av 10 cm.



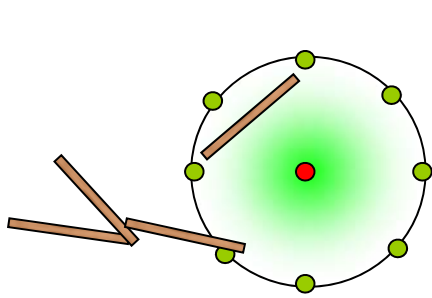
Hur cirklarna mättes upp. Mittpunkten är den träkäpp som markerar GPS-punkten. De övriga småcirklarna visar placeringen av de 8 träkäppar som tillsammans markerar cirkelns gränser. De 8 träkäpparna placerades i N, S, O, V, SV, SO, NV och NO, positionerna ”fiskades ut” med ett metspö med en markering.

RESULTAT

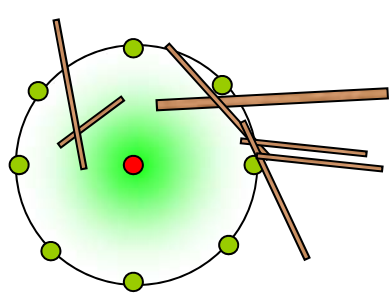
Cirkelinventeringen av nio utslumpade rutor

Ruta	Antal träd	Tidsåtgång brutto (minuter)	Tidsåtgång brutto (minuter) per träd
3	4	7	
6	6	18	
9	1	13	
12	12	36	
15	8	31	
18	8	40	
21	3	15	
24	15	40	
27	13	84	

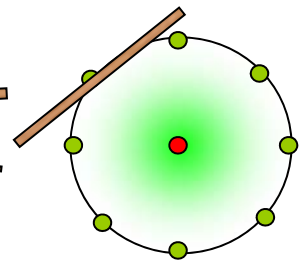
1/ I tidsåtgången ingår uppsättning av centralstolpe, uppmätning av cirkel, utsättning av 8 cirkelstolpar, inventering samt nedtagning av stolpar.



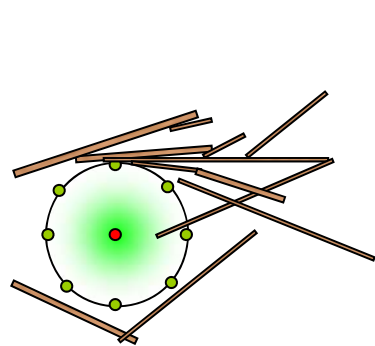
Ruta 3



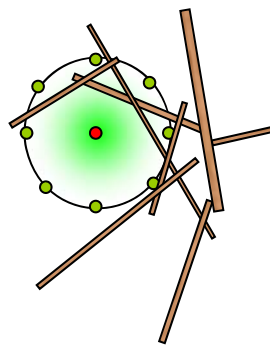
Ruta 6



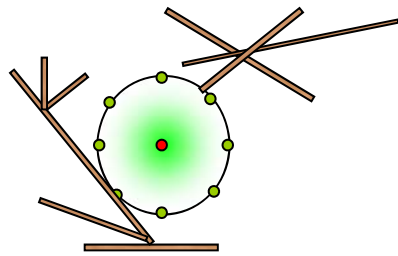
Ruta 9



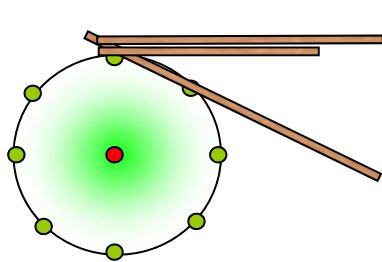
Ruta 12



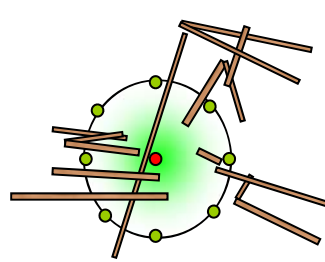
Ruta 15



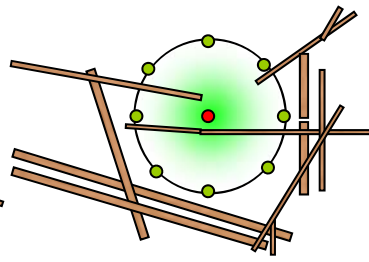
Ruta 18



Ruta 21



Ruta 24



Ruta 27

Pilotstudien

Cirklaradie (meter)	Antal träd	Tidsåtgång brutto (minuter)	Tidsåtgång brutto (minuter) per träd
5,64	11	45	4 (= 4,09)
10	24	90	4 (= 3,75)

Jämförande inventering av ruta 6

Inventering	Antal träd	Tidsåtgång brutto (minuter)	Tidsåtgång brutto (minuter) per träd
1 cirkel (radie 5,64 meter)	6	24	4
5 cirklar (radie 5,64 meter)	15	107 i vilket ingår 20 minuter förflyttning mellan cirklarna	7
Hela rutan	78	360*	5

= höftat, det kan ha gått något fortare

Jämförande inventering av ruta 6

Ytstorlek	Antal träd (%)
1 ha	78 (100 %)
0,05 ha	15 (19 %)
0,01 ha	6 (8 %)

Stående död ved

Ruta	Antal träd	Tidsåtgång brutto (minuter)	Tidsåtgång brutto (minuter) per träd
3	1		
6	5		
9	2		
12	1		
15	1		
18	3		
21	5		
24	5		
27	3		

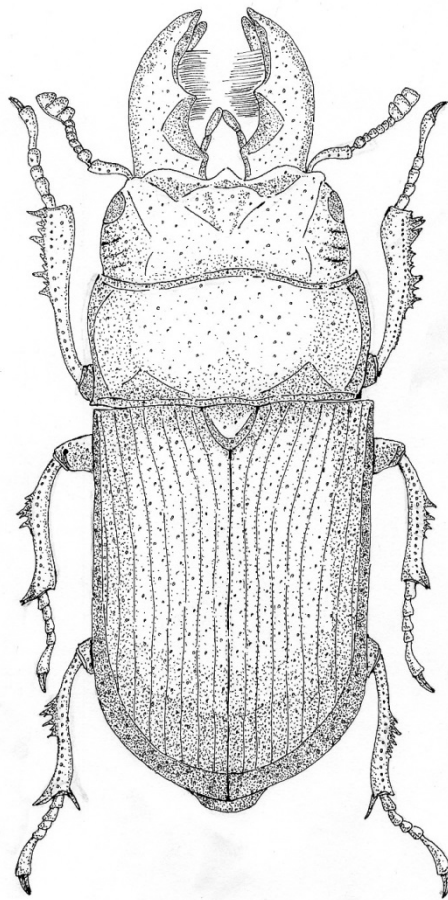
DISKUSSION

Hur ett större område ska inventeras på liggande och stående död ved utan att det kostar en smärre förmögenhet beror i hög grad på syftet med inventeringen. Om ett urval av lämpliga små habitat kan göras med hjälp av flygbilder (eller liknande) och det är av stor vikt att de objekt som eftersöks verkligen hittas bör en helytesinventering användas. Är det som inventeringen egentligen belyser (t.ex förekomsten av svartoxe eller mossor på lågor) bundet till ett substrat som inte är slumpmässigt fördelat och/eller orienterat i en viss riktning bör transekter användas med försiktighet. Helytesinventeringen är visserligen kostsam men kostnaden per objekt är låg och alla objekt blir hittade oavsett hur de är orienterade eller fördelade.

En cirkelinventering med utslumpade 1ha rutor vilka innehåller en cirkel med en radie av 5,64m (0,01 ha) ger troligen en bra bild av förekomsten av substrat givet att tillräckligt många cirklar

används (antalet beror på fördelningen av de objekt som ska inventeras). I den pilotstudie med endast en inventeringsruta som gjordes i Siggaboda 2008 lyckades 5,64 r cirkeln ”suga upp” c:a 8 % av den liggande döda veden trots en täckning av bara 1 % av rutans yta. Materialet i studien är på tok för litet för att kunna användas till en noggrann analys men det som bör belysas är hur många av de grova stockarna som hittas med en cirkelinventering. Att förtäta en cirkelinventering skulle kunna vara ett sätt att ersätta helytesinventeringar i områden där förekomsten av det som ska inventeras är riklig.

METODIK FÖR INVENTERING AV SVARTOXE
(*CERUCHUS CHRYSOMELINUS*)



INNEHÅLL

Innehåll	2
Sammanfattning	3
Inledning	4
Bakgrund	4
Svartoxe	4
Vad som gör svartoxen svårinventerad	5
Kvantifiering av liggande död ved	6
Metoder för att bedöma kvaliteten hos liggande död ved	7
Material och metoder	8
Försöksområde	8
Försöksperiod	9
Kvantitativa metoder	9
De olika försöksrutorna	11
Uppskattning av mängden död ved	12
Kvalitativa metoder	12
Resultat	13
Kvantitativa metoder, helytesinventeringar av liggande död ved	13
Kvantitativa metoder, transekter och klusterinventeringar	16

Kvalitativa metoder	17
Diskussion	19
Kvantitativa metoder allmänt	19
Transektinventeringar	19
Transektinventeringar med klusteranpassning	20
Kvalitativa metoder allmänt	20
Nyligen döda träd	20
Träd vilka föll för några år sedan	21
Lågor vilka nyligen kolonialiserats av kärnvedsätande evertebrater	21
Lågor vilka lämpar sig för evertebrater vilka kräver välrötad kärnved	22
Lågor på väg att förmultna helt	22
Optiska bedömningar av lågors nedbrytning kontra knivsticksmetodik	22
Svamp och röta	23
Beskuggning och markkontakt	23
Bark- och mosstäckning	23
Bok och björk	24
Urval av inventeringsrutor och fjärrbildsanalyser	24
Slutsatser	25
Kvantitativa metoder	25

Kvalitativa metoder	25
Stormfällning och urval av rutor	25
Inventeringsmetodik för svartoxe	26
Urval av rutor	26
Tidpunkt för inventeringen	26
Uppskattning av mängd död ved	26
Vad som ska mätas och hur det ska göras	27
Referenslista	29
Bilaga 1	31

SAMMANFATTNING

I åtgärdsprogrammet för Svartoxe (*Ceruchus chrysomelinus*) föreslås att en inventeringsmetodik för Svartoxe utarbetas. Metodiken bör framförallt ge ett mått på antal och volym av svartoxens substrat, grova brunrötade lågor.

Det här förslaget till en inventeringsmetod för Svartoxe och grova brunrötade lågor har utarbetats genom ett omfattande fältarbete förlagt till Siggaboda Naturreservat under sommaren 2005.

Resultatet av fältstudierna har inte testats statistiskt och bör därför tolkas konservativt.

Fem olika metoder för att kvantifiera liggande död ved testades, helytesinventering, transektinventering med tjugometers avstånd mellan transekterna, transektinventering med trettiometers avstånd mellan transekterna, transektinventering med fyrtiometers avstånd mellan transekterna, samt en transektinventering med trettiometers avstånd mellan transekterna och klusteranpassning.

I alla fyra provrutorna gav helytesinventeringarna bäst resultat om enbart antalet lågor mättes. De klusteranpassade trettiometerstransektinventeringarna gav mellan 79 och 86 % av antalet träd i de fyra olika rutorna.

Transektinventeringen med tjugometers avstånd mellan transekterna gav mellan 77 och 96 % av antalet lågor i de tre rutor där lågorna var orienterade tvärs mot transektriktningen och 58 % i den rutan där lågorna var orienterade längs med transektriktningen. Transektinventeringen med trettiometers avstånd mellan transekterna gav mellan 42 och 62 % av antalet lågor i de tre rutor där lågorna var orienterade tvärs mot transektriktningen och 36 % i den rutan där lågorna var orienterade längs med transektriktningen. Transektinventeringen med fyrtiometers avstånd mellan transekterna gav mellan 42 och 54 % av antalet lågor i de tre rutor där lågorna var orienterade tvärs mot transektriktningen och 32 % i den rutan där lågorna var orienterade längs med transektriktningen. Förmodligen är resultaten av samtliga transektinventeringar något missvisande p. g. a. dubbelräkning, något som framförallt torde gälla transektinventeringen med tjugometers avstånd mellan transekterna.

Då färska grova lågor oftast är långa lågor vilka innehåller en stor volym, och merparten av lågorna i provrutorna är färska, borde rimligen skillnaden i resultat mellan rutorna jämnas ut då enbart grova lågor eller volymen död ved jämförs. Dock, både då enbart lågor med en basdiameter av minst 30 cm räknades, och när trädmängden omvandlas till volym liggande död ved, blir materialet mer svårtolkat med en större spridning av resultaten och mer påtagliga effekter av dubbelräkning. Skillnaden mellan de renodlade transektinventeringarna och den klusteranpassade transektinventeringen avseende resultatet från den rutan där lågorna var orienterade längs med transektriktningen, stod sig dock.

Resultatet av den kvalitativa studien visar (med reservation för att materialet inte är testat statistiskt) att det varken går att skilja ut en lågas funktionella nedbrytningsfas eller lämpliga svartoxelågor enbart med en optisk eller en knivbaserad klassningsmetod.

INLEDNING

BAKGRUND

På uppdrag av Naturvårdsverket tog Artdatabanken 2003 fram listor på hotade arter och habitat vilka, det för att uppnå gynnsam bevarandestatus för, bedömdes krävas specifika åtgärder. För att konkretisera dessa åtgärder beslöts det att de berörda arterna och habitaterna skulle få separata åtgärdsprogram. Ansvaret för att upprätta åtgärdsprogrammen ålades landets Länsstyrelser. En av de arter vilka ansågs behöva ett åtgärdsprogram är Svartoxe. För arbetet med att skriva programmet utsågs den forskarutbildade entomologen och naturvårdshandläggaren Jonas Hedin (länsstyrelsen i Kronobergs län), vilket resulterade i att ett förslag till ett åtgärdsprogram för svartoxe skrevs under våren 2005. Åtgärdsprogrammet för svartoxe har idag gått genom ett remissförfarande och bör rimligen fastställas under hösten 2005.

Då det idag inte finns någon systematisk, förenklad och specifik inventeringsmetodik för vedlevande skalbaggar i allmänhet och svartoxe i synnerhet föreslås i åtgärdsprogrammet för svartoxe att en sådan metodik skall tas fram under 2005 (Hedin 2005). Huvudsyftet med metodiken är att ge ett mått på antalet brunrötade lågor med en ”brösthöjdsdiameter” på minst 20 cm vilka finns på en given yta (Hedin 2005). I metodiken bör ingå metoder för att mäta längd, diameter och rötstatus/röttyp hos de separata lågorna (Hedin 2005). Nedanstående alster är ett försök till att skriva en metodik av ovan nämnda sort.

Svartoxe (*Ceruchus chrysomelinus*)

Svartoxen är en c:a 12 - 18 mm lång, helsvart skalbagge tillhörande familjen ekoxbaggar (Lucanidae). Den fullbildade insekten har täckvingar med långsgående strimmor, ett kort och brett huvud samt kraftiga käkar (hanen). Larverna är vitgula, krumböjda och c:a 20 mm långa ((Ehnström och Axelsson 2002, Hedin 2005). Larvutvecklingen är minst tvåårig och den fullbildade insekten kläcks i regel på hösten men flyger först följande vår.

Insekten påträffas i Sverige i regel i starkt brunrötade grova lågor av främst gran, men har också hittats i ek, bok, tall, klibbal, hassel och björk. Det som förefaller att vara avgörande för artens val av substrat är snarare lågans nedbrytningsstadium och röttyp än en specifik trädart.

Exakt vad svartoxelarven äter är inte känt men förmodligen är det en kombination av brunrötad ved, svampmycel och, när tillfälle bjuds, andra insektslarver. I södra Sverige är troligen Klibbticka (*Fomitopsis pinicola*) den svamp vilken först och främst bör associeras med svartoxelågor, klibbtickan är vanligt förekommande på gränslågor, orsakar brunröta och är en primärrötare (d. v. s. kolonialiserar nyligen död tidigare orötad ved).

Svartoxen förefaller att trivas bäst i de fuktiga, nedre och marknära delarna av liggande död ved. Då många äldre lågor varierar i avseende på fuktighet och grad av markkontakt är det ofta bara en del av en låga som kolonialiserar. Veden bör vara så pass rötad och fuktig att den går att plocka isär med händerna (Ehnström 1999). En lämplig svartoxelåga har således passerat flera faser av nedbrytning innan den kolonialiserar (Andersson 1997, Eriksson 2002, Wikars 2005). Är lågan väl lämplig kan den fungera som värd för svartoxe under upp till mer än tjugo år (Ehnström och Axelsson 2002, Hedin 2005). Arten anses i likhet med andra vedlevande skalbaggar, vilka exploaterar sitt habitat under en längre tid, ha dålig spridningsförmåga (Baranowski 1977).

För att etablera en livskraftig population behöver Svartoxen ett kontinuerligt tillflöde av grov, liggande, död ved, gärna i anslutning till tidigare kolonialiserade lågor. Svartoxen är ett bra exempel på en art med en tydlig metapopulationsdynamik, för att ett område ska hysa en långsiktigt livskraftig population av arten krävs att graden av lokala utdöenden kompenseras med en högre eller lika hög grad av nykolonisation (Johnsson, Kruys och Ranius 2005). Så när den exploaterade lågan till slut blir så pass nedbruten att den inte längre duger måste det finnas en ny lämplig låga inom spridningsavstånd.

En art med svartoxens miljökrav får med automatik svårt att klara sig i produktionsskogar eller skogsmark präglad av likåldrighet och små volymer av liggande död ved. Som ett led i bekämpande av granbarkborre upparbetar skogsindustrin i regel all, eller nästan all, liggande död ved efter kraftigare stormar och vindfällning av skog.

I det tolfte miljömålet (Levande skogar) föreslås att mängden död ved i produktiv skogsmark bör ökas med 40 % (i kronoberg från c:a 2.5 m³/ha till 3 m³/ha) vilket dock fortfarande är en på tok för liten volym för att möjliggöra existens av livskraftiga populationer av svartoxe. Varav följer att svartoxen i Sverige är nästan helt bunden till områden vilka åtnjuter någon form av areellt skydd (t. ex Naturresevat).

Ett av Sveriges viktigare områden för svartoxe är Vällenområdet i Uppland, vid en riktad inventering av svartoxe påträffades skalbaggen i livskraftiga populationer endast på lokaler med en volym av liggande död ved av mer än 17 m³/ha (Eriksson 2002).

Ett exempel på ett område där svartoxens miljökrav tillgodoses är Bialowieza Nationalpark i nordöstra Polen, ett skogsområde vilket hyser en stor och välmående population av svartoxe. Nationalparken innehåller större sammanhängande partier av äldre naturskog med gott om liggande död ved i alla nedbrytningsfaser. Att märka är att svartoxarna i Bialowieza påträffas i ett flertal olika trädarter och inte alls förefaller att vara kopplade till i första hand grånågor vilket ju är fallet i Sverige (Jonas Hedin, muntlig referens).

Svartoxen är idag en av landets ovanligare vedinsekter och påträffas på endast c:a 18 lokaler i landet från Blekinge i söder till Gästrikland i norr (Hedin 2005). Arten är rödlisteklassad som starkt hotad (EN).

Vad som gör Svartoxen svårinventerad

I likhet med många andra mycket ovanliga vedlevande insekter har Svartoxen ett tillbakadraget levnadssätt, den lämnar sällan sin stock och gömmer sig när så sker (Ehnström och Axelsson 2002).

Svartoxen delar ofta lågor med den betydligt vanligare Skulderbocken (*Oxymirus cursor*) vars gångar och flyghål starkt påminner om svartoxens (larverna är dock näppeligen förväxlingsbara), så för att säkert styrka förekomst av svartoxe har det ofta ansetts nödvändigt att använda en

välslipad yxa och gå loss på den del av lågan där man kan misstänka att svartoxen håller till. Idag när arten bedöms vara så pass sällsynt att den är akut hotad är en utpräglat brutal inventeringsmetod knappast längre försvarbar. Lågor vilka kolonialiseras av svartoxen kan ha ett relativt hårt yttre skal runt de inre mjuka delarna i vilka svartoxen påträffas (Palm 1955), vilket gör att traditionella bedömningar av lågors nedbrytningsstatus/mjukhet inte fungerar helt tillfredställande. Inträngningsgraden av en instucken morakniv i en lågas ovan del behöver inte spegla den mjuka välrötade, av svartoxe bebodda, kärnveden vilken påträffas 10 cm in i lågan.

Ett välanvänt begrepp inom modern populationsekologi är utdöendeskuld vilket betyder att en population är så pass liten och/eller isolerad att den saknar förmåga att överleva på sikt, vilket för svartoxens del skulle kunna innebära att en kolonialisera låga omges av nyligen brukad skog utan grova brunrötade lågor. Att hitta dessa fragmenterade populationer kräver god kunskap om inte bara lämpliga svartoxeskorar utan också om f.d. lämpliga svartoxeskorar.

Ett första steg i att konstatera om svartoxen finns bör således vara att hitta olikåldriga skogar av naturskogskaraktär (Litteratursökning, arkiv/databaser, fjärranalys etc.) och därefter inventera svartoxens habitat, den liggande döda veden. En beräkning av volymen död ved och en klassning av den liggande döda vedens nedbrytningsstatus bör göras för att på så sätt kunna bedöma om ett område hyser förutsättningar för en livskraftig population av svartoxe.

Kvantifiering av liggande död ved

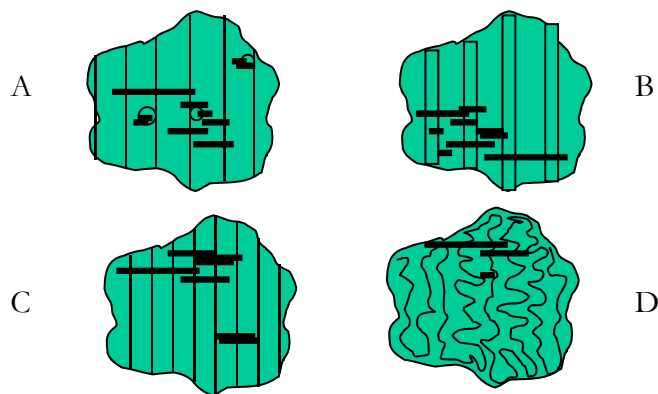
Kvantifiering av liggande död ved görs framförallt för att få en uppfattning om mängden död ved mätt i volym m³/ha. Det som i regel eftersträvas är inte ett absolut värde på hur mycket död ved som egentligen finns utan ett mått vilket går att jämföra över tiden och mellan de platser vilka inventeras. De värden som erhålles vid inventeringarna ligger sedan som grund för skattningar av mängden liggande död ved i en större skala (se National Forest Inventory/Riksskogstaxeringen, i fortsättningen kallat NFI). Måttet på mängden liggande död ved används främst inom löpande systematisk inventering av produktionskog i avsikt att underlätta skattningar av förutsättningar för kommersiell virkesproduktion (NFI). Andra fält inom vilka uppskattningar av mängden död ved används är skogsforskning, virkesproduktionsinriktad såväl som bevarandebiologisk. Till en mindre del används också beräkningar av mängden död ved inom ekologisk/systematisk forskning (främst forskning på vedsvampar och vedinsekter, se Siitonen, Penttilä och Kotiranta 2001, Edman och Johnsson 2001 m. fl.).

De storskaliga inventeringar av liggande död ved vilka görs använder sig framförallt av helyteskarteringar inom begränsade provvytor (NFI, Krankina et al 2001), där varje träd mäts in inom en given provyta, men där antalet provvytor är relativt glest fördelade antingen i ett rutnät eller utslumpade inom ett rutnät (t. ex rikets nät). Volymen död ved i ett större område beräknas genom antaganden om hur väl provrutorna representerar fördelningen av provrutornas habitat sett i ett landskaps eller landsperspektiv (NFI).

Hur volymen av de separata objekten beräknas och hur de separata objekten mäts in varierar, vanligen mäts trädets längd (måttband, relascop, uppstegning) och diameter (klav, måttband, relascop) (NFI, Ståhl, Ringvall och Fridman 2001, ref).

I akt och mening att få ett så rättvist mått som möjligt på den enskilda lågans volym förekommer att lågan mäts i sektioner med diameterangivelser mellan, eller i, varje sektion (Ståhl, ringvall och Fridman 2001).

Att helytesinventera större ytor är kostsamt så för att begränsa fältinsatserna har ett flertal förenklade inventeringsmetoder utvecklats. Till de förenklade inventeringsmetoder vilka används hör framförallt olika former av band, transekt och klusterinventeringar med eller utan hjälp av relaskop (Ståhl, ringvall och Fridman 2001, Kuulovainen, Syrjänen och Kalliola 2001, von Euler 2003).



Figur 1. Exempel på inventeringsmetoder av liggande död ved. A visar en linjetransektinventering med klusteranpassning, B visar en bandinventering, C visar en vanlig linjetransektinventering och D visar ett exempel på en helytesinventering. Fritt efter Ringvall, Fridman, Lämäs och Ståhl 2000.

Nackdelarna med förenklade inventeringsmetoder är bl. a. att transekternas och bandens ”förmåga” att fånga in den liggande döda veden påverkas av hur lågorna är orienterade, dessutom är vindfällda lågor nästan alltid aggregerade på en liten skala (Ringvall, Fridman, Lämås och Ståhl 2000). Alltför täta transekter i kombination med aggregerade brötar av liggande död ved riskerar att leda till dubbelräkning, ett problem som blir mindre men kvarstår även med klusteranpassade transekter (ref).

För att ur ett förenklat inventeringsförfarande få ett mått på hur mycket död ved (m^3/ha) som finns i hela området (alltså även den del som inte inventeras) krävs att den förenklade inventeringsmetoden kompletteras med skattningar och bedömningar av hur väl det erhållna värdet motsvarar vad som skulle ha hittats om hela området inventerats (Ståhl, Ringvall och Fridman 2001).

Fjärranalys används framförallt som komplement till fältarbete för att bedöma strukturer och således som hjälpmedel vid skattningar av volymer av liggande död ved över större ytor (t. ex så kan man vid en flygbildstolkning av skog få fram trädslagsblandning och ålder och på så sätt extrapolera inventeringsresultaten, Gustavsson 2001). Fjärranalys bör också användas för att underlätta gränsdragning vid urval av inventeringsområden (Aronsson 1997). Att flygbildstolka liggande död ved på objektsnivå låter sig sällan göras med de begränsningar som dagens teknik sätter, stormfällda träd inne i områden med bibehållet krontak syns dåligt, eller inte alls, på de flyg- och satellitbilder vilka används inom fjärranalys idag.

Ett antal antaganden används oftast vid inventeringarna oavsett inventeringsmetod. Vanligt är att en undre gräns för vad som mäts in är 10 cm diameter samt att träden delas in i diameterklasser (Stenbacka 2003, NFI, ref).

De metoder vilka används för volymberäkning baserar sig på i regel på tabeller vilka används av virkesnäringen och NFI. Grundtanken är att eftersom träd smalnar av m. el. m. linjärt kan formeln för volymen hos en kon användas i ett m. el. m. modifierat skick.

Metoder för att bedöma kvaliteten hos liggande död ved.

Med kvalitetsbedömning av lågor avses i regel en bedömning av lågans förmulnings och nedbrytningsstatus.

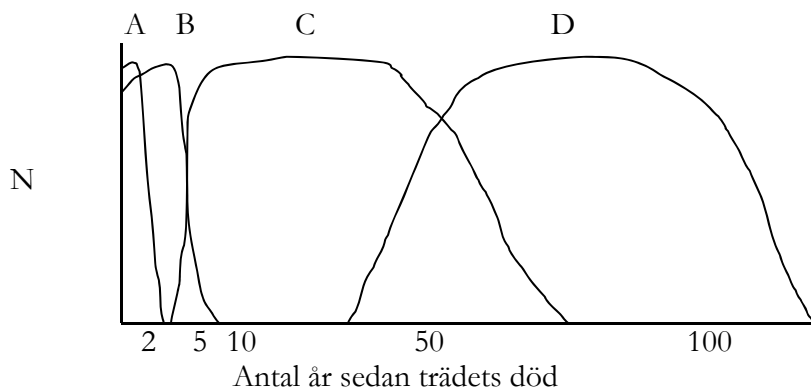
Ett otal klassningssystem finns med allt från tre till tio olika klasser, och används inom så pass divergenta sammanhang som virkesproduktion (kommersiellt skogsbruk) och förslag till miljöövervakning av vedlevande skalbaggar (Wikars 2005). Klassningssystemen baserar sig gärna på morfologiska karaktärer (optisk klassning, ref, ref), fysiologiska karaktärer (t.ex. hur pass mjuk veden är, ref, ref, ref) eller en kombination av optiska och fysiologiska karaktärer.

Optiska bedömningar grundar sig oftast på grad av barkavfall, mosstäckning och hur väl lågan bibehållit sin ursprungliga form (ref, ref).

Vedens mjukhet undersöks i regel genom att uppifrån sticka en kniv i lågan och avgöra hur pass långt in i lågan som kniven tränger in. Ingen av de kvalitativa metoder vilka mäter lågornas nedbrytningsgrad genom en bedömning av vedens mjukhet kan betraktas som formellt objektiva då ju inträngningsgraden av en kniv, i alla fall teoretiskt, är avhängig av val av kniv och inventerarens mått av brutalitet och armstyrka.

Någon vedertagen standardmetod finns inte men det fyrgradiga, knivbaserade klassningssystem vilket används av NFI har i mångt och mycket bildat skola för andra förenklade och knivbaserade metoder i akt och mening att snabbt bilda sig en uppfattning om lågornas nedbrytning (Renvall 1995).

Ett flertal försök att länka nedbrytningsgraden av lågan med de biologiska processer vilka bryter ned trädet har gjorts (Ehnström 1986) och i många av de klassningssystem vilka används idag förefaller det att finnas en strävan att koppla ihop de olika faktiska nedbrytningsklasserna med val av klasser i en kvalitetsbedömning (t. ex så finns det hos de flesta metoderna en bedömningsklass vilken speglar den fas i en lågas nedbrytning då de barkätande insekterna konsumerat trädets innerbark och lågan börjat att tappa sitt yttre barkskikt).



Figur 2. Nedbrytningen av död ved (variationer mellan trädslag och geografiska regioner förekommer). Fas A är den korta period då lågan exploateras av barklevande ryggradslösa djur som t. ex. barkborrar, långhorningar och deras parasiter och rovdjur. Fas B är den relativt korta period då lågan exploateras av arter vilka lever under bark och i den svampangripna ytveden, här börjar i regel barken att lossna från lågan. Fas C är den långa period då lågan exploateras av arter vilka lever inne i splintveden och kärnveden. Fas D är en lång period då de kärnvedslevande arterna gradvis ersätts av arter vilka använder lågan som skydd (t. ex. mångfotingar och gastropoder), lågan börjar att falla sönder. N står för antalet arter. Fritt efter Ehnström 1986.

Hur de olika bedömningsmetoderna ser ut beror delvis på vad syftet med kvalitetsbedömningen av lågans nedbrytningsfas är. För att ta några exempel:

NFI använder en knivbaserad (morakniv) 4-gradig skala där vedens grad av mjukhet skiljer ut de olika klasserna (ref NFI), metoden går fort att använda i fält och kräver liten eller ingen biologisk kunskap. Söderström (1988) använder också en 4-gradig skala men här var syftet att länka lågornas nedbrytningsgrad med etablering av lavar och mossor och således ingick i klassningen att bedöma grad av barktäckning och huruvida lågan behållit sin form eller ej. Stenbacka (2003) använder Söderströms skala men kompletterar skalan med information om moss- och lavtäckning samt grad av markkontakt (information vilken Stenbacka använder för att bedöma lågornas lämplighet som värdar för vedlevande insekter, Stenbacka 2003). I Siitonens (2001) studie om kopplingen mellan skogsbruk, död ved och dödvedlevande organismer används Ehnströms och Waldéns fyrgradiga skala vilken baseras på vilka evertebrater som påträffas i lågan (Ehnström och Waldén 1986). Slutligen kan nämnas den tregradiga knivbaserade skala vilken rekommenderas för en kostnadseffektiv miljöövervakning av kryptogamer och evertebrater (Andersson 1997).

MATERIAL OCH METODER

Försöksområde

I akt och mening att utveckla en metodik under realistiska betingelser valdes Siggaboda Naturreservat ut som försöksområde.

Siggaboda Naturreservat är en av två kända lokaler för Svartoxe i Kronobergs län.

Reservatet bildades 1995 och är ett 71 ha stort naturskogsområde med i huvudsak äldre granskog, ett 10 ha stort kärnområde utgörs av en blandskog av gran och bok med inslag av enstaka aspar, sälgar och rönnar. Jordlagret består av svallad, ställvis blockrik, morän med inslag av fuktstråk. Kärnområdet visar få spår av skogsavverkning medan de övriga delarna av reservatet påminner mera om en åldrad f. d. produktionsskog.

Reservatet innehåller förutom svartoxe ett flertal rödlistade arter såsom Aspfjädermossa, Bokblombeck och Jättesvampmal.

Reservatet ägs av Naturvårdsverket men sköts av Skogsvårdsstyrelsen. Skogen i reservatet ska enligt gällande skötselplan utvecklas fritt.

Stormen Gudruns förkärlek för plattläggning av gran ledde till att stora delar av skogen i Siggaboda stormfälldes i januari 2005. Stråk av liggande granar i sydvästlig-nordostlig riktning finns inom hela reservatet. Inom reservatet finns också flera områden med inslag av tidigare stormfälld skog.

Fynden av Svartoxe är, med reservation för några äldre fynd med oklara fyndangivelser, begränsade till grova, kraftigt brunrötade, lågor i reservatets kärnområde.

Försöksperiod

Den här inventeringsmetodikstudien baserar sig på ett fältarbete vilket utfördes under sommaren 2005 och kan delas upp i sex olika faser:

- 1/ Urval av rutor till kvantitativa studier (6 - 8/7),
- 2/ Helrutesinventeringar av död ved (12 - 13, 18, 20 - 21, 26 - 27/7),

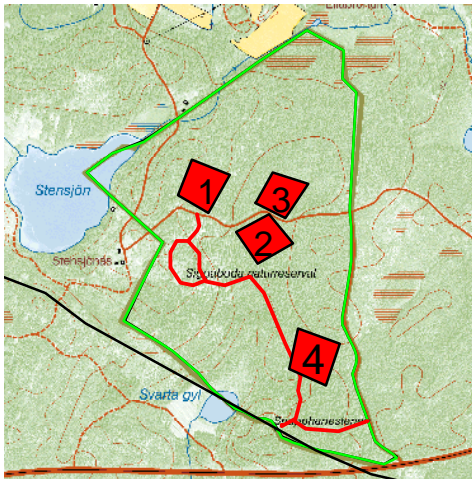
- 3/ Linjetransektinventeringar av död ved (28 - 29/7 + 2 - 5/8),
- 4/ Urval av träd till kvalitativa studier (12 + 16/8),
- 5/ Kluster/linjeinventeringar av död ved (15, 19, 22 - 23/8) samt
- 6/ Kvalitativa studier (23, 26/8 + 7/9).

Kvantitativa metoder

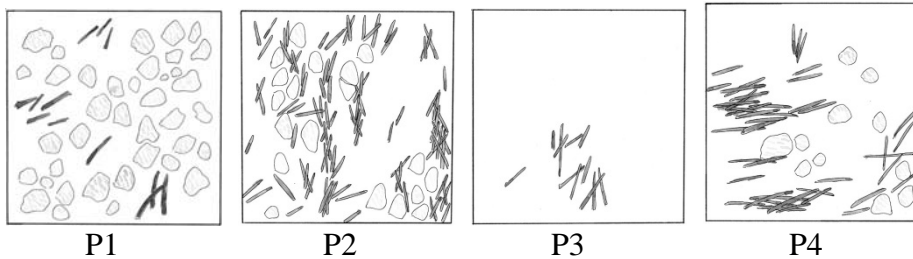
Fyra stycken enhektarskvadrater (100 x 100m) snitslades ut med hjälp av kompass och måttband (figur 3). Rutornas yttre gränser markerades med plast- och papperssnitslar med 10 meters avstånd. De olika rutorna valdes ut i akt och mening att representera en så stor spännvidd som möjligt avseende grovblockighet och grad av påverkan från stormfällda träd (figur 4). I efterhand mättes rutorna upp och koordinatsattes med en GPS (Garmin 76).

Då rutorna inventerades på liggande död ved noterades trädslag, trädlängd, diameter och optiskt bedömd nedbrytningsstatus för alla lågor med en diameter överstigande 10 cm och en längd på minst 1 m. Nedbrytningsstatus bedömdes enligt en femgradig skala (se nedan och figur 5).

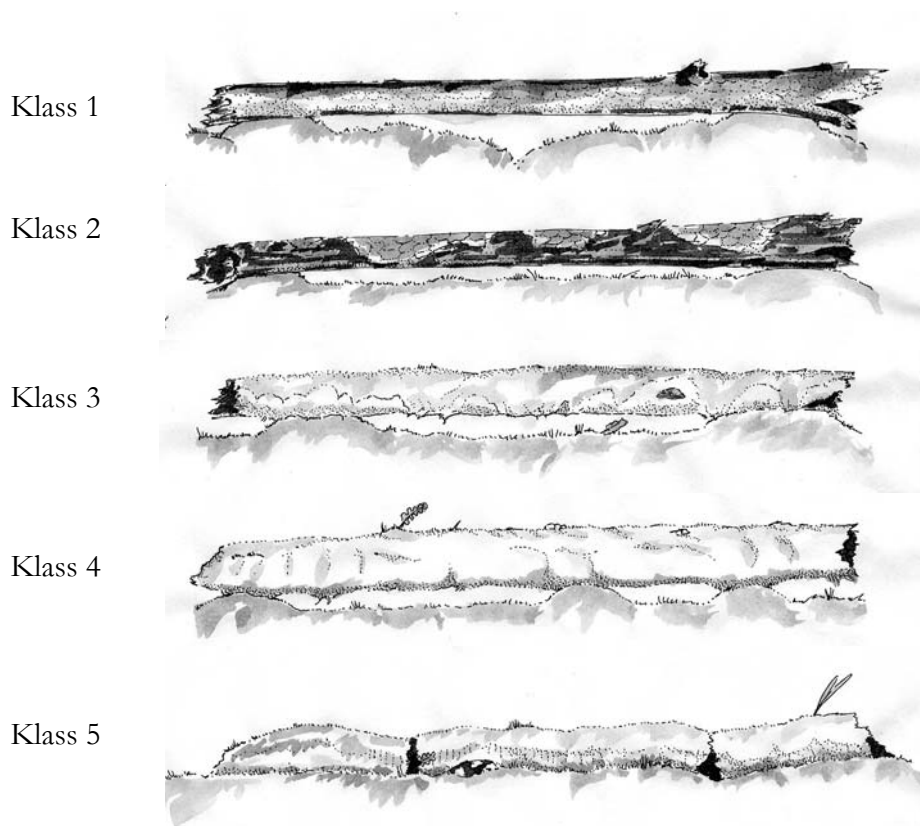
Längden mättes från lågans bakre brottyta/rotbas till främre brottytan/gränsen för 10 cm diameter (se figur 6). Trädängden stegades upp, för att få ett rättvist mått kalibrerades steglängden löpande med måttband.



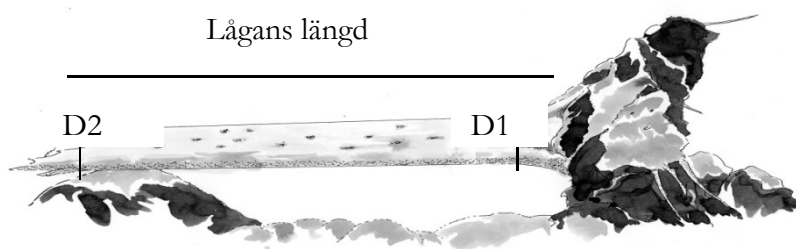
Figur 3. Karta över Siggaboda naturreservat med de olika provrutorna och stigar genom reservatet markerade. Den ljusgröna linjen markerar reservatsgränsen. Skalan är 1:10000. De röda rutorna står för de olika provrutorna och den ilsket röda linjen är den orangemarkerade stig vilken går genom reservatet. Kvalitetsprovlågorna finns alla utmed stigen med en tonvikt på den loop vilken löper genom reservatets kärnområde.



Figur 4. De olika provrutorna i Siggaboda Naturreservat. De avlånga strukturerna föreställer lågor och de runda strukturerna föreställer grova flyttblock. P1 står för Provruta1, P2 står för provruta 2, P3 står för provruta 3 och P4 står för provruta 4.



Figur 5. Optisk nedbrytning av lågor i fem klasser. Bedömningen baserar sig på en kombination av barktäckning, mosstäckning, förekomst av färskas vedsvampsfruktkroppar, grad av markkontakt och form på lågan.



Figur 6. Hur lågorna mättes upp. Lågans längd mättes från lågans bas till främre brottytan alt. Då lågan smalnat till en diameter av 10 cm. D1 är det första diametermättet vilket mättes vid den punkt där lågan börjat att smalna av likformigt. D2 är det andra diametermättet vilket mättes vid lågans bakre brottpunkt alt. där lågan smalnat till en diameter av 10 cm.

Lågans diameter mättes vid två positioner, dels vid bakre brottytan alternativt den plats där trädets stam beskrev en likformig avsmalning och dels vid främre brottytan alternativt där trädet smalnat till 10 cm diameter (se figur 6). Diametern mättes med en klav.

Det optiska klassningsschemat utgår dels från den fyrgradiga skala som används av NFI och dels från den tillika fyrgradiga skala som används av Söderström (1988) och Stenbacka (2003), dock med tillägg för en femte klass som beskriver så gott som helt nedbrutna lågor med kollapsad cylinder (se figur 5).

Klass 1 avser färska träd med intakt bark, hård ved och inga synliga fruktkroppar av svamp (juli 2005).

Klass 2 avser träd där de barkätande insekterna har gjort sitt, det yttersta barklagret är helt eller delvis intakt, ytveden har börjat att mjukna och det kan finnas fruktkroppar av svamp.

Klass 3 avser lågor där barken helt eller delvis saknas, stammen ofta är mosstäckt, fruktkroppar av svamp kan finnas och veden är mjuk in till kärnveden.

Klass 4 avser äldre lågor med eller utan bark, så gott som alltid med ett solitt mosstäcke, lågan har helt eller delvis markkontakt, oftast saknas fruktkroppar av svamp och kärnveden är helt mjuk.

Klass 5 avser lågor med trädcyllindern helt eller delvis kollapsad, markkontakt finns för hela eller nästan hela lågan och trädet är ofta helt mosstäckt. Ofta har delar av veden försvunnit.

Avsikten med klassningsschemat är att spegla de olika faserna i en lågas succession (se Ehnström 1986), att märka är att klassningsschemat främst är avsett för granlågor.

Svartoxen påträffas normalt sett i lågor av nedbrytningsklass 4 (mogen-sen fas C i Ehnströms klassning, Ehnström 1986 och figur 2).

De olika försöksrutorna

Provruta 1(P1): rutan ligger i gammal produktionsskog norr om kärnområdet, terrängen är extremt svårforcerad med grova flyttblock i hela rutan. Antal stormfällda träd är relativt få och gran dominerar, ett fåtal bokar bokar, aspar och björkar finns dock.

Provruta 2(P2): rutan ligger i östra utkanten av kärnområdet, gran dominerar men inslaget av bok är påtagligt. Stormfällda träd från 2005 finns i brötar och stråk i hela rutan men även äldre lågor förekommer rikligt. Rutan har gott om flyttblock om än inte i den utsträckning som i P1.

Provruta 3(P3): rutan ligger i äldre produktionsskog NO om kärnområdet, marken är flack och delvis sumpig. Skogen består i huvudsak av gran med inslag av björk i de blötaste delarna, relativt få träd är nyligen stormfällda. Ett område med något äldre lågor ligger i anslutning till 2005 års stormfällda träd.

Provruta 4(P4): Rutan ligger SO om kärnområdet och består av grov (planterad ?) granskog. Ett fåtal grova block finns i rutan. Den nyligen stormfällda skogen är nästan helt koncentrerad till två mycket omfattande brötar. Få spår av tidigare stormfälld skog finns i rutan.

Uppskattning av mängden död ved

Alla fyra rutorna helyteinventerades varvid rutorna systematiskt genomsöktes efter liggande död ved, alla lågor vilka befann sig helt eller delvis inom rutorna mättes upp. För att utröna hur pass mycket och vilken typ av den liggande döda veden som missas vid ett förenklat inventeringsförfarande, inventerades provrutorna med transekter med olika avstånd mellan inventeringslinjerna. De transektintervall som användes var 20, 30 resp. 40 meters avstånd, alla med ett foder/band av en meter på varje sida av transekten. Som komplement till transektinventeringen inventerades rutorna med klusteranpassade transekter med 30 m avstånd mellan transekterna och en band/transektbredd på två meter. Syftet med att välja ett transektavstånd på 30 meter var att undvika risken för dubbelräkningar, ingen av de lågor vilka mättes in under helytesinventeringen var så pass långa som 30 meter, däremot förekom ett flertal lågor i intervallet 20 – 27 meter. Klusteranpassningen bestod i att de objekt vilka låg inom en bandbredds avstånd från ett objekt inom transekten också karterades. Fanns det ytterligare träd liggande inom en bandbredd från de uppmätta extraträden mättes de också upp tills halva

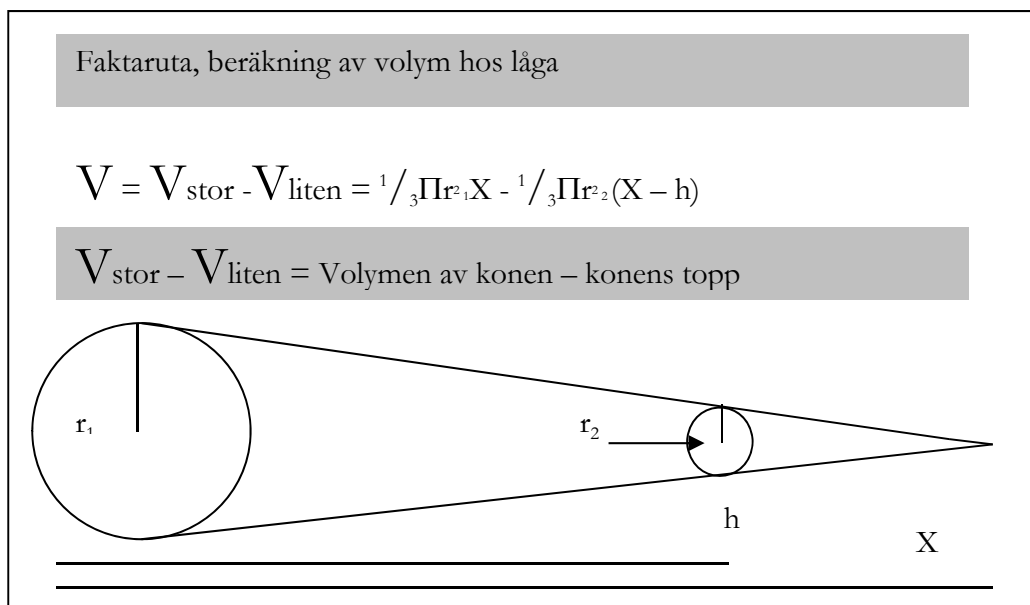
distansen mellan transekterna (i det här fallet 14 meter från transektens foder) var nådd (figur1)(r_2)

I provruta 1, 3 och 4 inventerades rutorna med transekter/kluster liggande i öst-västlig riktning medan ruta 2 inventerades med transekter/kluster i nord-sydlig riktning.

Tidsåtgången vid de olika inventeringstillfällena noterades.

All insamlad data datorsattes i excelfiler. För att underlätta presentationen av resultatet fördelades träden på olika diameterklasser (1 = 10-19 cm, 2 = 20-29 cm, 3 = 30-39 cm, 4 = 40-49 cm, 5 = 50-59 cm och 6 = 60-69 cm). Diametermåtten avser den grövre diametern hos lågan.

För att få ett mått på mängden död ved i volym m^3 beräknades volymen död ved för varje objekt enligt en formel (se faktaruta) vilken baserar sig på volymen av en kon – toppen av konen. Formeln bör uppfattas som ett förenklat sätt att få en uppskattning av lågornas volym givet två diametermätningar och en längdmätning per låga. Då formeln gör antagandet att träd är konformiga förutsätts att de olika diametermätningarna skiljer sig åt för att formeln ska gå att använda.



Kvalitativa metoder

För att jämföra den optiska bedömningen av nedbrytningsfasen hos en låga med lågans ”egentliga” nedbrytning valdes 50 lågor ut för att testa kvalitativa metoder. De utvalda träden hade alla en basdiameter på minst 20 cm och låg antingen inne i reservatets kärnområde eller utmed den orangemarkerade stig vilken slingrar sig genom reservatet (figur 3). För att få en så god representation som möjligt valdes det ut tio träd ur varje optisk nedbrytningsklass.

Följande parametrar noterades: Optisk nedbrytningsklass, förekomst och art av svampfruktkropp/ar, grad av mjukhet vid stick av kniv ovanifrån, grad av mjukhet vid stick av kniv från sidan, diameter vid bas/brottyta, diameter vid 10 cm nivå/främre brottyta, längd, beskuggning, mosstäckning, markkontakt i % av lågans längd, barktäckning (4-gradig skala) samt rötstatus (förekomst/ej förekomst + sort av röta). Eventuella egenheter hos respektive låga noterades under en kolumn för kommentarer t. ex om barken var mjuk och vedsvampfruktkropparna gamla.

Lågornas mjukhet bedömdes enligt den 4-gradiga skala som används av NFI med tillägg för en femte klass avseende sönderfallande ved (jmf. Dahlberg och Stokland 2004, Nissilä och Didrik 2002).

Klass 1 är lågor där inträngande kniv inte når längre in än till gränden mellan bark och ved.

Klass 2 står för max 1 cm inträngning i ved.

Klass 3 står för att halva knivens blad tränger in i veden och

Klass 4 står för att hela knivens blad tränger in i veden.

Att notera är att Bok (och i viss mån björk) rötter inifrån och ut vilket gör att NFI klassningen fungerar bäst på gran.

För knivproven användes en Helle Fjording med en 10 cm lång klinga vilken stacks i lågan på minst 5 olika platser. Under urvalsfasen av kvalitetsprovträden testades också en grövre kniv (Kautokeino samekniv, 30 cm klinga).

Mätning av diameter och trädlength följde samma procedurer som vid de kvantitativa testerna. Beskuggningen bedömdes efter en 3-gradig skala: stocken oskuggad, stocken delvis beskuggad

eller stocken helt beskuggad. Mosstäckningen bedömdes efter en 4-gradig skala: avsaknad av mossa, 1-50 % av stocken mosstäckt, 51-99 % av stocken mosstäckt och stocken helt mosstäckt. Barktäckningen bedömdes också efter en 4-gradig skala: bark saknas, 1-50 % av barken finns kvar, 51-99 % av barken finns kvar, lågan helt barkklädd.

Samtliga träd markerades med snitslar samt gavs nummer för att kunna gås igenom och kontrolleras vid senare tillfälle.

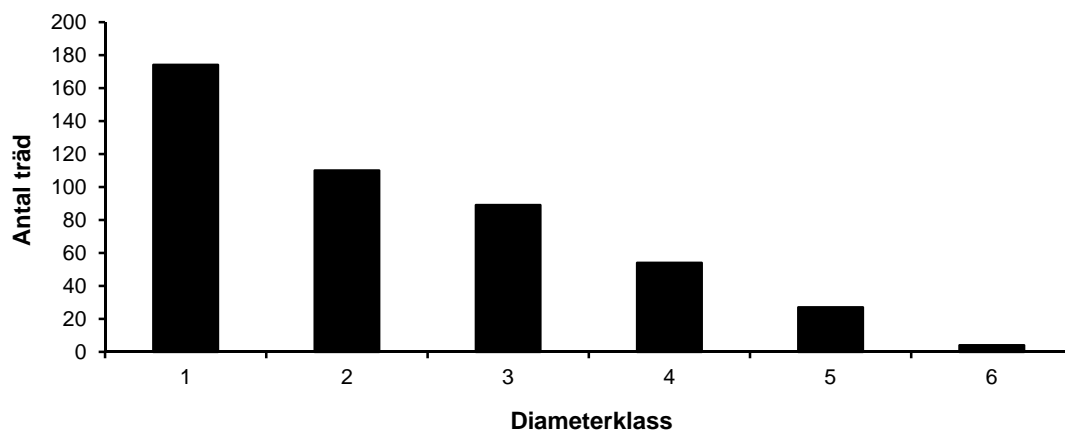
Rötstatusen undersöktes med en kniv (Helle Fjording, 10 cm klinga) samt en grov skruvmejsel vilken hamrades in i veden.

RESULTAT

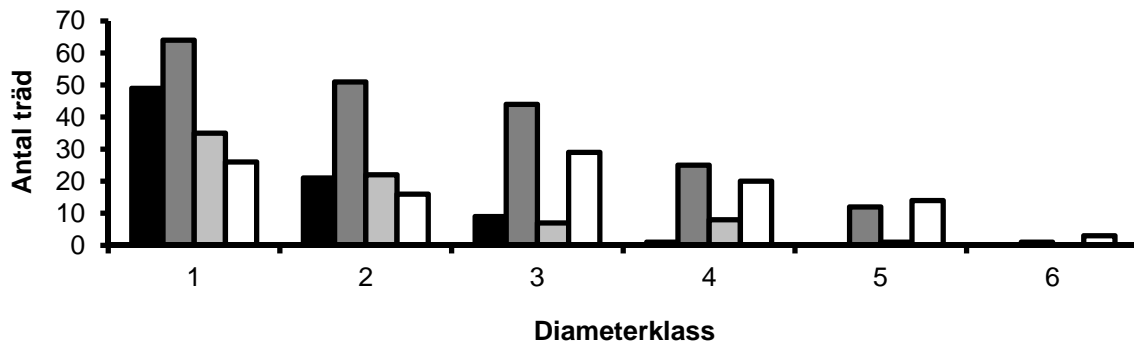
Kvantitativa metoder, helytesinventeringar av liggande död ved.

Totalt sätt mättes 458 objekt av liggande död ved upp vid helytesinventeringarna av provrutorna.

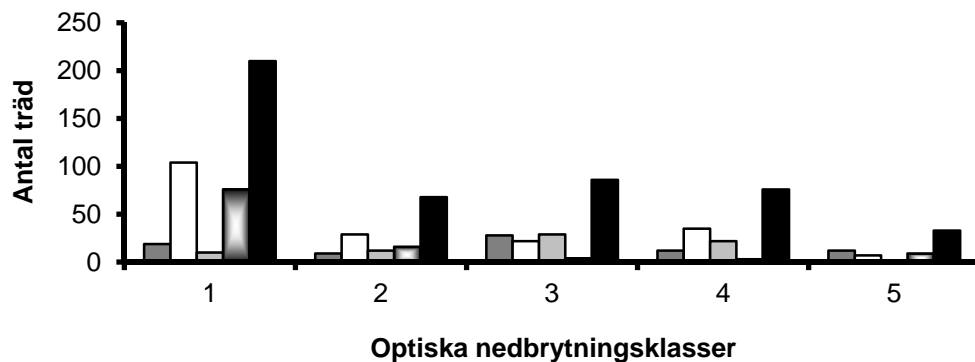
Nästan all liggande död ved i Siggaboda NR vilken fallit i samband med stormen Gudrun bestod av gran med tonvikt på något yngre granar, notera dock att fördelningen av träd i Provruta fyra inte förefaller att följa samma mönster som i de övriga rutorna vilket kan bero på att nästan all gran i provruta 4 är/var att betrakta som grov. Än så länge är inte materialet testat statistiskt, resultaten bör därför tolkas konservativt.



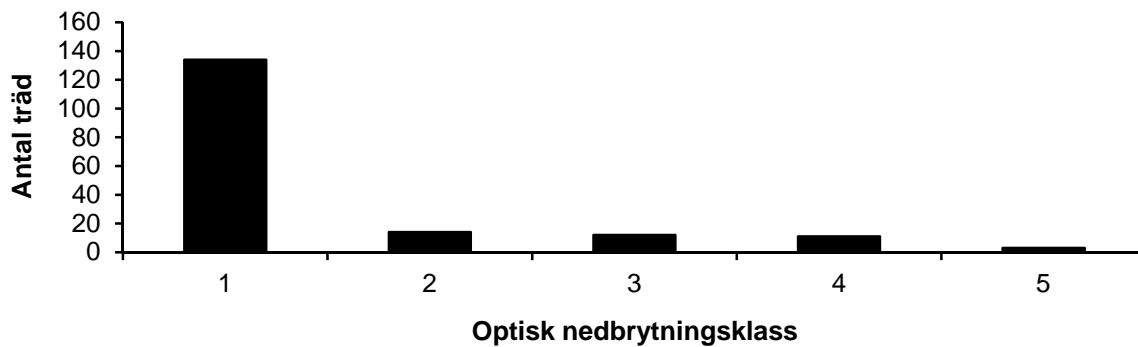
Figur 7. De olika objekten från alla fyra provrutur fördelade på olika diameterklasser. De olika diameterklasserna representerade är: 1 = 10-19 cm, 2 = 20-29 cm, 3 = 30-39 cm, 4 = 40-49 cm, 5 = 50-59 cm och 6 = 60-69 cm, inga träd grövre än 69 cm påträffades.



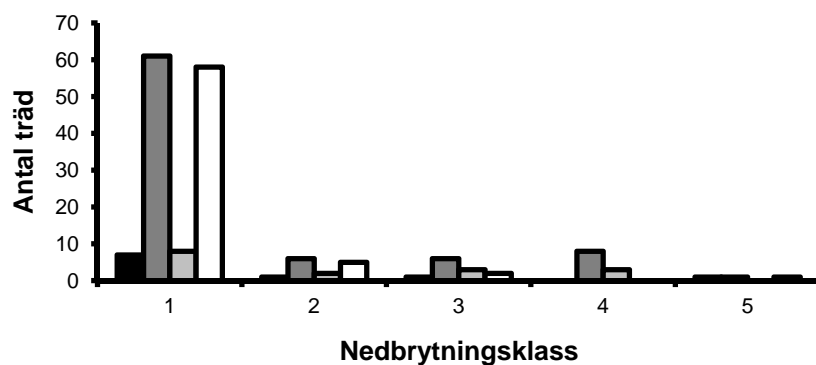
Figur 8. De olika objekten fördelade på olika diameterklasser och provrutor. Svarta staplar representerar Provruta 1, mörkgrå staplar representerar Provruta 2, ljusgrå staplar representerar Provruta 3 och vita staplar representerar Provruta 4. De olika diameterklasserna representerade är: 1 = 10-19 cm, 2 = 20-29 cm, 3 = 30-39 cm, 4 = 40-49 cm, 5 = 50-59 cm och 6 = 60-69 cm. Notera att fördelningen av träd mellan de olika diameterklasserna i Provruta 4 förefaller att skilja sig åt från fördelningen av träd i de andra provrutorna.



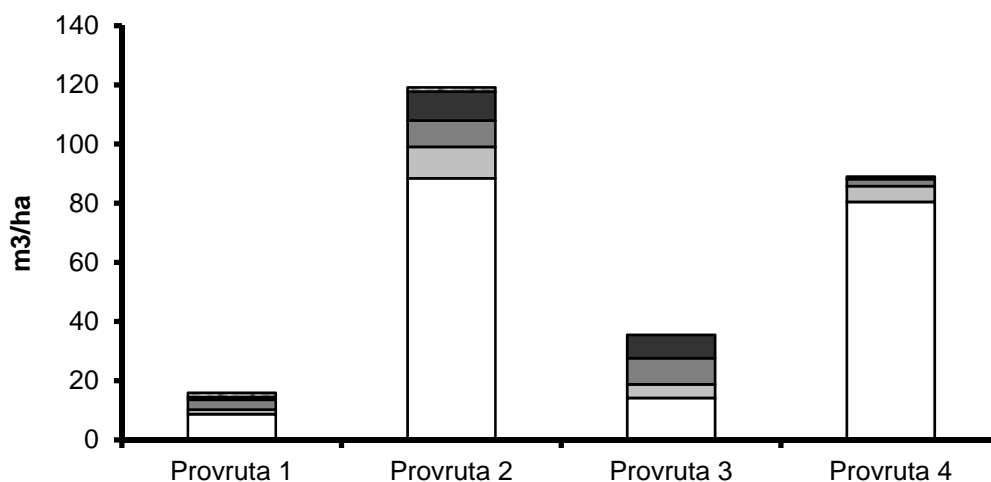
Figur 9. De olika lågorna i alla diameterklasser fördelade på de olika förmultningsklasserna. Svarta staplar står för det totala antalet träd, mörkt grå staplar står för provruta 1, vita staplar står för provruta 2, ljusgrå staplar står för provruta 3 och skuggade staplar står för provruta 4.



Figur 10. De olika objekten av grov död ved (diameter 30 cm eller grövre), från alla provrutor, fördelade på de fem olika optiska förmultningsklasserna.



Figur 11. De olika objekten av grov död ved (diameter 30 cm eller grövre), fördelade på olika optiska förmultningsklasser och provrutor. Svarta staplar representerar Provruta 1, mörkgråa staplar representerar Provruta 2, Ljusgråa staplar representerar Provruta 3 och vita staplar representerar Provruta 4.



Figur 12. Volymen liggande död ved (inklusive bark) fördelad på de olika provrutorna och de fem olika optiska förmultningsklasserna. Vit stapel representerar optisk förmultningsklass 1, ljusgrå stapel representerar förmultningsklass 2, mörkgrå stapel representerar optisk förmultningsklass 3, svart stapel representerar optisk förmultningsklass 4 och marmorerad stapel representerar förmultningsklass 5.

Kvantitativa metoder, transekter och klusterinventeringar

Helytesinventeringarna inventerades i ett svep och transekterna inventerades också under en sammanhållen tidsrymd, däremot så inventerades klustertransekterna senare. Så risken för dubbelräkning vid inventering av transekter vilka är tätare än längden hos de liggande träden (upp till 30 meter långa) finns men kunde varit större om de olika transektinventeringarna hållits isär i tiden. Att klusterinventeringarna gjordes vid ett senare tillfälle innebar att det finns en risk för mätfel av tolkningskaraktär, d. v. s. ett träd som gavs diametern 30 cm vid helytes och transektinventeringen kan ha fått 29 cm vid klustertransektinventeringen.

	P1	P2	P3	P4
Helyta	80 (100%)	197 (100%)	73 (100%)	108 (100%)
T20	77 (96%)	114 (58%)	58 (79%)	83 (77%)
T30	34 (42%)	72 (36%)	35 (48%)	67 (62%)
T40	43 (54%)	64 (32%)	31 (42%)	46 (42%)
T30C	70 (88%)	167 (85%)	58 (79%)	93 (86%)

Tabell 1. Jämförelse av antal och andelar av inmätt liggande död ved mellan helytesinventeringarna och de olika transekt- och klusterinventeringarna. Att notera är dels att tjugometerstransekterna är "tvättade" från uppenbara dubbelmätningar men att det troligen ändå skett en viss dubbelräkning, samt dels att i Provruta 2 ligger transekterna längs med brötarna och inte tvärs med brötarna vilket är fallet i de övriga rutorna.

	P1	P2	P3	P4
Helyta	10 (100%)	82 (100%)	16 (100%)	66 (100%)
T20	8 (80%)	47 (57%)	22 (138%)	62 (94%)
T30	3 (30%)	37 (45%)	17 (106%)	49 (74%)
T40	6 (60%)	30 (36%)	12 (75%)	34 (52%)
T30C	4 (40%)	67 (82%)	20 (125%)	59 (89%)

Tabell 2. Jämförelse av antal och andelar av inmätt liggande grov död ved mellan helytesinventeringarna och de olika transekt och klusterinventeringarna. Med grov ved avses objekt med en diameter på minst 30 cm. Att notera är dels att tjugometerstransekterna är "tvättade" från uppenbara dubbelmätningar men att det troligen ändå skett en viss dubbelräkning, samt att i Provruta 2 ligger transekterna längs med brötarna och inte tvärs med brötarna vilket är fallet i de övriga rutorna. Att 30-meters transekten i Provruta 3 givit det resultat som den gjort kan dels ha att göra med dubbelräkning och dels med att flera av träden befinner sig i gränstrakten mellan grova och inte grova träd (29-31 cm diameter).

	P1	P2	P3	P4
Helyta	16 (100%)	119 (100%)	35,5 (100%)	89 (100%)
T20	12 (75%)	67 (56%)	34 (96%)	95 (107%)
T30	5,5 (34%)	45 (38%)	24 (68%)	74 (83%)
T40	8,5 (54%)	41 (34%)	19 (53%)	54 (61%)
T30C	10,5 (67%)	87 (73%)	28 (79%)	81 (91%)

Tabell 3. Jämförelse av volym (m³/ha inkl. bark) och andelar av inmätt liggande död ved mellan helytesinventeringarna och de olika transekt och klusterinventeringarna.. Att notera är dels att tjugometerstransekterna är "tvättade" från uppenbara dubbelmätningar men att det troligen ändå skett en viss dubbelräkning, samt att i Provruta 2 ligger transekterna längs med brötarna och inte tvärs med brötarna vilket är fallet i de övriga rutorna.

Kvalitativa metoder

Antalet träd per optisk nedbrytningsklass var tio. Materialet visar stickprov med liten kniv, en grövre kniv användes parallellt vid urvalet av provträd men vid jämförelser mellan de olika knivarna framgick ingen påtaglig skillnad (se nedan).

	1			2			3			4			5		
	O klass	Kniv o	Kniv s	O klass	Kniv o	Kniv s	O klass	Kniv o	Kniv s	O klass	Kniv o	Kniv s	O klass	Kniv o	Kniv s
Klass 1	10	8	6												
Klass 1-2		2	4		2	1									
Klass 2				7	5	4		1			2	1			
Klass 2-3				3	2	2		5	2		1	1			
Klass 2-4					1			2	3		2	2			
Klass 2-5														2	
Klass 3							10	2							
Klass 3-4						2			2			1			
Klass 3-5									1		1			2	2
Klass 4						1			1	10	4	3		1	1
Klass 4-5									1			1		2	3
Klass 5												1	10	3	4

Tabell 4. Resultatet av jämförelser mellan optisk klassning av nedbrytning och en praktisk klassning med knivar vilka stacks i lågan ovanifrån (o) och från sidan (s). Att notera är att den optiska klassningen av träd i klass 2 inte fungerade som tänkt utan att tre av de utvalda träden bedömdes vid ett senare besök som tillhörande gräzonen mellan klass 2 och 3. Siffrorna i tabellens huvud anger den tänkta optiska klassningen. De fyra träd vilka hör till optisk klass 1 och placerats i klass 1-2 för knivstick från sidan blev alla noterade för mjuk bark under rubriken anmärkningar i inventeringsprotokollet.

En artbestämning av vedsvamparna gjordes av rapportens författare med benäget bistånd av Ann-Christin Nyström. De arter vilka noterades är alla, utom Gränsticka (*Pbellinus nigrolimitatus*), vanligt förekommande. De arter vilka påträffades på lågorna i studien var: Klibbticka (*Fomitopsis pinicola*), Knölticka (*Antrodia serialis*), Gränsticka (*Pbellinus nigrolimitatus*) och Violticka alt. Isabellticka (*Trichaptum abietinum* alt. *Skeletocutis carneogrisea*) samtliga på gran, samt Platticka (*Ganoderma applanatum*) och Fnöskticka (*Fomes fomentarius*) på Bok.

	Svamp			Röta		
	Fanns	Gammal	Saknades	Fanns	Svag/ytlig	Fanns ej
Klass 1	3		7			10
Klass 2	7		3	6	2	2
Klass 3	7		3	4	4	2
Klass 4	1	4	5	9	1	0
Klass 5	1		9	8	2	

Tabell 5. Resultatet av en jämförelse mellan förekomst av svampkroppar från tickor/skinn och röta på/i träden från de olika optiska nedbrytningsklasserna.

	Mossa				Bark			
	Saknades	1-50%	51-99%	100%	Saknades	1-50%	51-99%	100%
Klass 1	10						4	6
Klass 2	3	5	2		3	5	1	1
Klass 3		4	5	1	2	7	1	
Klass 4		4	5	1	5	4	1	
Klass 5		2	3	5	6	2	2	

Tabell 6. Resultatet av en jämförelse mellan moss- och barktäckning på träden från de olika optiska nedbrytningsklasserna.

	Trädslag			Beskuggning		
	Gran	Bok	Björk	Saknades	Delvis	Helt
Klass 1	10				10	
Klass 2	9	1			8	2
Klass 3	5	4	1		7	3
Klass 4	8	2			6	4
Klass 5	6	4			5	5

Tabell 7. Resultatet av en jämförelse mellan beskuggning på träden från de olika optiska nedbrytningsklasserna. Tabellen visar också hur de olika trädarterna fördelar sig över de utvalda träden.

	Markkontakt				
	Saknades	1-10%	11-50%	51-99%	100%
Klass 1	7	3			
Klass 2	1	3	6		
Klass 3		4	5		1
Klass 4			4	3	3
Klass 5				1	9

Tabell 8. Resultatet av en jämförelse mellan markkontakt i procent av lågan hos träden i de olika optiska nedbrytningsklasserna.

Antalet transekter som inventeras med de olika transektbredderna var som följer: 6 st. vid 20-meterstransektinventeringen, 4 vid 30-meterstransektinventeringen och 3 vid 40-meterstransektinventeringen. Att tidsåtgången i ruta två bör är så pass hög beror dels på antalet lågor (197) och dels på lågornas formering i kompakta brötar.

	Helyta	T20	T30	T40	T30 kluster
Provruta 1	c:a 6 timmar	c:a 4 timmar	c:a 3 timmar	c:a 3 timmar	c:a 4 timmar
Provruta 2	c:a 16 timmar	c:a 8 timmar	c:a 6 timmar	c:a 6 timmar	c:a 8 timmar
Provruta 3	c:a 5 timmar	c:a 3 timmar	c:a 2 timmar	c:a 2 timmar	c:a 3 timmar
Provruta 4	c:a 12 timmar	c:a 6 timmar	c:a 4 timmar	c:a 4 timmar	c:a 6 timmar

Tabell 9. Tidsåtgång vid de olika metoderna för kvantifiering av död ved. Att notera är att rutorna skiljer sig åt i avseende på framkomlighet, att ruta 2 har betydligt fler lågor än de övriga rutorna samt att lågorna i ruta 4 är koncentrerade till kompakta brötar. Rutorna avsågs att vara kvadratiska och likstora (en hektar) vilket dock inte stämmer helt och hållet (se figur 1). Helyta står för helytesinventering. T20, T30 och T40 är transektinventeringar med två meters bandbredd och transekter med 20, resp. 30, resp. 40 meters avstånd mellan inventeringslinjerna. T30 kluster står för transektinventering med två meters bandbredd, trettio meter mellan transekterna och klusteranpassning.

DISKUSSION

Kvantitativa metoder allmänt

Fördelningen av antal döda träd i de olika diameterklasserna (figur 7, figur 8 och figur 9) speglar rätt väl det förväntade utfallet i en grandominerad naturskog vilken nyligen drabbats av en storm (i en naturskog vilken inte nyligen drabbats av en kraftig storm ser det dock annorlunda ut, se Kuuvolainen, Syrjänen och Kalliola 2001). Gran har ett ytligt rotstystem så unga/späda träd bör

stå för merparten av det som faller, givet att den liggande döda veden domineras av nyligen fällda träd (figur 9). Intressant är att notera skillnaderna mellan de olika provrutorna. I provruta 4 består nästan all liggande död ved av nyfallna grova träd. Provruta 2, vilken ju ligger närmast reservatets kärnområde, har en jämnare fördelning. Provruta 1 och 3 har väldigt få grova lågor överhuvudtaget. Om perspektivet snävas in till att begränsas till rekryteringen av död ved sett ur ett svartoxeperspektiv (figur 10 och 11) kan konstateras att bara provruta två når upp till de mål vilket anges i åtgärdsprogrammet om 5 grova lågor/ha i lämpligt förmultningsstadium. Volymen död ved (figur 12) förstärker intrycket av skillnaderna mellan de olika provrutorna och provruta 4s karaktär av stormfälld äldre likåldrig produktionsskog. Återigen är det bara provruta 2 vilken uppfyller visionerna i åtgärdsprogrammet. De olika sätten att mäta mängden död ved (antal träd resp, volym) kompletterar varandra. Att enbart mäta volymen kan ge en skev bild då ju i regel inte hela lågan är lämplig för svartoxe.

Transektinventeringar

Huruvida transektinventeringar lyckas att fånga upp de objekt vilka hittas vid helytesinventeringar förefaller att bero på valet av transektbredd kopplat till lågornas orientering. Att ha en variabel transektbredd kopplat till storleken på provrutorna (Stenbacka 2003) riskerar att ge upphov till flera olika, från varandra svårskiljbara, felkällor.

Tjugometerstransektinventeringarna fångade genomgående upp fler objekt än de glesare transektinventeringarna men missade i likhet med de glesare transekterna grovt (provruta 2) då lågorna låg orienterade i transektens riktning (tabell 1, tabell 2 och tabell 3). Räknas enbart antal grova lågor jämnas skillnaderna mellan metoderna ut något, vilket är rimligt då grova lågor ofta är långa och därför sannolikt borde fångas upp lättare av transekter än korta lågor. Mäts mängden död ved som volym borde skillnaderna mellan metoderna också att jämnas ut vid en jämförelse metoderna emellan då ju grova träd står för merparten av volymen död ved. Att volymmåtten i transektinventeringarna av provruta 4 står sig så pass väl jämfört med helytesinventeringen kan bero på att lågorna i provruta 4 nästan alla är grova. Något konstigt verkar att ha skett vid transektinventeringen av provruta 3. Att gå rakt i grovblockig morän är näst intill omöjligt och att helt undvika dubbelräkning då transekterna understiger längden hos lågorna går inte, men provruta 3 saknar flyttblock, erbjuder god sikt och har relativt få lågor. Vid tjugometerstransektinventeringar i stökig terräng och med gott om lågor är det lätt att dubbelräkna långa lågor. Problemet med dubbelräkning minskar då transekterna läggs glesare men om transekterna läggs alltför glest (inget träd i undersökningen överskred 29 meters längd)

kommer dels en stor andel av lågorna att förbli oräknade och dels valet av transektens exakta placering att bli alltmer betydelsefull då ju vindfällning i naturskog ofta plattlägger träd i kluster (luckdynamik, se Kuuvola, Syrjänen och Kalliola 2001). Transektinventeringarna med fyrtio meters mellanrum gav oavsett vad som mättes och oavsett provruta dåliga resultat (tabell 1, tabell 2 och tabell 3). Vad beträffar tidsåtgången (tabell 9) tog det som väntat betydligt längre tid att helytesinventera än att använda sig av transekter. Att tidsåtgången vid inventering av provruta 1 ser ut som den gör beror på rutans grovblockiga karaktär, här är det inte inmätningen av lågorna som tar mest tid utan förflyttningarna mellan lågorna. Det som avgör tidsåtgången för de olika transektinventeringarna är en kombination av hur många lågor som mäts upp och hur många förflyttningar som krävs.

Transektinventeringar med klusteranpassning

Klusterinventeringar sker i regel antingen genom att aggregerad liggande död ved räknas in om något av objekten i en bröt tangerar ett band (bandinventeringar) eller en transekt (linjekorsnings/transektinventeringar). Vid inventeringarna i Siggaboda gav klusterinventeringarna på några undantag när resultat i nivå med de som erhöles vid tjugometerstransektinventeringarna (tabell 1, tabell 2 och tabell 3). Tidsåtgången ligger i nivå med tjugometerstransektinventeringarna. Två saker slår en: det goda resultatet av inventeringen av ruta två och det mindre goda resultatet av inventeringen av grova lågor i ruta 1. Att inventeringen lyckades så pass bra i ruta två beror på att det i varje bröt fanns åtminstone en av de långsgående lågorna vilken tangerade inventeringslinjen. Att det inte gick bättre än vad det gjorde med de grova lågorna i ruta 1 beror förmodligen på att de grova lågorna är få och inte påtagligt kopplade till brötar. En kombination av slump och ett glest avstånd mellan transekterna spelar förmodligen också en viss roll. Antal träd som dubbelräknades är förmodligen betydligt färre vid klusterinventeringarna än vid tjugometerstransektinventeringarna men vid mätning av kompakta långa tvärgående brötar (t. ex. 65 meter i ruta 4) är det likväl svårt att undvika dubbelräkning.

Kvalitativa metoder allmänt

Då syftet med rapporten är att hitta en metod för att identifiera svartoxelågor i synnerhet och kärnvedslevande skalbaggar i allmänhet, har jag valt att koppla resultaten av de kvalitativa testerna till en bedömning av huruvida en metod kan länka en lågas nedbrytning till de olika faserna av evertebratexploatering av död ved (se figur 2). Då nästan all liggande död ved som påträffades under fältarbetet var gran (och svartoxen i Sverige framförallt exploaterar gran) har jag valt att

inledningsvis i diskussionsavsnittet fokusera texten på bedömningsmetoder för granlågor, bok- och björklågor bryts delvis ned efter andra principer och kommer att behandlas senare i diskussionsavsnittet.

Nyligen döda träd

Att ringa in nyligen döda träd är relativt lätt, givet att termen nyligen dödade träd har en flexibel innebörd, flera av de träd vilka föll i januari hade redan sex månader senare fått en mjuk bark vilket antyder att de barklevande insekterna börjat exploatera lågorna, något som styrks av Martin Schroeders undersökningar av bark från Gudrunfällda träd i Siggaboda (Martin Schroeder muntlig referens).

En optisk bedömning förefaller inte att kunna fånga upp lågans ”inträde” i barkkonsumptionsfasen medan en bedömning baserad på stick av kniv (framförallt från sidan) förmodligen ger ett bättre svar på om barkätarna kommit igång med sin nedbrytning av barken (Tabell 4). Att nyligen döda träd saknar mosstäckning, är orötade och i regel har liten eller ingen markkontakt var föga förvånande (tabell 5, tabell 6 och tabell 8), den bark som saknades härrör framförallt från skador uppkomna då trädet föll. Mer intressant är att primär- och brunrötande vedsvampar som klibbticka och knölticka hunnit etablera sig så snabbt på lågorna.

Resultatet antyder att en första klass i en nedbrytningsbedömning är något av en ephemär där en optisk klassning inte räcker utan bör kompletteras med knivstick både ovanifrån och från sidan och där den kritiska parametern är barkens mjukhet (gäller gran) och förekomst av fruktkroppar från vedsvampar. Saknas vedsvampar och barken är mjuk befinner sig lågan förmodligen i vad Ehnström (Ehnström 1986) kallar fas A. Om lågan saknar mossa, har heltäckande mjuk bark och fruktkroppar från primärrötande vedsvampar är lågan förmodligen på väg in i fas B (under-bark- och ytvedslevande evertrebrater). Granbarkborren svärmar i maj och lämnar lågan redan i slutet av juli/början av augusti så val av tidpunkt på året kan spela stor betydelse för om en låga ska betraktas som färsk eller klassas i fas A (Martin Schroeder muntlig referens).

Träd vilka föll för några år sedan

Att identifiera lågor i den korta fas där vedätande insekter börjat att angripa vedens ytskikt, men inte ersatts av kärnvedsätande insekter, är problematiskt. Att optiskt särskilja dessa träd från de träd där kärnveden angripits är svårt (tabell 4) och så mycket lättare blir det inte med en

bedömning baserad på knivstick, variationen beroende på var i lågan kniven sticks och huruvida kniven sticks från sidan eller uppifrån är betydande (tabell 4). Bark- och mosstäckning varierar från träd till träd (tabell 6). Ett rötprov (inhamrad skruvmejsel) är avgörande för identifieringen av nedbrytningsklassen, tillsammans med knivstick uppifrån och från sidan. Närvaro av fruktkroppar av vedsvamp, ett delvis/helt uppsprucket eller avsaknat barktäckte och markkontakt är s. k. ”stödande” optiska karaktärer.

Lågor vilka nyligen har kolonialiserats av kärnvedsätande evertebrater

Det här är den klass som motsvaras av NFI-klass 3, alltså träd där en välslipad morakniv förväntas tränga in halvvägs in i lågan, att notera är att det här inte handlar om träd med en hård ytved och en mjuk och rötad kärnved utan ett tidigt skede av vad Ehnström kallar fas C.

De lågor vilka ska/bör identifieras är således träd där de primärrötande vedsvamparna har arbetat sig in i kärnveden, sekundärrötande vedsvampar kan förekomma och där kärnvedlevande evertebrater finns/kan finnas i lågan. Lågorna i den här klassen är svåra att identifiera, såväl knivstick uppifrån som från sidan ger synnerligen varierande resultat, dessutom överlappar flertalet optiska kriterier med nästa klass (tabell 4, tabell 5 och tabell 6). Symptomatiskt är att det under fältarbetet hittades Svartoxe i en låga av optisk klass 3. Här bör dock noteras att fyra av de utvalda träden var bokar vilka ofta rötar inifrån och har ett hårt yttre splintvedslager (tabell 7, Boddy 2001). En fungerande metod för att ringa in lågorna bör således innehålla många knivstick såväl uppifrån som från sidan, kompletterade med röttningsprov (grov mejsel vilken hamras in med kraft). Som ”rådgivande” kriterier kan användas ymnig förekomst av mossa, ingen eller liten barktäckning och förekomst av vedsvampfruktkroppar (gärna sekundärrötare). Lågan bör ha minst 5 % marktäckning (tabell 8).

Lågor vilka lämpar sig för evertebrater vilka kräver välrötad kärnved

Det här är lågor vars grad av förmultning motsvarar ett moget eller sent skede av vad Ehnström kallar fas C. Svårigheterna med knivmetoder är här uppenbara, lågorna har ofta ett hårt yttre skal med ett välrötat mjukt inre (gäller även gran) vilket ger en grov spridning av bedömningar baserade på knivstick (tabell 4). Ett flertal röttningsprov med en inhamrad skruvmejsel i de partier av lågan vilka har markkontakt är förmodligen nödvändigt (se dock nedan, tabell 5).

Vedsvampfruktkroppar bör, om de finns, vara gamla (tabell 5). Vad gäller övriga optiska karaktärer bör en sen fas-C-låga ha god mosstäckning, ingen eller endast lite bark kvar och gärna

50 % markkontakt (tabell 6 och tabell 8). Att notera är att hos en lång låga kan endast en mindre grad av markkontakt ändå motsvara ett utrymme vilket väl duger som habitat för Svartoxe, Skulderbock och andra evertebrater med liknande krav.

En lågas förmåga att hålla fukt är avhängigt av lågans grovlek och markkontakt, en tillräckligt grov låga utan markkontakt kan mycket väl hålla tillräckligt mycket fukt för att vara lämplig som gäst för Svartoxe och omvänt, en måttligt grov låga med god markkontakt skulle också kunna vara tillräckligt våt för att duga. Jonas Hedin har vid besök i Marsholms NR hittat larver av Svartoxe i en mycket grov låga utan markkontakt (Jonas Hedin muntligen).

Lågor på väg att förmultna helt

Avsikten med att lägga till en femte klass till den fyrgradiga skala vilken bildar bas för det optiska klassningssystem som används i rapporten, var att få med de lågor vilka inte längre förmår behålla sin ursprungliga form utan där trädcylindern helt eller delvis har kollapsat (fas D hos Ehnström 1986). Det här kriteriet är lätt att tillämpa när det gäller granlågor men svårare att tillämpa för lågor av bok och björk. Att knivmetoden visade så pass stor spridning vilket var fallet (tabell 4) har att göra med att fyra av de tio utvalda träden var bokar vilka ofta rötter inifrån och bibehåller ett hårt skal runt ett allt större inre tomrum (tabell 7, Boddy 2001). Att identifiera nästan förmultnade lågor i fält med en optisk metod är relativt lätt om bara de träd vilka har en tydligt kollapsad trädcylinder räknas in i klassen och de med intakt trädcylinder förs till föregående klass, det vore dessutom förmodligen en bra sätt att hålla isär träd i sen fas C från träd i fas D. Att träden helt eller nästan helt har markkontakt, är välrötade, har god mosstäckning och saknar bark följer av att trädcylindern har kollapsat (tabell 5, tabell 6 och tabell 8). De fyra lågor vilka noterades för kvarvarande bark var alla bokar (tabell 6).

Optiska bedömningar av lågors nedbrytning kontra knivsticksmetodik

Att hitta en fungerande heltigenom optisk bedömningsmall vilken dels separerar granlågor i Ehnströms olika faser av evertebratkolonisation (Ehnström 1986) och dels sållar ut lågor i Svartoxestadiet (mogen-sen fas C) låter sig svårligen göras vilket den här studien väl visar. Speciellt besvärligt är det att hålla isär lågor hemmahörande i fas B, tidig fas C och mogen-sen fas C.

Inte håller en renodlad knivstickningsmetodik löser tillfredsställande svårigheterna med att separera evertebratkolonialiseringsfas mogen-sen C från tidig C och B. Den stora svagheten med en knivbaserad metod är att lågor vilka har några år på nacken ofta är påfallande heterogena beträffande vedens mjukhet, en kniv stucken i samma låga kan tränga in helt, halvvägs eller bara någon centimeter beroende på var kniven sticks (tabell 4). En annan påtaglig svaghet är att en knivbaserad metod felbedömer lågor vilka har ett enhetligt hårt yttre vedlager, men ett välrötat och mjukt inre (resonemanget gäller granlångor, för bedömning av lövträd, se nedan). I samband med urvalet av träd till kvalitetstesterna jämfördes knivbladsinträngningsgraden hos en liten kortbladig kniv (Helle fjording, 10 cm klinga) och en kniv bäst lämpad för att kapa träd med (Kautokeino samekniv, 30 cm klinga). Till undertecknads förvåning visade sig skillnaden i inträngningsgrad vara försumbar givet att båda knivarna stacks in med kraft och att ”halvt knivblad” definierades som 4-5 cm (ref NFI).

Svamp och röta

En funktionell indelning av vedlevande svamparter kan göras efter vad för röta svampen ger upphov till och om arten exploaterar sitt substrat i ett tidigt skede av lågans/trädets nedbrytning eller dyker upp först när andra vedsvampar redan rötat trädet/lågan. En uppdelning enligt ovanstående skulle ge fyra olika funktionella klasser av vedsvampar: Primärrötande brunrötare, Sekundärrötande brunrötare, Primärrötande vitrötare samt Sekundärrötande vitrötare (Anders Dahlberg muntlig referens, Jaederfeldt 2003). Vilka arter som ger brunröta resp. vitröta är något så när känt (Ryman och Holmåsen 1986, Jaederfeldt 2003) däremot så är kunskapen om hur de olika vedsvamparna är kopplade till varandra än så länge ofullständig (Anders Dahlberg muntlig referens).

Vissa arter t.ex. klibbticka och knölticka är kända primärrötande brunrötare och kan därför i viss mån användas som indikatorer på rötstatus och möjligen lågans nedbrytningsgrad medan andra arter duger sämre som indikatorer (Sippola, Lehesvirta och Renvall 2001). Resultatet i den kvalitativa studien styrker uppfattningen att om det finns färska fruktkroppar av en vedsvampsart vars funktionella klass är känd kan en bedömning av röttypen göras, däremot bör ev. slutsatser om lågans nedbrytningsfas göras med största försiktighet (tabell 5, Sippola, Lehesvirta och Renvall 2001).

Många lågor är angripna av såväl vit- som brunröta och Svartoxen har påträffats i lågor med vitröta (givet att de samtidigt är kraftigt brunrötade) vilket ytterligare styrker bilden av vedsvampsförekomst som ett trubbigt verktyg för att kvalitetsklassa liggande död ved.

Den viktigaste information för inventering av svartoxe som ett rötprov ger är huruvida kärnveden är brunrötad eller ej och om veden är tillräckligt fuktig.

Beskuggning och Markkontakt

Att bedöma beskuggning på ett sätt så att det erhålles ett användbart, testbart och objektiva mått låter sig förmodligen inte göras utan relativt avancerad teknisk utrustning (Hedenås och Ericson 2000, Dahlman och Palmkvist 2003). I den här studien användes en försiktig och konservativ metod vilket ledde till att det erhållna resultatet saknar praktisk användbarhet (nästan alla träd hamnade i klassen för delvis beskuggade lågor, tabell 7).

Förmodligen kan grad av beskuggning ha en viss betydelse för lågans lämplighet för Svartoxe och andra evertebrater vilka föredrar fuktig ved men då beskuggning är så pass svårt att mäta på ett enkelt, snabbt och objektiva sätt är det tveksamt om det bör göras som ett led i en inventering av Svartoxe.

Graden av markkontakt förefaller visserligen att ge ett relativt trubbigt mått på en lågas nedbrytningsstatus (tabell 8), men det förefaller ändå som att det möjligen finns ett någotsånär linjärt samband mellan markkontakt och grad av nedbrytning (tabell 8). Vad som möjligen tål att funderas på är om inte markkontakt bör mätas i absoluta tal (meter) då det ju möjligen är den absoluta volymen av låga med markkontakt som är av betydelse (se dock ovan för undantag). I ett flertal studier av liggande död ved mäts markkontakt men resultaten presenteras sällan (Stenbacka 2003).

Bark- och mosstäckning

Det här är parametrar vilka båda fungerar relativt väl för att skilja ut vissa nedbrytningsfaser men sämre för att skilja ut andra, nyfallna träd har t. ex. sällan eller aldrig mossa och mossor etablerar sig i princip på lågor i successionsmönster (Söderström 1988). En finkalibrerad metod vilken inbegriper bestämning av mossorna skulle möjligen kunna ge ett resultat vilket går att länka till en lågas evertebratetableringsfas men att separera Ehnströms fas B, tidig C och sen-mogen C enbart på basis av mosstäckning går förmodligen inte då variationen av mosstäckning hos lågor i de optiskt svårseparerade faserna förefaller att vara hög. Ett 45 % mosstäcke kan klä en låga vilken

hör hemma i vilken som helst av fas B, tidig C såväl som sen-mogen C (tabell 6, ref). En komplett mosstäckning bör dock indikera fas C eller fas D.

Graden av barktäckning följer ett liknande mönster som mosstäckningen, nyligen fallna träd har i regel all bark kvar (med undantag för den bark vilken skalades av då trädet föll) och lågor med kollapsad trädcylinder har sällan bark. Gradvis lossnar barken men även här finns förmodligen en stor variation mellan de olika lågorna inom de svårseparerade faserna. Vad som bör noteras är om barken är mjuk och lucker eller hård och kompakt (tabell 6, Stenbacka 2001)

Bok och Björk

Av de femtio träd vilka ingick i studien fanns elva bokar och en björk (tabell 7), träd vilka inte nödvändigtvis förmultnar på samma sätt som granar. Avsikten med att inkorporera andra trädslag än gran i studien var att få en uppfattning om svårigheterna med att använda kvalitativa metoder i skogar med lövinslag, dessutom så har ju svartoxen påträffats i björk och bok. Med facit i hand borde dock rimligen lövträdsågorna ha fördelats jämnare mellan de olika optiska nedbrytningsklasserna än vad som var fallet (tabell 7).

Bok förmultnar ofta inifrån, barken och ytvedskiktet blir poröst och luckert men splintveden förblir hård (Boddy 2001). För Björk har egna klassningsmetoder för att bedöma förmultning utvecklats, t. ex. så använder Stenbacka en kombinerad sprick- och vedklassningsmetod där björklågorna klassas dels efter en tregradig skala avseende förekomsten av sprickor och dels efter en tvågradig skala avseende vedens hårdhet (Stenbacka 2001). Att notera är att björk och bok inte alltid särbehandlas, t. ex så rekommenderar Nissilä och Didrik en fyrgradig knivbaserad klassningsmetod, handstulen från NFI, för alla trädslag i sitt förslag till metodik för inventering av död ved (Nissilä och Didrik 2002). I den här rapportens studie av kvalitetsbedömning av lågor har inte lövträden särskilt från granarna vilket kan ha betydelse när det gäller utvärdering av knivbaserade metoder för bedömning av nedbrytningsklass.

Urval av inventeringsrutor och fjärrbildsanalyser

I den studien har skett ett riktat urval av försöksrutor och rutorna helytesinventerats, vilket är den metod som rekommenderas av Pär Eriksson för inventering av vedlevande insekter (Eriksson 2002). Fjärranalys har inte använts men å andra sidan har inte syftet med studien varit att hitta Svartoxe utan att utarbeta en metod för att hitta Svartoxe.

De rapporter vilka belyser frågan om områdesurval vid inventering av ovanliga, svårspredda och vedlevande skalbaggar föreslår olika lösningar men är överens om lämpligheten i att till att börja med inventera recenta och tidigare kända lokaler (Hedin 2005, Eriksson 2002, Aronsson 1997, Wikars 2005 och Naturvårdsverket 1999). En samstämmighet om att koncentrera inventeringarna till lämpliga habitat (äldre naturskogar) finns också.

Presumptiva lokaler, alltså lokaler med lämpligt habitat för målarten inom ett för arten rimligt spridningsavstånd från tidigare kända livskraftiga förekomster, kan/bör också vara aktuella (Hedin 2005, Aronsson 1997). Huruvida urvalet av dellokaler och provytor bör vara slumpat (stickprov) eller riktat beror, delvis på om det handlar om en nyinventering (t. ex inventeringar till grund för gränsdragning vid reservatsbildning), en faktainsamlingsinsats av engångstyp (t. ex en nyckelbiotopsinventering) eller en löpande pågående inventering (miljöövervakning).

Valet av urvalsmetod för svartoxe kan också variera beroende på var inventeringen sker. I ett område med endast en mindre del lämpliga habitat (t. ex, Vällénområdet) eller ett område vilket är litet (t. ex Siggaboda), kan det vara lämpligt med riktade småytor medan större sammanhängande område (t. ex. Båtfors och Nedre dalälvsområdet) lämpar sig bättre för ett slumpat urval av inventeringytor i lämpliga habitat. Ytterligare en möjlighet är naturligtvis att inventera ett områdes kärna med riktade provytor och ytterområdet med utslumpade provytor (Hedin 2005).

För att göra ett urval av områden vilka kan tänkas hysa en så pass kräsen organism som svartoxen bör användas någon form av fjärranalys (Wikars 2005, aronsson 1997). En tolkning av IR-bilder eller andra former av flygbilder kan användas vid avgränsningar av äldre naturskog (lämpligt habitat) från andra mindre lämpliga habitat samt för att hitta lämpliga områden inne i en mindre lämplig omgivning.

Andra sätt att förenkla urvalet av inventeringsområden är att använda sig av databaser från tidigare inventeringar, t. ex nyckelbiotopsinventeringen. En sökning av vedentomologiska och vedmykologiska källor sparar också tid vid ett urval.

SLUTSATSER

Kvantitativa metoder

Att kvantifiera mängden och volymen död ved med hjälp av helytesinventeringar fungerar alldeles utmärkt men det tar tid. I en mindre naturskog med måttligt många lågor och där inte metodens kostnad är av avgörande betydelse bör en helytesinventering användas. Risken för dubbelräkning är liten och alla lågor mäts in.

En transektbaserad inventering i en skog med en måttlig mängd död ved går c:a hälften så långsamt som en helytesinventering men ligger transekterna tätt finns en risk för dubbelräkning och ligger transekterna för glest riskerar inventeraren att missa upp till hälften av lågorna. En nackdel med transektinventeringar är att de p. g. a. död veds klumpade fördelning är känsliga för transekternas placering och lågornas orientering i relation till transektriktningen.

En klusteranpassad transektinventering går c:a hälften så långsamt som en helytesinventering, fångar upp nästan all död ved och är relativt okänslig för lågornas orientering. Nackdelen är att om transekterna läggs alltför glest och veden inte är påfallande aggregerad riskerar metoden att ha samma nackdelar som en alltför gles transektinventering.

Kvalitativa metoder

Att hitta en metod vilken identifierar grova brunrötade lågor i synnerhet och kopplar en lågas nedbrytning till evertebratkolonisation i allmänhet, bör gå att göra genom att använda en femgradig klassning vilken kombinerar optiska karaktärer med provtagning av vedens mjukhet och röta. Genom att använda en metod vilken identifierar alla olika evertebratkolonisationsklasser (samt delar upp fas C i en tidig och sen fas) kan beräkningar av mängd och volym av framtida lämpliga lågor också göras.

De optiska kriterier som bör användas är mosstäckning, barkavfall, barkens mjukhet närvaro/bestämning av färska vedsvampsfruktkroppar, marktäckning och form på lågan. Lågan bör stickas från sidan och uppifrån med ett flertal knivstick av båda sorterna fördelade över hela lågan, har lågan markkontakt bör minst ett av knivsticken ske i den delen av lågan.. Minst två rötprov med en inhamrad grov mejsel bör göras, har lågan markkontakt bör ett av rötproven ske i den delen av lågan. Totalt sett bör inmätningen av lågorna inte ta mer än 3 minuter/låga

Stormfällning och urval av rutor

I nyligen stormfälld äldre granskog av produktionstyp kan understundom färsk liggande död ved finnas i sådana mängder och konfigurationer att en inventering, av vilken sort det än månne vara, ter sig ekonomiskt oförsvarbar. En bedömning av hur pass besvärligt ett område ska vara för att inte inventeras bör göras med försiktighet. Den av sommarens Siggabodarutor vilken var så pass att krävande att även en mycket översiktlig inventering av transekttyp förmodligen skulle kräva minst en halv dags arbete, är samtidigt den enda av rutorna vilken verkligen har värde som expansionsresurs för Svartoxe inom modern framtid.

För att kunna genomföra en kostnadseffektiv inventering behövs en översiktlig flygbildstolkning av områden vilka valts ut på basis av strukturer och ålder. Endast olikåldrig grandominerad naturskog (eller i modern tid avverkad olikåldrig grandominerad naturskog) bör primärt inventeras. Recenta fyndlokaler och anslutande områden till recenta fyndlokaler bör prioriteras först. Huruvida inventeringen sker i form av ett slumpat urval av större rutor vilka klustertransektinventeras eller små riktade ytor vilka helytesinventeras beror på det inventerade områdets storlek, en kombination är också ett gott alternativ i ett större generellt lämpligt område (t. ex Båtfors).

INVENTERINGSMETODIK FÖR SVARTOXE

Urval av ytor

En databassökning på recenta fyndplatser, tidigare belagda fyndplatser samt lokaler med äldre grandominerad naturskog inom max en km. avstånd från kända och tidigare kända svartoxelokaler bör inledningsvis göras. En sökning i Nyckelbiotopsinventeringen bör göras och kontakter med entomologiska föreningar och mykologiska föreningar bör tas. Lämpliga sökkriterier är (Hedin 2005):

Kontinuitet	TRÄDLÅGA (träd- och lågakontinuitet)
Karaktärsdrag	LÅGOR (rikligt med lågor)
Nyckelelement	LÖVLÅGA, GRANLÅGA, ÄDELLÅGA etc.
Frekvens av nyckelelem.	3 (allmän-riklig)

Nyckelord på elem. Nivå GROV (grovlek hos träd eller lågor över 40 cm i diam.)

Medelålder på best. ALDNY

En översiktlig flygbildstolkning (IR) av utvalda områden bör göras i akt och mening att urskilja speciellt intressanta delområden (skala 1: 3000). Små områden (upp till 5 ha) kan inventeras som helhet. Är områdena större bör en kombination av riktade inventeringsytor och utslumpade rutor i lämpliga habitat göras. De riktade inventeringsrutorna bör reserveras främst för kända förekomster av svartoxe.

Tidpunkt för inventeringen

Inventeringarna bör göras på hösten inom intervallet 3:e veckan i augusti – 2:a veckan i oktober.

Uppskattning av mängd död ved

Antalet träd bör räknas och volymen beräknas enligt **formel X** (volym död ved inkl. bark).

I små inventeringsområden (upp till 5 ha) med recenta eller relativt sentida fynd (1990 och senare) bör en helytesinventering göras under förutsättning att området inte drabbats av en omfattande plattläggning under de senaste två åren (omfattande plattläggningar syns i regel tydligt i IR-bilder i skala 1:3000).

Om området är stort bör riktade inventeringsytor i erkänt goda habitat (recenta fynd av livskraftiga populationer) på maximalt 1 ha väljas ut för att helytesinventeras, övriga delar av området bör klustertransektinventeras (30-meters intervall) i utslumpade 1ha rutor. Bandbredden på transekten bör vara två meter (1 + 1 meters foder runt linjetransekten) för att kompensera för grovblockighet och andra egenskaper hos terrängen vilka gör det svårt att följa en rak linje. En GPS bör användas för positionsbestämning, för att följa transekterna samt för att ange bredden på den del av de inmätta kluster vilka befinner sig utanför transektens bandbredd. Områden vilka saknar recenta eller sentida fynd utan inventeras på basis av lämpliga habitat inom spridningsavstånd för svartoxe bör, inventeras med klustertransekter med 30-meters intervall. Inventeringsytorna bör/ska markeras som polygoner i kartor, och koordinater för

inventeringsytornas gränser bör/ska anges. Om möjligt bör inventeringen göras med handdator, givet att en lämplig applikation kan skapas.

Vad som ska mätas och hur det ska göras

Alla lågor vilka är minst 1 meter långa, har en grövsta diameter på minst 11 cm* och påträffas helt eller delvis inom inventeringsytorna ska mätas upp. Om helytesinventeringar används ska alla lågor, av lämplig storlek, inom hela inventeringsytan mätas upp. Om klustertransekter används mäts de lågor upp vilka antingen finns inom transekten med foder, tangerar transekten med foder eller påträffas inom en foderbredd från ett inmätt träd (fram tills att maximalt halva transektbredden nåtts). Den punkt hos ett kluster vilken ligger längst bort från transektlinjen koordinatsätts.

Följande parametrar ska noteras och mätas:

1/ Lågans längd: lågan stegas upp från bas/bakre brottyta till främre brottyta alt där lågan når en diameter av 10 cm, ingen del av lågan vilken understiger 10 cm i diameter skall mätas.

Inventerarens steglängd kalibreras löpande med måttband.

2/ Lågans bakre diameter: diametern mäts vid lågans bakre brottyta alt. Där lågan börjat att snalna av likformigt.

3/ Lågans främre diameter: diametern mäts vid lågans främre diameter alt. 10 cm nivå.

4/ Trädslag ska noteras.

5/ Marktäckning ska mätas i längd ned till ½ meters noggrannhet.

6/ Mosstäckning ska anges i sex klasser: helt mosstäckt, 99-76 %, 75-51 %, 50 – 26 %, 25 – 1 % och avsaknad av mossa.

7/ Barktäckning och barkkvalitet ska anges för granlåggor. Barktäckningen mäts i sex klasser: helt barktäckt, 99-76 %, 75-51 %, 50 – 26 %, 25 – 1 % och avsaknad av bark. Barkens kvalitet undersöks på 3 olika platser på de objekt vilka är helt barktäckta eller har minst 76 % av barken kvar. Barkkvalitet anges i tre klasser: Hård och fast bark, mjuk och lucker bark samt bark både hård/fast och mjuk/lucker.

8/ Vedens mjukhet mäts genom att en kniv med c:a 15 cm klinga sticks i uppifrån och från sidan in i lågan med kraft. Sticken ska vara minst två per påbörjad meter och vinkel (uppifrån/från sidan). Har lågan markkontakt ska minst ett knivstick av varje sort stickas i den del av lågan vilken ligger dikt an mot marken. Vedens mjukhet anges i en fyrgradig skala: Ytved fast (kniven penetrerar endast barken), Endast ytveden (max 1 cm) mjuk, Ytveden och 3 cm av splintved-kärnveden mjuk samt all ved mjuk (hela knivbladet går in). Om inträngningsgraden varierar anges de intervall inom vilka inträngningsgraden varierar.

9/ Vedens rötstatus mäts genom att en grov och vass skruvmejsel hamras in i veden. Två prov/låga tas. Har lågan markkontakt ska ett av proven tas i den del av lågan vilken ligger dikt an mot marken. Rötstatusen anges i sju olika klasser: Ingen röta, Ytlig vitröta, Ytlig brunröta, Ytlig vit- och brunröta, djup vitröta, djup brunröta, djup brun- och vitröta. Med ytlig avses att kärnveden inte är rötad och med djup avses att kärnveden är rötad.

10/ Förekomst/avsaknad av vedsvampsfruktkroppar noteras. Finns svamp ska ålder på fruktkropparna anges i två klasser: färska och gamla. Kan svampen artbestämmas fort och kvickt i fält ska det göras annars tas kollekt.

11/ Lågans form ska noteras och anges efter två klasser: träd-cylinder intakt eller träd-cylinder helt eller delvis kollapsad.

12/ Ett sammanfattande omdöme av lågans nedbrytningsfas ska anges. Nedanstående gäller fullt ut för granlågor men för björk och bok används enbart den första och de två sista klasserna.

De klasser/faser vilka ska användas benämns enligt en modifierad variant av Ehnström 1986/figur 2 i rapporten:

Fas A = lågan helt färsk eller exploateras av barkätande evertebrater, all ved orötad och hård, inga svampfruktkroppar ska finnas, minst 76 % bark och ingen mossa. Barken är antingen hård/fast eller mjuk/lucker.

Fas B = lågan exploateras av organismer levande under bark och i ytveden, ytveden mjuk och rötad (1 cm in), kvarvarande bark mjuk och lucker, mosstäckning finns upp till max 51 %, gärna vedsvampsfruktkroppar.

Fas C, tidig = Lågan exploateras av organismer vilka angriper kärnveden, men rötan har inte nått de inre, centrala delarna av kärnveden. Veden är mjuk och rötad (3 cm in), har lågan ett hårt yttre skal bör i alla fall de yttre av delarna av kärnveden vara rötade, kvarvarande bark mjuk och lucker, mosstäckning finns upp till max 99 %, gärna vedsvampsfruktkroppar. Lågan bör gärna ha någon markkontakt.

Fas C, mogen/sen = Lågan är genomrötad, hela kärnveden är mjuk (lågan kan ha ett hårt yttre skal). Träd cylindern är intakt och lågan har någon form av markkontakt (undantag för lågor över 40 cm i diameter vilka kan räknas in här utan markkontakt). Kvarvarande bark mjuk och lucker, mosstäckning finns upp till 100 %. Finns vedsvampsfruktkroppar ska dessa vara gamla.

Fas D = lågan exploateras av organismer vilka använder lågan som skydd, lågans cylinder är helt eller delvis kollapsad och markkontakten är fullständig eller nästan fullständig. Kvarvarande bark mjuk och lucker, mosstäckning finns upp till 100 %. Finns vedsvampsfruktkroppar ska dessa vara gamla.

FÖRSLAG TILL INVENTERINGS PROTOKOLL

(SE BILAGA 1)

REFERENSLISTA

- Anonym. 1999. Substratinventering – inventering av träd och vedstrukturer samt en grupp Indikatorarter. Handbok för miljöövervakning. Naturvårdsverket. Stockholm.
- Anonym 2002. The Swedish National Inventory of Forests, SLU, Uppsala – <http://www-nfi.slu.se/>
- Aronsson, G. 1997. Evertebrater och Kryptogamer – Artövervakning i landmiljö i Uppsala län. Länsstyrelsens meddelandeserie 1997:8. Länsstyrelsen i Uppsala län, Uppsala.
- Baranowski, R. 1977. Natur vid nedre Dalälven 2. Insektsinventering. SNV PM 849. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Boddy, L. 2001. Fungal community ecology and wood decomposition processes in angiosperms: from standing tree to complete decay of coarse woody debris. *Ecological Bulletins* 49: 43–56.
- Dahlberg, A. och Stokland, J. N. 2004. Vedlevande arters krav på substrat – sammanställning och analys av 3600 arter. Rapport 7, Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Dahlman, L. och Palmkvist, K. 2003. Growth in two foliose tripartite lichens *Nephroma arcticum* and *Peltigera aptosa* – empirical modelling of external versus internal factors. *Functional Ecology* 17/6: 821-831.
- Edman, M. och Jonsson, B. – G. 2001. Spatial pattern of downed logs and wood-decaying fungi in an old-growth *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science* 12: 609-620.
- Ehnström, B. 1986. Vård av den lägre faunan i skogsbruket. I Faunavård i skogsbruket – Allmän del, Skogsstyrelsen, Jönköping: 33-41.
- Ehnström, B. Och Axelsson, R. 2002. Insektsnag occurrence bark och ved. Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- Eriksson, P. 2000. Populationsutvecklingen för några trädlevande skalbaggar vid nedre Dalälven. *Entomologisk tidskrift* 121: 119-135.
- Eriksson, P. 2002. Metodik för inventering av vedlevande insekter. Naturvårdsverket Rapport 5203. Stockholm.
- Von Euler, F. 2003. Övervakning av biologisk mångfald i skogen. En jämförelse av två metoder. Skogsstyrelsen, rapport 1, Jönköping.
- Gustafsson, J. 2001. Miljöövervakning av biologisk mångfald i nyckelbiotoper. Meddelande 5, Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Hedenås, H. Och Ericson, L. 2000. Epiphytic macrolichens as conservation indicators: successional sequence in *Populus tremula* stands. *Biological Conservation* 93: 42-53.

- Hedin, J. Förslag till åtgärdsprogram för bevarande av svartoxe. I tryck, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Jonsson, B. – G., Kruys, N. Och Ranius, T. 2005. Ecology of Species Living on Dead Wood – Lessons for Dead Wood Management. *Silva Fennica* 39(2): 289-309.
- Krankina, O. N., Treyfeld, R. F., Harmon, M. E. Spycher, G. och Povarov, E. D. 2001. Coarse woody debris in the forestst of the St. Petersburg region, Russia. *Ecological Bulletins* 49: 93–104.
- Kuuvolainen, T., Syrjänen, K. och Kalliola, R. 2001. Logs in a pristine *Picea abies* forest: occurrence, decay stage distribution and spatial pattern. *Ecological Bulletins* 49: 105–113.
- Lindelöw, Å. Och Schroeder, M. 2003. Faktablad för Granbarkborre (åttatandad barkborre) *Ips typographus*. Institutionen för Entomologi, SLU, Uppsala.
- Nissilä, S. och Didrik, U. 2002. Metodik för inventering av död ved. Naturvårdsverket Rapport 5181, Stockholm.
- Palm, T. 1955. En skalbaggsbiocönos I gamla granlågor. I Bidrag till kännedom om svenska skalbaggars biologi och systematik. *Entomologisk tidskrift* 76: 146-149.
- Ringvall, A., Fridman, J., Lämås, T. och Ståhl, G. 2000. Inventering av död ved – några objektiva inventeringsmetoder. Fakta skog, SLU, Uppsala.
- Shorohova, E. och Shorohov. 2001. Coarse woody debris dynamics in a boreal virgin spruce forest. *Ecological Bulletins* 49: 129–135.
- Shorohova, E. och Tetiukhin. 2004. Natural disturbances and the amount of large trees, deciduous trees and coarse woody debris in the forests of Novgorod region, Russia. *Ecological Bulletins* 51: 137–147.
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins* 49: 11–41.
- Siitonen, J., Penttilä, R. och Kotiranta, H. 2001. Coarse woody debris, polyporous fungi and saproxylic insects in an old-growth spruce forest in Vodlozero National Park, Russian Karelia. *Ecological Bulletins* 49: 231–242.
- Sippola, A.- L., Lehesvirta, T. och Renvall, P. 2001. Effects of selective logging on coarse woody debris and diversity of wood-decaying polypores in eastern Finland. *Ecological Bulletins* 49: 11–41.
- Snäll, T. och Jonsson, B. – G. 2001. Edge effects on polyporous fungi used as old-growth indicators in Swedish boreal forest. *Ecological Bulletins* 49: 255–262.
- Stenbacka, F. 2003. Dead wood amounts and cambium utilization by saproxylic insects on boreal clear-cuts in northern Sweden: Edges and spatial distribution. Examensarbete I ämnet Skoglig Zoökologi 2003:3, Institutionen för Skoglig Zoökologi, SLU, Umeå.

- Stokland, J. N. 2001. The coarse woody debris profile: an archive of recent forest history and an important biodiversity indicator. *Ecological Bulletins* 49: 71–83.
- Ståhl, G., Ringvall, A. och Fridman, J. Assessment of coarse woody debris – a methodological overview. *Ecological Bulletins* 49: 57–70.
- Söderström, L. 1988. Sequence of bryophytes and lichens in relation to substrate variables of decaying coniferous wood in Northern Sweden. *Nordic Journal of Botany* 8: 89–97.
- Wikars, L. O. Övervakning av hotade vedinsekter. MS.
- Zielonka, T. och Niklasson, M. 2001. Dynamics of dead wood and regeneration pattern in natural spruce forest in the Tatra Mountains, Poland. *Ecological Bulletins* 49: 151–163.

BILAGA 1/

Inventering av liggande död ved

Uppgifter på inventeringsytanivå

Lokal:

Inventeringsyta:

Antal lågor

Volym

Position angivet med koordinater: X

Y

Inventeringsmetod: Klustertransekt

Helytesinventering

Uppgifter på objektsnivå

Trädslag

Lågans nedbrytningsfas A B C tidig C sen D

Längd

Diameter bak

Diameter fram

Lågans form

Cylinder intakt
Cylinder delvis kollapsad
Cylinder helt kollapsad

Marktäckning

Nej

Ja meter

Barkkvalitet

Fast och hård
Mjuk och lucker
Fast och hård/ Mjuk och lucker

Barktäckning

Helt

99 – 76 %

75 – 51 %

50 – 26 %

25 – 1 %

ingen bark

Vedsvampfruktkroppar Nej Ja, färska Ja, gamla

Arter

Vedens mjukhet

Kniv från sidan

1

2

3

4

Kniv uppifrån

1

2

3

4

Rötstatus

1

2

3

4

5

6

7

Signal- och Rödlstade arter