

Större svartbagge *Upis ceramboides*
i norra Hälsingland

- förekomst, substratkrav och
effekter av skogsbrukets naturvårdsåtgärder

Carola Ormalm



Foto: Rolf Segerstedt

Examensarbete i entomologi 2004:2
Handledare: Lars-Ove Wikars

Institutionen för entomologi
SLU, Box 7044, 750 07 Uppsala
2004

Innehållsförteckning

Summary	2
Sammanfattning	3
Inledning	4
Material och metoder	5
Större svartbaggens biologi.....	5
Undersökningsområde och inventeringsmetodik.....	6
Inventering	8
Resultat	9
Björkved med och utan förekomst.....	9
Trädslag	9
Svampförekomst.....	9
Nedbrytningsgrad	10
Position och markkontakt.....	10
Diameter	11
Kvarvarande bark	12
Andra arter.....	12
Larvernans storlek och förekomst	12
Fler fynd i björkvedsrika transekter	13
Skillnader mellan beståndstyper	13
Solexponering.....	14
Svampfloran	14
Nedbrytningsgrad	15
Position och markkontakt.....	15
Diameter	15
Kvarvarande bark	16
Diskussion	16
Större svartbagges framtid.....	19
Förslag på naturvårdsåtgärder.....	20
Tack	20
Referenser	21
Appendix	23

Summary

Many wood living insects are considered threatened by modern forestry due to the reduction in amount of dead wood. During the last decade various methods have been used to enhance the quantity of dead wood in managed forests. However little is known how and if these methods are aiding saproxylic insects. The threatened tenebrionid beetle *Upis ceramboides* is already extinct in southern Sweden. It develops in white rotted dead birch (*Betula* spp) and requires sun-exposed sites. The species is probably favoured by the effect of logging if the right methods are used. The aim of the study was to study the biology, habitat associations and distribution pattern of the species to be able to evaluate the conservation strategies.

The study took place in a 200 km² area in northern Hälsingland, north central Sweden. Three stand-types, unburned clear-cut (24 areas), burned clear-cut (four areas) and forest (three areas) were investigated. Three unburned clear-cuts and one burned clear-cut were each investigated carefully with transects of a 2500 m² area. The forest areas were totally investigated (2500 m² each). Variables reflecting habitat quality were measured and related to occurrence of *U. ceramboides*. The species was uncommon in the studied landscape and occurred only in seven unburned and one burned clear-cut. Totally 79 larvae were found, only on birches, while two adults were found on willow (*Salix caprea*). The species occurred mostly in sun-exposed, thin, moderately decayed wood with little contact to the ground. The larval substrate had been colonised by several different white rot fungi. Within clear-cuts the species often had an aggregated occurrence. There was a significant positive correlation between the proportion of inhabited birch-substrates and bark area (m²) per transect. Several larvae, of different sizes, could be observed in the same birch-substrate. There was a positive significant correlation between the larvae head-capsule size and the decay stage of the wood. Birchwood is suitable for larval development for about five years. To favour the species it is important to create suitable substrates in areas where *U. ceramboides* is present today and in close vicinity of existing populations. It is also important to keep the deadwood undamaged during all production steps. Other deciduous trees with thick bark that are probably used as hiding and overwintering places for *U. ceramboides* should also be saved.

Sammanfattning

Många av skogens organismer är beroende av död ved. Denna resurs är dock en bristvara i dagens brukade skogar. På grund av detta har många vedlevande arter minskat kraftigt och är nu klassificerade som hotade (rödlistade). Under de senaste tio åren har skogsbruket infört naturvårdsåtgärder för att vända denna negativa trend. Men hur och om dessa åtgärder gör någon nytta för vedlevande insekter är dåligt undersökt. För att utvärdera detta har jag studerat den hotade skalbaggsarten *Upis ceramboides* biologi, utbredning, substrat- och beståndstypkrav. Detta är en art som redan helt har försvunnit från södra Sverige. Den utvecklas i vitrötad björkved och anses vara solälskande och är därför en art som skulle kunna gynnas om rätt åtgärder utförs i samband med slutavverkningar.

Mina fältstudier utfördes i ett ca två kvadratmil stort område i norra Hälsingland, på skogsbolaget Holmen Skog AB:s marker. Tre beståndstyper (obränt hygge, bränt hygge och skog) inventerades. På tre hyggen (avverkade 1995-97) och på ett bränt hygge (avverkat -96) inventerades en yta på 2500 m² vardera, uppdelat i fem transekter. Tre områden i hyggeskanter med mer eller mindre sluten skog (avverkningsmogen) samt två hänsynsytor totalinventerades på en sammanlagd yta av 2500 m². Ytterligare 24 obrända hyggen och tre brända hyggen stickprovsinventerades på mellan fem till 30 björksubstrat beroende av substrattillgång. Variabler som beskriver björksubstratens kvalitet mättes (som nedbrytningsgrad, solexponering, markkontakt, diametertjocklek, svampförekomst) och 0,25 m² bark per substrat avskalades för inventering av *U. ceramboides*. Även tio stycken sälgar undersöktes på det hygget där arten var vanligast förekommande.

Arten var ovanlig i det undersökta landskapet. Den påträffades endast på sju obrända hyggen och på ett bränt hygge. 79 larver observerades totalt och endast på trädslaget björk medan aduler (två st.) endast påträffades på sälg. *U. ceramboides* förekom till största delen i solexponerad klen björkved som var måttligt nedbruten av olika sorters vitrötande svamparter med låg grad av markkontakt. Den visade ett aggregerat utbredningsmönster inom bestånd och det fanns en signifikant positiv korrelation mellan andel besatta substrat och barkyta (m²) per transekt. Larver i olika storleksklasser observerades i samma vedsubstrat. Det var en signifikant positiv korrelation mellan larvernans huvudskapsbredd och substratens nedbrytningsgrad. Tidsfönstret för hur länge björkved är tjänligt utvecklingssubstrat för *U. ceramboides* ligger runt fem år. För att kunna gynna arten idag krävs det kontinuerlig tillgång till lämpligt utvecklingssubstrat, både där befintliga populationer redan finns och i närheten av dessa. Andelen björk måste ökas, både döda och levande lövträd som lämnats vid slutavverkning måste bevaras under alla produktionssteg. Sparat löv bör aggregeras snarare än spridas ut på hyggena. Lövträd med grov bark måste sparas genom att arten sannolikt nyttjar dessa till övervintringsplats.

Inledning

Sedan kalhyggesbrukets och det mekaniserade skogsbrukets införande har skogen förändrats från heterogena, olikåldriga och dödsvedsrika bestånd mot homogena och dödsvedsfattiga bestånd med negativa konsekvenser för biodiversiteten (Larsson & Danell 2001). Gammal skog har huggits ned, den äldre skogen har fragmenterats, och idag finns det endast 2% helt orörd skog kvar i Sverige (Berg et al 1994). Död ved är ett viktigt substrat för många av skogens olika organismer och denna resurs är en bristvara i dagens brukade skogar. I norra Skandinavien har orörda skogar mellan 50-80 m³/ha död ved (Siitonen 2001) medan medeltalet för brukade skogar är 9,7 m³/ha (Fridman & Walheim 2000). Även lövandelen har minskat kraftigt bland annat på grund av den höga herbicidanvändningen på mitten av 1900-talet (Ehnström 2001).

Den strukturella och funktionella diversiteten i naturliga skogsekosystem skapas till stor del av störningar och då främst skogsbränder och luckdynamik (Essen et al 1997). Naturliga störningar (bränder, översvämningar, stormfällningar) var vanliga och återkommande förr och de gav öppna solexponerade ytor med hög andel döende och död ved i olika successionsstadier (Kaila et al 1997). I dag är dessa naturliga störningar borta på grund av effektiv brandbekämpning, vattenreglering och på grund av att döda träd rensas bort efter större stormar (Kaila et al 1997). Många av skogens organismer är dock anpassade till naturliga störningar (Ahnlund & Lindhe 1992) och däribland är de vedlevande insekterna en stor grupp. Många vedlevande insekter gynnas av skogsbränder eller till och med behöver brandskadad ved (Palm 1951, Ehnström & Waldén 1986, Wikars 1992).

Ungefär 3000 insektsarter är beroende av döda träd i Sverige (Dahlberg & Stokland, ArtDatabanken, 2004 under tryckning) och skalbaggar (Coleoptera) tillhör en speciellt artrik grupp. I Fennoskandia finns det runt 1300 vedlevande skalbaggsarter varav en stor del betraktas som hotade och/eller rödlistade, och några har till och med försvunnit från hela eller stora delar av sina tidigare utbredningsområden (Kaila et al 1997, Gärdenfors 2000).

Under de senaste tio åren har skogsbruket dock börjat vidta åtgärder för att bevara biodiversiteten i skogen (Larsson & Danell 2001). De flesta naturvårdsåtgärder görs i samband med slutavverkningar. Exempel på åtgärder är att tillskapa ved, att göra naturvårdsbränningar, att lämna grupper av levande träd på hyggen och att öka lövandelen.

Men hur och om dessa åtgärder gör någon nytta för vedlevande insekter är dåligt undersökt och det kan vara svårt att observera effekterna i och med att det ofta handlar om långa tidsperspektiv. Biologin för de flesta vedlevande skalbaggar är känd kvalitativt, men den kvantitativa informationen om individuella arters mikro- och makrohabitat är ännu dåligt känd (Kaila et al 1997). Det behövs mer kunskap om hur vedinsekter förmår utnyttja de substrat som produceras genom olika naturvårdsinriktade skötselåtgärder.

Större svartbagge (*Upis ceramboides*) är en hotad vedskalbagge som nyttjar döda björkar (*Betula* spp.). Arten och dess ekologi har studerats i mycket liten utsträckning men den anses vara en solälskande och brandgynnad art som föredrar ved i öppet läge (Palm 1951, Wikars 1992, Pettersson & Ehnström 1996). Större svartbagge har redan helt försvunnit från hela Syd- och Mellansverige och har även minskat i norra Sverige (Ehnström & Axelsson 2002).

Syftet med denna studie är att dels öka kunskapen om den större svartbaggens biologi och att karaktärisera lämpliga utvecklingssubstrat och beståndstyper för arten. Exempelvis vilken nedbrytningsgrad och diameter har de substrat som hyser större svartbagge? Vilka svamparter finns på vedsubstraten? Vilka beståndstyper har förekomst av arten? Hur skiljer sig vedsubstraten mellan beståndstyperna? Syftet är att med ledning av resultaten, utvärdera hur naturvårdsåtgärder som naturvårdsbränning, lämnande av träd på hyggen och tillskapning av ved påverkar arten.

Material och metoder

Större svartbaggens biologi

Den större svartbaggen *Upis ceramboides* är en skalbagge tillhörande familjen svartbaggar (Tenebrionidae). Den är svart, matt glänsande och ca 15 mm lång. Skalbaggen har punkter på ryggskölden och långa ben. Arten är solälskande och brandgynnad (Palm 1951, Petterson & Ehnström 1996). Arten förekommer främst på glasbjörk (*Betula pubescens*) och vårtbjörk (*Betula pendula*), men i sällsynta fall har den även påträffats på sälg (*Salix caprea*) (Petterson 1990), asp (*Populus tremula*) (Ehnström & Axelsson 2002) och gråal (*Alnus incana*) (Petterson & Ehnström 1996). I Alaska har vuxna individer även hittats på gran (*Picea* spp) (Miller 1978). Enligt Palm (1951) har larvgångar endast hittats på björk (*Betula* spp). Både stående och liggande träd nyttjas, och huvudsakligen träd angripna av fnösckticka (*Fomes fomentarius*) som ger vitröta (Petterson & Ehnström 1996).

Larvutvecklingen sker i mycelhaltig innerbark och ytved på döda björkar (Ehnström & Axelsson 2002) och tar minst två till tre år (Kaufmann 1969, Petterson & Ehnström 1996). Enligt Kaufmann (1969) varierar livscykeln för större svartbagge mellan 16-25 månader under rumtemperatur i laboratorieförsök. De vuxna larverna är långsmala, 20-30 mm långa och med 3,5-5,5 mm bred huvudkapsel (Bild 1). De är gulvita till färgen och har två väl synliga utskott i bakändan. Larverna gnager runda ringlande gångar som är upp till 6 mm breda och fyllda med runda exkrementkorn och långa gnagspån (Ehnström & Axelsson 2002) (Bild 1). Den platta (Palm 1951) och ovala puppkammaren är ca 12 mm lång och anläggs i innerbarken under den tjocka barken eller i yttersta veden under tunnare bark (Ehnström & Axelsson 2002). Kläckhålen är runda till oregelbundet formade och ca 6 mm breda (Bild 1). Den platta (Palm 1951) och ovala puppkammaren är ca 12 mm lång och anläggs i innerbarken under den tjocka barken eller i yttersta veden under tunnare bark (Ehnström & Axelsson 2002). Kläckhålen är runda till oregelbundet formade och ca 6 mm breda (Bild 1).



Bild 1. Större svartbaggelarv i puppkammare (pil), kläckhål samt lämnad puppkammare.
Foto: Carola Ormalm

Större svartbagge är en köldtålig art och klarar av temperaturer ända ner till -55°C (Miller 1978). Den har kapacitet att övervintra i alla utvecklingsstadier och övervintrande larver har hittats i olika åldersklasser (Kaufmann 1969). De utvecklas från puppa till adult från midsommar och fram till mitten av juli (Palm 1951) och fortplantningen sker våren därpå (Ehnström & Axelsson 2002). Adulterna är fleråriga och övervintrar under grov bark på stående eller liggande lövträd (Pettersson & Ehnström 1996).

Den större svartbaggen har ett holarktiskt utbredningsområde som innefattar stora delar av den boreala skogsregionen. Utbredningsområdet sträcker sig från Norge och Sverige över Finland, Estland, Litauen, Ryska Karelen och det ryska taigaområdet till östra delarna av Sibirien och vidare till Kanada (Pettersson & Ehnström 1996). I Sverige är större svartbagge påträffad över stora delar av landet, i 17 landskap, från Skåne till Luleå lappmark. I dag har den försvunnit från hela Syd- och Mellansverige och sydligaste utbredningsområdet är troligen norra Hälsingland (Pettersson & Ehnström 1996, Ehnström & Axelsson 2002). Förekomsten har även minskat i norra hälften av Norrland och i vissa områden har den till och med helt försvunnit (Ehnström & Axelsson 2002). Större svartbagge är klassad som sårbar (VU) i rödlistan (Gärdenfors 2000).

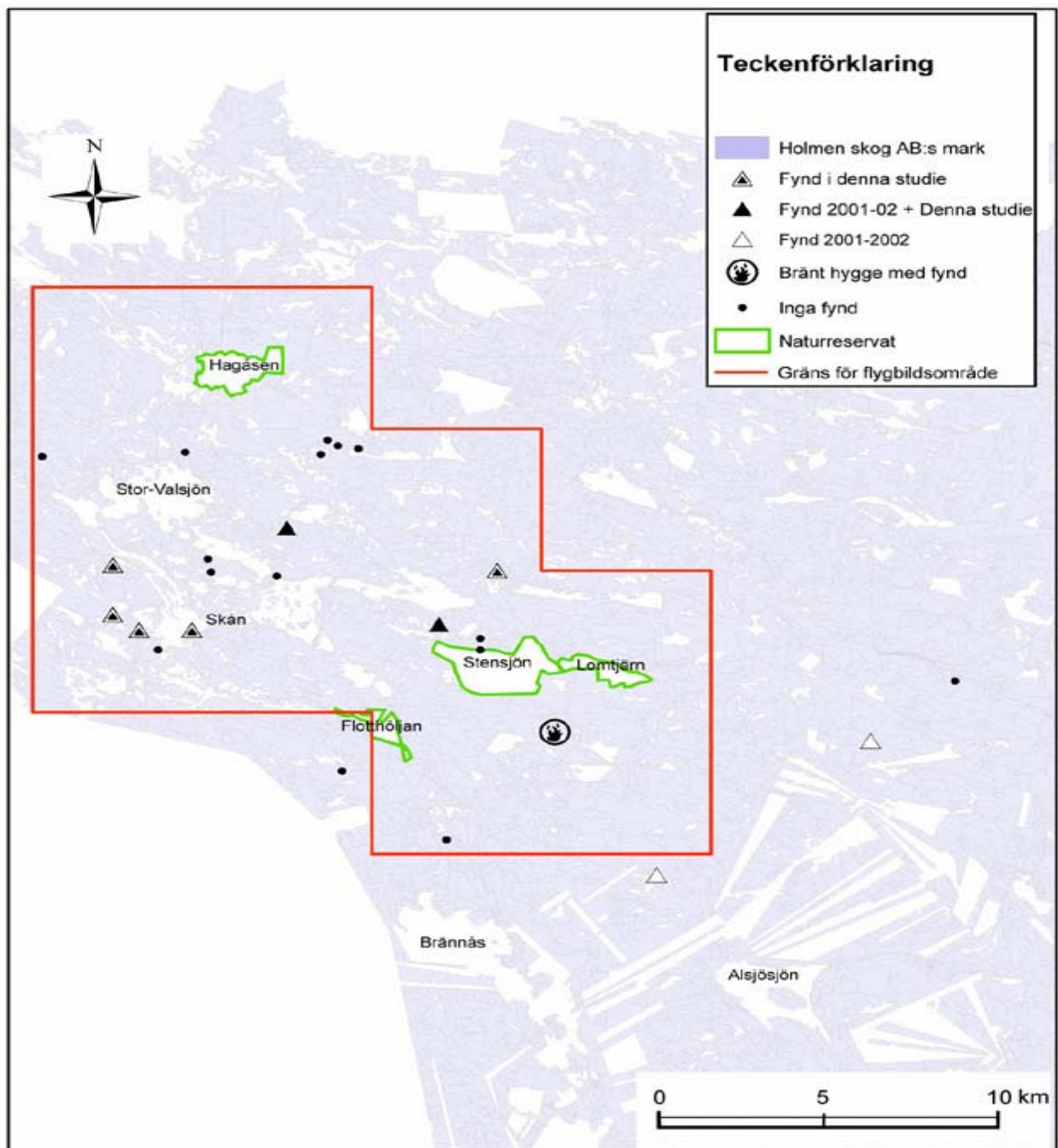
Undersökningsområden och inventeringsmetodik

Fältstudierna utfördes i ett ca två kvadratmil stort område, fyra mil nordväst om Delsbo, i norra Hälsingland i mellersta Sverige. Området ligger i den mellanboreala zonen och de dominerade trädslagen är gran (*Picea abies*) och tall (*Pinus silvestris*) med inslag av glasbjörk (*Betula pubescens*) och vårtbjörk (*Betula pendula*). Det huvudsakliga undersökningsområdet ligger i Delsbo distrikt och ägs av skogsbolaget Holmen Skog AB men inventering gjordes även i Bergsjö distrikt (Holmens mark) och i Ljusdals bevakning (Stora Ensos mark) (Fig. 1). Fältarbetet gjordes i tre omgångar under sommaren 2003, den första mellan 6 och 16 maj den andra mellan 26 maj och 6 juni och den tredje mellan 13 och 15 september.

Tre beståndstyper undersöktes; hygge, bränt hygge och skog. Bestånden valdes utifrån Holmens beståndsregister och en nyligen genomförd flygbildstolkning (2002) av lövträdsförekomsten i området samt tidigare dokumenterade fynd av större svartbagge. 24 stycken obrända hyggen och fyra brända hyggen undersöktes varav tre hyggen och ett bränt hygge inventerades med transekter (Tabell 1). De tre hyggen som inventerades med transekter valdes på grund av att de hade en riklig förekomst av större svartbagge. Beståndstypen skog bestod av tre hyggeskanter med mer eller mindre sluten skog samt två hänsynsytor (trädens medelålder ca 100 år) i angränsning till ett av hyggena, som undersöktes med transekter, med riklig förekomst av större svartbagge.

Tabell 1. Hyggen inventerade med transektmetoden.

	Beståndstyp	Bestånds nr.	Storlek (ha)	Avverkning (år mån)	Höjd över havet
1	Obränt hygge	689152-3020	7,1	97 04	330
2	Obränt hygge	689151-2832	12	96 12	290
3	Obränt hygge	689151-3423	8	95 12	320
4	Bränt hygge	688152-9354	43,2	96 06	390



Figur 1. Karta över undersökta obrända och brända hyggen. Tre brända hyggen ligger längre västerut, utanför området.

Inventering

Tre hyggen och ett bränt hygge inventerades med transektmetoden. På varje obränt hygge lades fem stycken transekter, 50 x 10 m, i nord-sydlig riktning med minst 50 m emellan varje transekt. Transekterna lades ej ut slumpmässigt utan där det fanns koncentrationer med björkved. Inom varje transekt mättes all död björkved med diameter på minst fem cm och längd på minst en meter. Den liggande veden, utan rot, som korsades av måttbandet mättes samt rotvältor och stående ved med roten inom transekten. Mängden död ved samt barkytan räknades ut per transekt (för uträkningar se appendix 1). För varje vedsubstrat i transekterna noterades längd, diameter och om veden var stående eller liggande. Även andel bark (%) och markkontakt (%) skattades. Vedens nedbrytningsgrad skattades genom att mäta hur djupt en kniv kunde stickas in i veden (1=nyligen dött träd; 2=ved hård men > 1 år gammalt; 3= kniv 0,5-2,4 cm; 4= kniv 2,5-4,4 cm; 5= kniv >4,4 cm stam fortfarande cylindrisk; 6= kniv >4,4 cm stam förlorat sin cylindriska form och är delvis helt nedbruten) (Siitonen & Saaristo 2000). Björkved i nedbrytningsklass ett inventerades inte efter större svartbagge då veden ansågs vara för färsk. Även graden av solexponering indelad i fyra klasser (1=helt öppet, 2=övervägande öppet, 3=delvis beskuggad, 4= helt beskuggad) noterades. Förekomst av fruktkroppar av svamparter såsom fnöskticka (*Fomes fomentarius*), zonticka (*Trametes zonatella*), borstticka (*Trametes hirsuta*), björkticka (*Piptoporus betulinus*) och björkdyna (*Hypoxylon multifforme*) noterades. Även förekomst av i fält lätt identifierbara vedinsekter antecknades.

Större svartbagge inventerades genom att 0,25 m² bark per objekt skalades av i brösthöjd. Detta gjordes på alla substrat där det var möjligt och om mindre än tio lämpliga substrat hittades så fördubblades transektens yta till 1000 m² (20 x 50 m).

Det brända hygget inventerades genom att över 100 substrat uppdelat på olika delar av hygget undersöktes efter förekomst av större svartbagge samt genom att två transekter inventerades med transektsmetoden. Det totala området som inventerades på det brända hygget motsvarar minst storleken på ett inventerat obränt hygge dvs fem 50 meters transekter.

Den slutna skogen utgjordes av tre hyggeskanter, som bestod av avverkningsmogen skog, (0-25 meter in från hyggeskant) samt två hänsynsytor. De levande trädens medelålder var ca 100 år. Dessa ytor totalinventerades på död björkved och minst 20 vedsubstrat per område inventerades efter större svartbagge på varje plats. Hyggeskanterna och hänsynsytorerna hade olika stora areor och för att jämföra volymen död ved samt barkytan per ha med de inventerade områdena på hyggerna räknades mängden om till en transektsyta (500 kvm). Även när transektytan fördubblades räknades volymen död ved samt mängd barkyta om till en transektyta.

På de 24 (obrända och brända) hyggen som stickprovsinventerades undersöktes mellan fem till 30 björksubstrat på varje hygge beroende på tillgång av död björk lämplig för större svartbagge. Dessa hyggen avverkades mellan åren 1994 och 1999. Tre av de 21 obrända hyggerna hade tidigare fynd av större svartbagge (2001-2002 Erik Sahlin, SLU, muntligen). På vart och ett av de tre brända hyggerna (brandår -95, -96 och -97) som stickprovsinventerades undersöktes mellan 15 till 20 björksubstrat.

På ett av de 21, stickprovsinventerade, obrända hyggen gjordes en diameterundersökning där björksubstrat med ≤19 cm i diameter jämfördes med substrat >19 cm i diameter. Området

hade avverkats 1994. 29 substrat, ≤19 cm, inventerades efter större svartbagge i två transekter medan 12 stycken, >19 cm, spridda över hygget stickprovsinventerades.

För varje fynd av större svartbagge angavs utvecklingsstadium (larv/puppa/adult) och diameter av substratet. Artens gnagspår ansågs ej kunna användas för inventering på grund av att de oftast inte är karakteristiska. Dessa vägledde dock ofta sökandet efter levande individer.

31 stycken larver samlades in för mätning av huvudkapselbredd, resterande larver lämnades kvar i björksubstraten. För att undersöka om större svartbagge även förekommer på andra lövträd inventerades tio stycken döda/döende sälgar i ett område med riklig förekomst av större svartbagge.

Resultat

Större svartbaggen var ovanlig i det undersökta landskapet. Den påträffades endast i beståndstyp hygge och fynden var få. Av de 21 obrända hyggen och tre brända hyggen som stickprovsinventerades hittades arten på fyra obrända hyggen (varav ett hade tidigare dokumenterade fynd) men inte på något av de brända hyggena. Av de beståndstyper (hygge, bränt hygge och mer eller mindre slutna skog) som undersöktes, med transektmetoden, så hittades större svartbagge på hyggen men inte i skog.

Av 378 transektsinventerade björksubstrat (242 på obrända hyggen, 108 i skogsbestånd samt 28 på bränt hygge) förekom större svartbagge på 28 substrat och alla fynden gjordes på obrända hyggen. Totalt hade 12 % av de inventerade substraten på obrända hyggen förekomst av större svartbagge. Arten hittades även på en av de 100 inventerade björkarna utanför transekterna på det brända hygget. Eftersom fynden gjordes på obrända hyggen används endast data från dessa vid analys av björkved och förekomst.

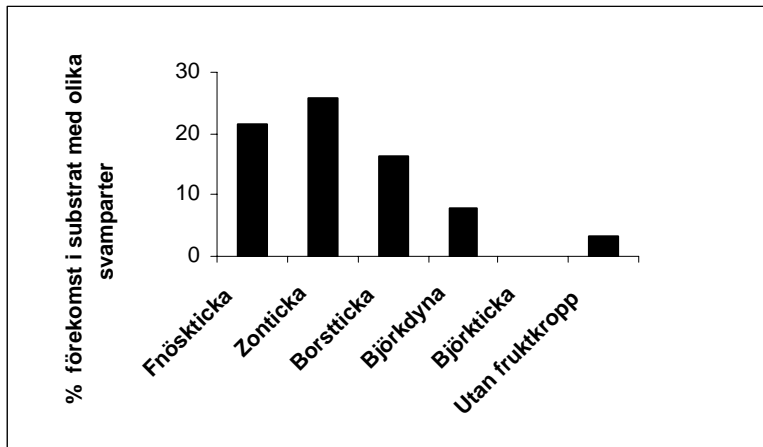
Björkved med och utan förekomst

Trädslag

Larver påträffades endast på björk. Inventering av sälger gav inga larvfynd. Däremot observerades vuxna individer på sälger men inte på björk. Två aduler hittades under grov bark på två liggande sälgar som var belägna på obrända hygget i bestånd 3020, i närheten av det område med flest större svartbagge fynd. På dessa sälgar observerades inga larver, gnag, kläckhål eller puppkammare.

Svampförekomst

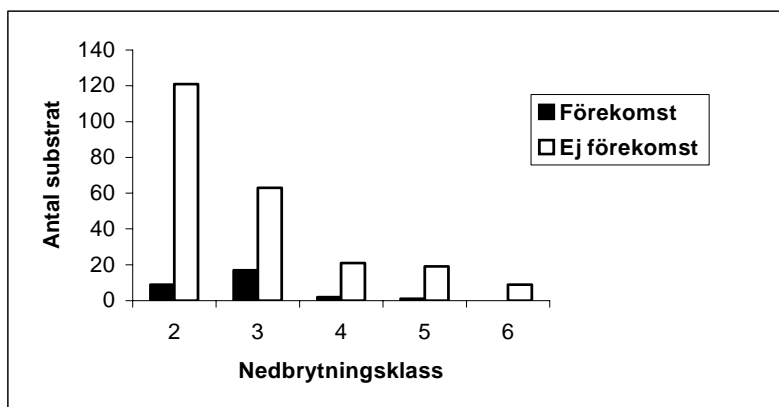
Större svartbagge hittades på björkved med fruktkroppar av flera olika vitrötande svamparter (Fig. 2) och i vissa fall även på björkved utan synliga fruktkroppar (3%). Ved med zonticka (*Trametes zonatella*) hade högre andel förekomst (26%) än ved med fnöskticka (*Fomes fomentarius*) (22%), borstticka (*Trametes hirsuta*) (16%) och björkdyna (*Hypoxylon multiforme*) (8%). Inga fynd gjordes på ved med björkticka (*Piptoporus betulinus*). Samtidigt observerades fler björksubstrat (med och utan förekomst av större svartbagge) med björkdyna (34%) och zonticka (26%) än med borst- och fnöskticka (22% respektive 16%).



Figur 2. Förekomst av större svartbagge i björkved med olika svamparter och i björkved utan synliga fruktkroppar. På ett och samma substrat kunde det förekomma flera olika svamparter.

Nedbrytningsgrad

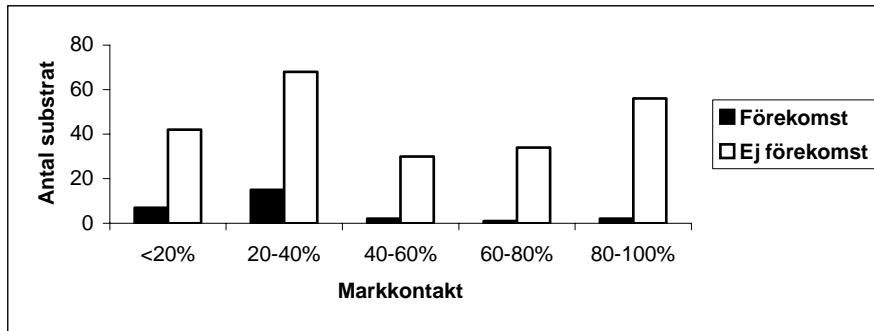
90% av fynden av större svartbagge gjordes i björkved i nedbrytningsklass 2 och 3 (Fig. 3). Fler inventerade vedsubstrat hade en nedbrytningsgrad på 2 (55%) än 3 (29%), men flest fynd av större svartbagge gjordes på vedsubstrat med nedbrytningsgrad 3 (förklaring till nedbrytningsklasser, se material och metoder). Det är en statistiskt signifikant skillnad på förekomst av större svartbagge mellan nedbrytningsklasserna 2 och 3 (chi-2=9,6; p=0,002, DF=1). Däremot förelåg det ingen korrelation mellan nedbrytningsklass och antal larver per vedsubstrat (Spearman rank korrelations test: r=0,08; p=0,24).



Figur 3. Större svartbagges förekomst i respektive nedbrytningsklass (för klassindelning se material och metoder).

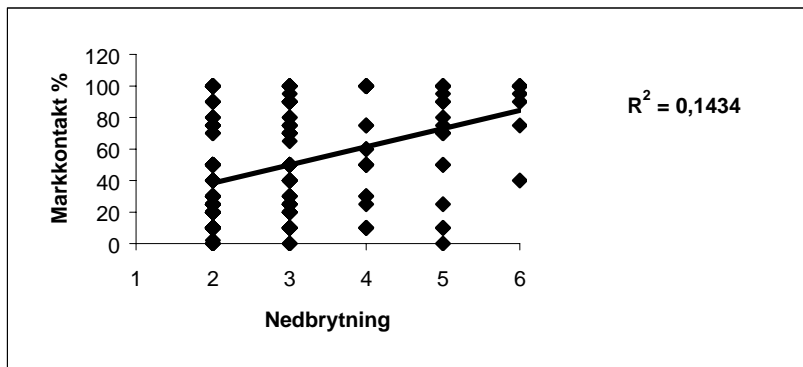
Position och markkontakt

Större svartbagge hittades endast på liggande björkved. I denna undersökning dominerade dock liggande björkved (98%). Lågans markkontakt hade stor betydelse för större svartbagge (Fig. 4), 81% av fynden gjordes i lågor med mindre än 40% markkontakt. Det var en statistisk signifikant skillnad i grad av markkontakt för björkved med och utan förekomst (Wilcoxon Mann-Whitney, W=2440,0; P<0,005).



Figur 4. Större svartbagges förekomst i lågor med olika grader av markkontakt.

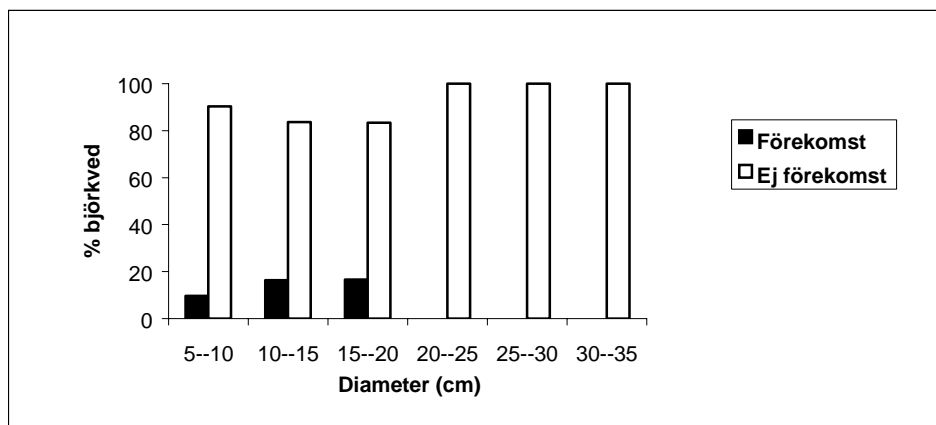
Lågans grad av markkontakt korrelerade med nedbrytningsklass (Fig. 5). Det var en signifikant positiv korrelation mellan markkontakt och nedbrytning (Spearman rank korrelation $r=0,34$; $p=0,000$).



Figur 5. Korrelation markkontakt och nedbrytningsklass.

Diameter

Det var ingen signifikant skillnad i diameter mellan björkved med och utan förekomst av större svartbagge (Wilcoxon Mann-Whitney, $W=4425,5$; $P=0,11$) (Fig. 6). Ett fynd gjordes i en trädtopp med 4 cm i diameter. Huvuddelen av de inventerade vedsubstraten var dock klana. 97% hade en diameter under 20 cm. 72% låg mellan 5-10 cm, 21% mellan 10-15 cm och 5% låg mellan 15-20 cm.



Figur 6. Andel vedsubstrat, med olika diameter, med och utan förekomst av större svartbagge (5-10 cm $n=186$, 10-15 cm $n=55$, 15-20 cm $n=12$, 20-25 cm $n=3$, 25-30 cm $n=2$, 30-35 cm $n=2$).

Däremot visades det sig vara en skillnad i förekomst mellan björkved med diameter >19 cm och björkved med diameter ≤19 cm i diameterundersökningen (på ett hygge avverkat 1994). Större svartbagge hittades i fyra av tolv vedsubstrat med >19cm i diameter (medel =23,3) medan de 29 vedsubstraten med ≤19 cm i diameter (medel=10,2) saknade arten. Denna skillnad är statistisk signifikant (chi-2=10,7, p=0,001, DF=1).

Kvarvarande bark

Andelen kvarvarande bark var något högre i björkved med större svartbagge (median 90%) än i ved utan (80%). Det förelåg dock ingen signifikant skillnad mellan björkved med och utan förekomst vad gäller andel bark (Wilcoxon Mann-Whitney, W=4224,5; P=0,28).

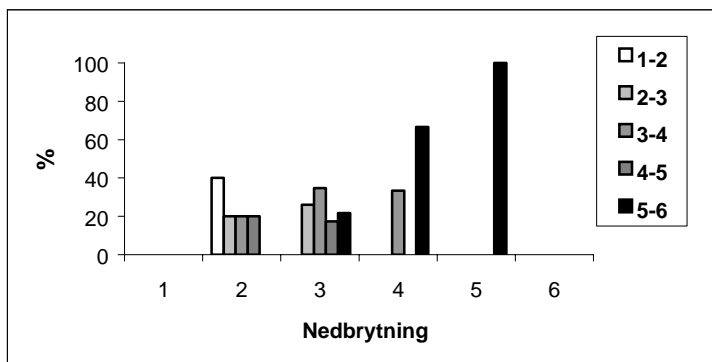
Andra arter

Flera andra vedlevande skalbaggsarter observerades i undersökningen och många av dem var vanligare på substrat med förekomst av större svartbagge än utan. Den rödlistade stumpbaggen *Platysoma minor* förekom i 14% av substraten med förekomst och i 1% utan förekomst. Detsamma gäller för jordlöparen *Tachys nanus* (17% kontra 1%), humlebaggen *Trichius fasciatus* (10% kontra 4%) och eldbaggen *Schizotus pectinicornis* (17% kontra 14%). Även den rödlistade (VU) trädsvampbaggen *Mycetophagus fulvicollis* och knäppare i släktet *Ampedus* spp var vanligare i björksubstrat med förekomst av större svartbagge (7%) än i substrat utan förekomst (0,4%). Däremot var lövträdlöparen (*Rhagium mordax*) ungefär lika vanlig på vedsubstrat med (3%) och utan förekomst (4%) medan barrträdlöparen (*Rhagium inquisitor*) endast observerades på vedsubstrat utan förekomst av större svartbagge (5%). Ett intressant larvfynd av den rödlistade (VU) brunbaggen *Melandrya dubia* gjordes i björksubstrat utan större svartbagge (på obränt hygge 1, med flest fynd av större svartbagge). Gnag av denna art uppmärksammades i hyggeskant vid samma hygge.

Larvernans storlek och förekomst

Totalt observerades 79 stycken larver. 63 stycken hittades med hjälp av transektmetoden och 16 vid stickprovsinventeringar. Av de som hittades vid stickprovsinventeringen förekom tre på ett bränt hygge och 13 på obrända hyggen.

Vid mätning av de 31 larverna som samlades in visade det sig vara en signifikant positiv korrelation mellan larvernans huvudkapselbredd (mm) och nedbrytningsklass (Spearman rank korrelations test: r=0,51; p=0,003). Desto större huvudkapsel desto mer nedbrutet var substratet de hittades i (Fig. 7).



Figur 7. Andel larver i respektive huvudkapselbreddklass (mm) i de olika nedbrytningsklasserna (n=31).

För att undersöka vilka substratvariabler som påverkade larvförekomsten mest (förekomst /icke förekomst är responsvariabel) gjordes en multipel poisson regressionsmodell. Den mest förklarande variabeln lades till successivt tills ingen mer variabel signifikant kunde förklara kvarvarande variation. Markkontakt, nedbrytning och barkprocent förklarade signifikant variation i larvförekomst (Tabell 3). Variablerna längd (m), diameter (cm), volym (m³) och barkarea (m²) togs inte med i modellen eftersom dessa inte signifikant kunde förklara kvarvarande variation.

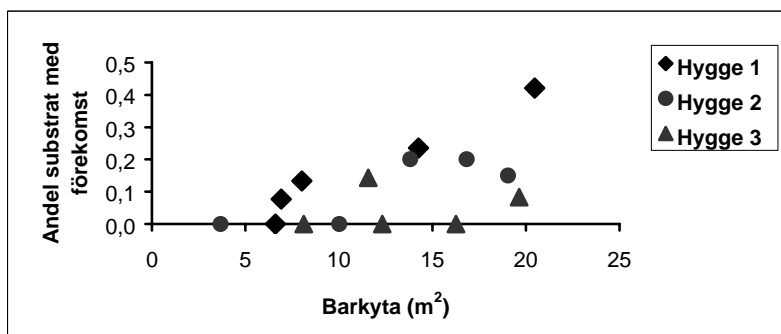
Tabell 3. Olika variabelers påverkan på larvfynd (multipel poisson regressionsmodell).

Variabel	df	deviance	p
Markkontakt	1	24,0	0,001
Nedbrytning	3	25,5	0,001
Barkprocent	1	17,5	0,001
Residual	232	216	

En iakttagelse var att de flesta larver (över 60%) hittades på ovansidan av lågor där solexponeringen är hög. Alla fynd gjordes på björkved som låg öppet och solexponerat. Men däremot var larverna i högre grad belägna på nordsidan än på sydsidan.

Fler fynd i björkvedsrika transekter

På transektnivå var det en signifikant positiv korrelation mellan andel substrat med förekomst och barkyta (m²) per transekt (Spearman rank korrelations test: $r=0,65$; $p=0,009$) (Fig. 8). Detta styrker iakttagelsen i fält att de flesta fynd av större svartbagge gjordes på björkved som låg i anslutning till andra substrat. Det kunde vara bröten av två till fem vedsubstrat och ibland ännu fler som hade kontakt med varandra. Liknande mönster visade sig också på två av de hyggen som stickprovsinventerades efter större svartbagge. På dessa hyggen låg lämplig ved både spritt och aggregerat, och fynd gjordes endast i ved som låg i närheten och/eller med kontakt till annan ved. På ett och samma substrat förekom larver av olika storlekar invid varandra och förmodligen tillhör de olika årsklasser.



Figur 8. Andel vedsubstrat med förekomst per transekt och mängd barkyta m². Transektytan standardiserades till 500 m².

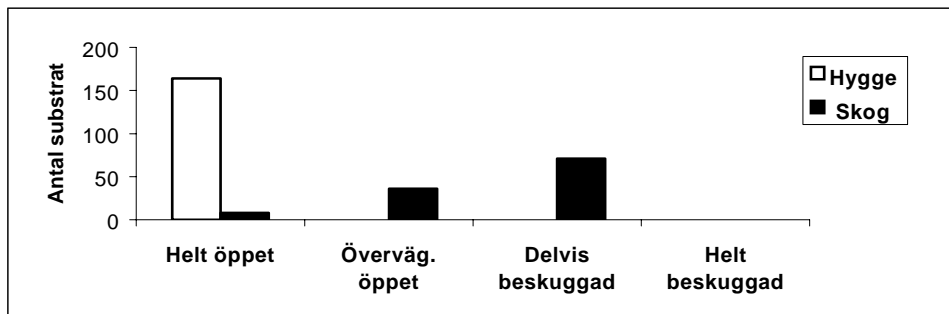
Skillnader mellan beståndstyper

Potentiella substrat (dvs björkved) för större svartbagge fanns rikligt i alla tre beståndstyperna skog (median 13m³/ha), hygge (8 m³/ha) och bränt hygge (12 m³/ha), dock se inventeringsmetodik under material och metoder. Men fynd gjordes så gott som bara på

hyggen (tre larver observerades på bränt hygge). Enligt en pågående studie i samma undersökningsområde är medelandelen död lövved, huvudsakligen björk, på hyggena ca 4 m³/ha (Barbara Ekbohm, SLU muntligen).

Solexponering

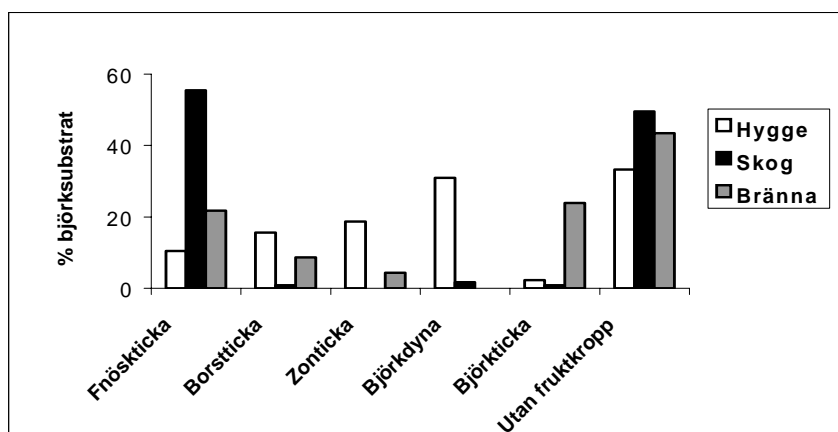
Solexponeringsgraden skiljde sig starkt mellan hyggeskanter med mer eller mindre sluten skog och det öppna hygget (Fig. 9). 100% av björkveden på hygget låg helt öppet och var totalt solexponerat medan endast 7% i skogen var till fullo solexponerade. 31% av björkveden i skogen låg övervägande öppet, ingen ved var helt beskuggad men däremot var 62% delvis beskuggad.



Figur 9. Björkved och solexponeringsgrad på hygge och i angränsande skog (bestånd 3020).

Svampfloran

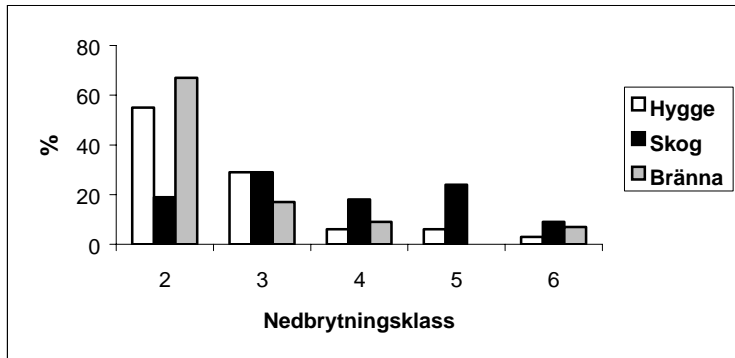
Svampfloran var i hög grad olika mellan skog, obränt hygge och bränt hygge (Fig. 10). Högst andel björksubstrat med fnöskticka observerades i skog (56%) medan obränt hygge hade lägst andel (11%). Andelen björkdyna var högst på obränt hygge (31%) medan den inte alls förekom på bränt hygge. Även andelen zon- och borstticka var störst på obränt hygge (19% respektive 16%) däremot hade björksubstrat i skog den lägsta andelen (0% respektive 0,8%). Björkticka var vanligast på bränt hygge (24%) och minst vanlig i skog (0,8%). Skog hade högst andel björksubstrat utan synliga fruktkroppar (50%) medan bränt hygge hade 43% och obränt hygge 33%.



Figur 10. Andel substrat med olika svamparter i respektive beståndstyp. På ett och samma substrat kunde det förekomma flera olika svamparter.

Nedbrytningsgrad

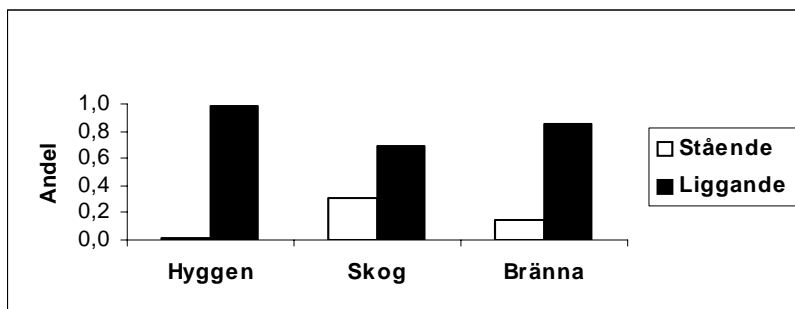
Björkvedens nedbrytningsgrad skiljde sig starkt mellan beståndstyperna (Fig. 11). Björkved i skog hade signifikant högre nedbrytningsgrad än både obränt hygge och bränt hygge (Kruskal-Wallis med efterföljande icke parametrisk multipel jämförelse med olika provstorlekar, skog-hygge: $Q=8,31$, $P<0,001$; skog-bränna: $Q=6,0$, $P<0,001$), medan det inte skiljde sig mellan obränt- och bränt hygge.



Figur 11. Andel substrat i de olika nedbrytningsklasserna i respektive beståndstyp.

Position och markkontakt

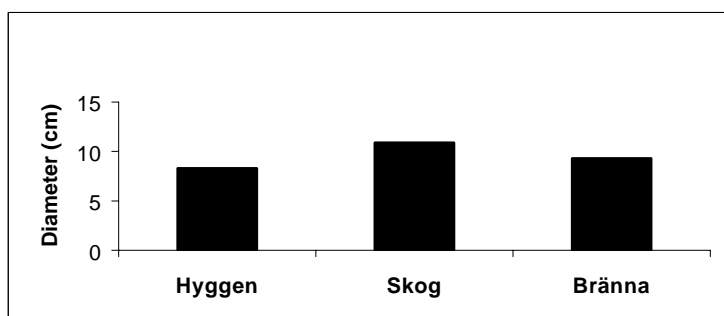
Alla bestånd hade mer liggande än stående björkved men andelen skiljde sig mellan bestånden (Fig. 12). Största skillnaden förelåg mellan skog och obränt hygge. Skog hade 30% stående substrat medan endast 2% var stående på obränt hygge. På bränt hygge var 15% stående.



Figur 12. Stående respektive liggande ved i de olika beståndstyperna.

Diameter

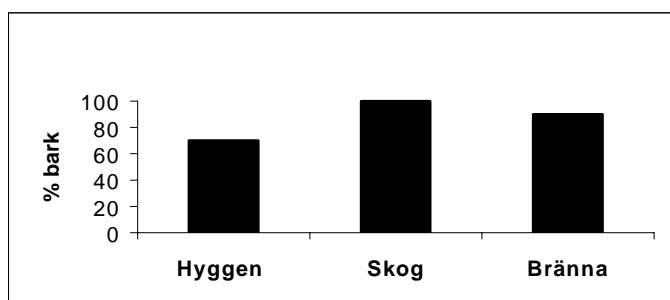
Även björkvedens diameter skiljde sig mellan de undersökta bestånden (Fig. 13). Det var signifikant grövre diameter på ved i skog jämfört med obränt hygge (Kruskal-Wallis med efterföljande icke parametrisk multipel jämförelse med olika provstorlekar, skog-hygge: $Q=7,16$, $P<0,001$). Men det förelåg ingen signifikant skillnad mellan skog och bränt hygge (Kruskal-Wallis med efterföljande icke parametrisk multipel jämförelse med olika provstorlekar, $Q=2,0$, $P=0,2$). Däremot visade det sig vara en svag signifikant skillnad på veddiameter mellan bränt hygge och obränt hygge (Kruskal-Wallis med efterföljande icke parametrisk multipel jämförelse med olika provstorlekar, $Q=2,6$, $P=0,05$).



Figur 13. Substratdiameter (cm, medelvärde) per beståndstyp.

Kvarvarande bark

Björkved på obränt hygge hade lägre andel bark (70% median) än björkved på bränt hygge (90%) och skog (100%) (Fig. 14). Det förelåg även en statistiskt signifikant större andel bark (%) kvar på björkveden i skogen än ute på de öppna obrända hyggerna och det brända hygget (Kruskal-Wallis med efterföljande icke parametrisk multipel jämförelse med olika provstorlekar, skog-hygge: $Q=11,93$, $P<0,001$; skog-bränna: $Q=6,69$, $P<0,001$).



Figur 14. Andel kvarvarande bark (median) på substrat i respektive beståndstyp.

Det fanns även mer bark per vedsubstrat (m^2 , medelvärde) i skog (1,19) än både obränt hygge (0,59) och bränt hygge (0,68) (Kruskal-Wallis med efterföljande icke parametrisk multipel jämförelse med olika provstorlekar, skog-hygge: $Q=5,36$, $P<0,001$; skog-bränna: $Q=3,65$, $P<0,001$).

Diskussion

Större svartbaggen var ovanlig i det studerade landskapet. På de flesta undersökta brandfälten och hyggen påträffades den inte alls och även där fynd gjordes var större delen av de inventerade vedsubstraten obesatta. Arten lever i triviala substrat, solexponerad klen björkved som är måttligt nedbruten av olika sorters vitrötande svamparter. Denna typ av björkved fanns spridd över hela landskapet, lokalt i mängd. Hur kommer det sig då att större svartbagge har en så snäv utbredning i det undersökta landskapet? Orsaken till detta kan vara större svartbaggens spridningsbiologi men också konkurrens med andra arter eller brist på bra övervintringsplatser.

Större svartbagge förekom i högre grad där björkveden var aggregerad än där veden låg utspridd. De transekter med större mängd kvarvarande bark (m^2) hade en större andel av substraten besatta av större svartbagge än de transekter med mindre bark (Fig. 8). Liknande mönster har visats hos trädhålslevande skalbaggsarter däribland läderbaggen (*Osmoderma*

eremita), ju fler ekar ju större andel var besatta (Ranius 2002). Även inom transekterna kunde man se ovanstående mönster och då även fast lämpligt spritt substrat förekom i närheten av det aggregerade. Aggregeringsmönstret kan tyda på att arten ej flyger speciellt mycket. Troligen har den endast har funktionsdugliga flygvingar under en kort period. Detta har visats för två andra svartbaggararter, *Bolitophagus reticulatus* och *Oplocephala haemorrhoidalis* (Jonsson 2003), men inga studier har gjorts på större svartbagge. *Bolitophagus reticulatus* har endast flygmuskler inför den första reproduktionen (Jonsson 2003) och enligt Nilsson (1997) rör den sig sedan gåendes mellan träden.

Om detta även stämmer för större svartbagge kan det förklara varför larver i olika storlekar hittades på samma vedsubstrat. Förmodligen kommer en hona flygande till ett område, där det finns gott om lämpligt utvecklingssubstrat, och lägger ägg. Där stannar hon, och rör sig sedan gåendes mellan veden, för att under efterföljande år lägga ägg på samma eller intilliggande vedsubstrat. Detta överensstämmer med Palms (1951) påstående att större svartbagge flyger mindre gärna utan hellre förflyttar sig gåendes. Trots att *Oplocephala haemorrhoidalis* och *Bolitophagus reticulatus* flyger sällan har de kapacitet att flyga långt (Jonsson 2003). Förmodligen har även större svartbagge kapacitet att flyga långa sträckor, men om flygmuskulerna endast är funktionsdugliga under kort tid så är migrationstiden begränsad och därmed också tiden för lyckad kolonisation. Det verkar även vara ett aggregeringsmönster på landskapsnivå (Fig.1). Fynden är samlade till de sydvästra delarna av det undersökta landskapet. Dock kan inga långtgående slutsatser dras från denna stickprovsinventering.

Tidsfönstret för hur länge björkved är tjänligt utvecklingssubstrat för större svartbagge ligger troligtvis runt fem år. Arten koloniserar två till tre år efter det att trädet har dött, det vill säga när den döda veden har hunnit angripas av vitrötande svampar och har en nedbrytningsklass på två eller tre (Fig. 3). Flera larver i olika storlekar, och förmodligen i olika generationer, kan leva på samma björksubstrat. Men vedsubstratet räcker knappast ej för att en adult ska kunna lägga ägg på samma substrat den själv utvecklats i. Små larver påträffades endast i substrat med nedbrytningsklass 2 (Fig. 7). För att större svartbagge ska kunna leva kvar i bestånd under flera generationer krävs det kontinuerlig tillgång till solexponerad död ved i olika nedbrytningsstadier, något som troligen är ovanligt.

Större svartbagge förekom i björksubstrat av olika diameterklasser, men flest fynd gjordes i klen ved (<20 cm) (Fig. 6). Detta visar att arten nyttjar klen ved till utvecklingssubstrat. Det var högre andel förekomst i substrat med 10-15 cm och 15-20 cm i diameter än i substrat med 5-10 cm i diameter (Fig. 6). Studier visar att grov ved är viktig för vedlevande insekter och även att det förekommer en positiv korrelation mellan förekomst och diametertjocklek (Siitonen & Saaristo 2000, Jonsell et al 1998, Ranius & Jansson 2000). Andelen ved över >20 cm i diameter var liten i det undersökta landskapet (Fig. 6), och därför kan jag inte uttala mig om större svartbagge föredrar grov ved framför klen. Däremot visade det sig i diameterundersökningen att arten endast hittades i ved med diameter >19 cm. På detta förhållandevis gamla hygge (avverkat 1994) var sannolikt näringen i den klena veden redan förbrukad, medan den grova veden räcker längre. Grov ved erbjuder utvecklingsmöjligheter även i klena delar, som gren och topp, och i framtiden kan denna brist på grova vedsubstrat ge allvarliga överlevnadskonsekvenser för större svartbagge. Möjligheten att leva flera generationer på samma plats minskas.

Större svartbagge föredrar substrat med liten markkontakt (Fig. 4). Det kan vara ett resultat av att ved med stor markkontakt är väldigt nedbruten och att större svartbagge inte finns kvar i dessa substrat. Detta antagande styrks av den positiva korrelationen mellan markkontakt och

nedbrytning (Fig. 5). Dessutom har troligtvis ved med liten markkontakt ett gynnsammare mikroklimat än ved med mer markkontakt. Markbunden ved blir sannolikt kallare genom större fuktighet och därmed större avkylande avdunstning. Även larvernas övervintringsmöjligheter kan vara sämre i fuktig jämfört med torrare ved. Att substrat med liten markkontakt föredras kan tyda på att arten gynnas av stående träd. Men i denna undersökning kunde inte det visas i och med att huvuddelen av substraten var liggande och Palm (1951) menar att arten föredrar liggande ved framför stående. I det studerade landskapet är lågor tveklöst idag det viktigaste utvecklingssubstratet.

Konkurrens från andra vedlevande insektsarter kan också vara en förklaring till större svartbaggens minskning. Kanske då främst från generalister som utvecklas i flera olika trädslag och däribland vitrötad död björk. Barrträdlöparen (*Rhagium inquisitor*) förekom endast på substrat utan förekomst av större svartbagge. Kanske detta mönster tyder på konkurrens där barrträdlöparen konkurrerar ut större svartbagge. Denna art lever i liknande substrat som större svartbagge men är inte specialiserad till björk utan är generalist och går både på löv- och barrträd. Generalister, som oftast är vanligare arter, har lättare att kolonisera nya vedsubstrat i och med att det troligen redan finns befintliga populationer i den närliggande omgivningen. Även predation från andra vedlevande skalbaggar kan bidra till större svartbaggens minskande utbredning. Knäpparlarverna *Ampedus* spp är predatorer (Ehnström & Axelsson 2002) och påträffades i samma substrat som större svartbagge.

Större svartbaggens larver utvecklas troligen endast på björk medan adulterna nyttjar flera trädarter för övervintring. Dessa är beroende av grovbarkiga träd, som ger fysiskt skydd mot predatorer. I denna studie hittades aduler endast på grovbarkig säl. En trolig orsak till att aduler inte hittades på björk är att det lämnas få grova björkar på hyggen. Fynd av aduler på säl i närheten av björkved med många larvfynd kan tyda på att honor lägger ägg i närheten av sin övervintringsplats, och att de stannar i områden med riklig mängd utvecklingssubstrat.

Inga fynd alls gjordes i beståndstyp skog, trots att denna låg i anslutning till hygge 1, med flest fynd av större svartbagge, och att en del lämpligt substrat låg öppet och solexponerat (Fig. 9). På de brända hyggena låg allt lämpligt substrat öppet men här gjordes endast ett substratfynd. Dessutom hade beståndstyp skog och bränt hygge mer död björkved än obränt hygge. Även andelen grov ved (Fig. 13) var högre samt andelen kvarvarande bark (Fig. 14). I skog var den dominerande svamparten fnöskticka, som vitrötar veden (Fig. 10). På det brända hygget fanns det gott om substrat koloniserad av fnöskticka trots att en högre andel var koloniserad av björkticka, som brunrötar veden (Fig. 10). På det brända hygget fanns det dessutom flest vedsubstrat i nedbrytningsklass två och tre (Fig. 11) som föredras av större svartbagge. Vad som måste beaktas är att dessa resultat endast grundar sig på en studie av ett bestånd av varje typ. Men efter mina erfarenheter, under fältperioden, utmärker sig inte dessa bestånd och troligen är dessa skillnader allmänt förekommande.

Substratparametrarna ovan borde gynna större svartbagge. Men varför arten inte påträffades i skog beror förmodligen först och främst på att den är en sol- och värmeälskande art (Palm 1951, Pettersson & Ehnström 1996, Wikars 1992) och att större delen av substraten var delvis beskuggade (Fig. 9). Att arten föredrar hög grad av solexponering bekräftas av att de flesta larver hittades på ovansidan av lågorna. För det andra så var björkveden mer nedbruten i skog och andelen substrat i nedbrytningsklass två och tre var lägre än på obränt hygge (Fig. 11).

Att arten ej var vanligare på brända hyggen är dock mer svårförklarligt. Naturvårdsbränningar producerar, helt klart, lämpligt utvecklingssubstrat för större svartbagge även om denna studie

ej kunde visa att arten nyttjar den brända veden. Enligt Wikars (1992) kommer arten in i den andra fasen under en skogsbrand, då de mest extrema brandspecialisterna försvunnit men skogen inte ännu har slutit sig. Inventeringsresultatet pekar dock på att naturvårdsbränningar måste göras mycket nära befintliga populationer. Trots rikedom på substrat på de fyra brända hyggerna så har större svartbagge ej lyckats kolonisera och nu börjar de bli för gamla för att koloniseras lyckosamt.

Att det är mer död ved och högre andel kvarvarande bark i beståndstyp skog och bränt hygge än på obrända hyggen beror troligen på att sparad ved, som lämnats vid avverkning, avbarkas och körs sönder under efterföljande uttransport och markberedning. Innan kalavverkning fanns det troligen lika mycket död ved i de tre beståndstyperna och därmed borde obrända hyggen innehålla minst lika stor mängd död ved som skogen. I denna studie lades dessutom transekterna på de obrända hyggerna där det fanns rikligt med björksubstrat, detta medför att den genomsnittliga mängden död ved är lägre, som bekräftas av den pågående vedinventeringen (Barbara Ekbom, SLU, muntligen). Den högre andelen stående ved i beståndstyp skog kan förklaras av att det lämnas för lite stående ved och att det som lämnas är enstaka träd som lätt blåser omkull. Men den viktigaste orsaken är nog att den stående veden körs omkull under aktiviteterna under och efter avverkning. Detsamma gäller för resultatet att substrat i skog hade högre nedbrytningsgrad än på hyggen, det vill säga att murken ved smulas sönder på hyggerna av tunga maskiner (Fridman & Walheim 2000). Däremot kan det successivt tillskapas ny ved på hyggen, när kvarlämnade träd blåser omkull.

Större svartbaggens framtid

Dagens likformiga skogsbestånd med låg andel lövträd och frånvaro av störningar är ett hot mot större svartbagge. Svårigheten för arten är att den är dubbelt missgynnad av dagens skogsbruk. Först krävs en störning, exempelvis brand eller stormfällning för att lövträd ska kunna växa upp i ett barrdominerat område. Sedan krävs en störning till, exempelvis brand, stormfällning eller angrepp av insekter, som tar död på lövträden för att arten ska kunna kolonisera den döda veden. Kalhyggen liknas ibland med skogsbränder och de anses vara lika ur naturvårdssynpunkt. Dock är det stora skillnader. Vid brand lämnas träden kvar medan huvuddelen forslas bort vid avverkningar och brand ökar mångformigheten i bestånden medan avverkningar snarare minskar den (Wikars 1992).

Problemet med hänsyn är att åtgärderna görs lite här och där, spritt i landskapet, ofta med flera kilometer mellan varje område och med flera års mellanrum. Detta är troligen för långt i både tid och rum. Hotade arter förekommer lokalt i landskapet och gynnas dåligt av den utspridda naturvårdshänsyn som dagens skogsbruk utför (Hanski 2000). Dessutom dör fler arter ut ifall ett redan fragmenterat område ytterligare fragmenteras (än om ett icke fragmenterat område fragmenteras), och dessa utdöenden representerar en skuld som uppstår generationer efter fragmentering och är en framtida ekologisk kostnad av tidigare habitatförstörelse (Tilman et al 1994). Detta betyder att även om skogsbruket har ändrats så kommer de likformiga skogarna som skapades för flera decennier sedan att fortsätta dominera landskapet de närmaste tiotals åren framåt (Jonsell et al 1998). I framtiden när de ensartade skogarna ska slutavverkas kommer det att bli ett stort brott i kontinuiteten av livsmiljö för de vedlevande insekterna, inte bara av död ved i olika nedbrytningsfaser utan även av svampar knutna till den döda veden (Ehnström & Waldén 1986) och detta är ett stort hot mot större svartbagge. Förmodligen är större svartbagge en utdöende art i Hälsingland och kan vara försvunnen inom en snar framtid om inga drastiska åtgärder görs.

Dagens naturvårdsåtgärder i skogsbruket som kvarlämnande av grupper av levande och döda björkar, och andra lövträd, på hyggen ökar överlevnadsmöjligheten för större svartbagge. Naturvårdsbränningar ökar också andelen utvecklingssubstrat, även om det inte i denna undersökning kunde visas att arten nyttjar den brända veden. Dessa åtgärder kan dock förbättras och göras mer fokuserade för att gynna större svartbagge. Framförallt måste åtgärderna göras i anslutning till redan befintliga populationer och där det finns rikligt med björk. Jag anser att den större svartbaggen är en art som kan gynnas av avverkning om det sker i björkrika bestånd, där mycket björkved och levande björkar finns, och om rätt åtgärder utförs i samband med slutavverkningen.

Förslag på naturvårdsåtgärder

- Gynna lövet, framförallt björk, i alla produktionssteg
- Tillför utvecklingssubstrat kontinuerligt
 - var rädd om redan befintlig delvis nedbruten ved
 - skapa färsk ved
 - lämna stor del levande träd vilka kan blåsa ner
- Koncentrera åtgärder, som sparande av träd och tillskapande av död ved, istället för att sprida ut dem.
- Öka antalet gamla grovbarkiga lövträd
 - lämna levande och kapade grova träd (björk, sälg) nära existerande populationer
- Naturvårdsbränningar
 - i närheten av befintliga populationer
- Forsla ej bort GROT (grenar och toppar) av björk
 - eftersom större svartbagge nyttjar det som utvecklingssubstrat
- Undvik att mekaniskt skada den döda veden i alla produktionssteg
 - speciellt när dödsvedsrika bestånd avverkas

Tack

Jag vill tacka min handledare Lars-Ove Wikars för hjälp med försöksplanering och praktisk hjälp under fältarbetet samt stödet under skrivandet. Ola Kårén (Holmen Skog AB) för kommentarer på projektets upplägg. Per-Gunnar Jacobsson (Holmen Skog AB) för kartor över området och information om de beståndstyper jag undersökte och Erik Sahlin för hjälpen med utformningen av kartan över de inventerade bestånden. Martin Schroeder för kommentarer på manuset. Mattias Jonsson för översättning av tysk text och hjälp med statistik. Richard Hopkins för korrekturläsning av min engelska och hjälp med statistik. Samt Per Larsson och Mats Jonsell för ytterligare hjälp med statistik.

Jag vill även tacka Holmens Skog AB, Entomologiska föreningen i Uppland, Entomologiska föreningen i Stockholm samt Stiftelsen Oscar och Lilli Lamms Minne som genom arvoden/stipendier stöttat denna studie.

Referenser

- Ahnlund, H. & Lindhe A. 1992. Hotade vedinsekter i barrskogslandskapet – några synpunkter utifrån studier av sörmländska brandfält, hållmarker och hyggen. Entomologisk tidskrift 113/4, 13-23.
- Berg, Å., Ehnström, B., Gustafsson, L., Hallingbäck, T., Jonsell, M., Weslien, J. 1994. Threatened plant, animal, and fungus species in Swedish forests: Distribution and habitat associations. Conservation biology 8:718-731.
- Dahlberg, A. & Stokland, J. 2004. Vedlevande arters krav på substrat – en sammanställning och analys av 3 600 arter. ArtDatabanken, Uppsala, under tryckning.
- Ehnström, B. 2001. Leaving Dead Wood for Insects in Boreal Forests-Suggestion for the Future. Scandinavian Journal of Forest Research. Suppl. 3: 91-98.
- Ehnström, B. & Axelsson, R. 2002. Insektsgnag i bark och ved. ArtDatabanken SLU.
- Ehnström, B. & Walden, H. W. 1986. Faunavård i skogsbruket. Del 2 - Den lägre faunan. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Essen, P-A., Ehnström, B., Ericsson, L. & Sjöberg, K. 1997. Boreal Forests. Ecological Bulletins 46:16-47
- Fridman, F. & Walheim, M. 2000. Amount structure and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. Forest Ecology Management 131, 23-36.
- Gärdenfors, U. (red.) 2000. Rödlistade arter i Sverige 2000. ArtDatabanken, SLU.
- Hanski, I. 2000. Extinction debt and species credit in boreal forests: modelling the consequences of different approaches to biodiversity conservation. Ann. Zool. Fennici 37:271-280.
- Jonsell, M., Weslien, J. & Ehnström, B. 1998. Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. Biodiversity and Conservation 7, 749-764.
- Jonsson, M. 2003. Colonisation ability of threatened tenebrionid beetle *Oplocephala haemorrhoidalis* and its common relative *Bolitophagus reticulatus*. Ecological Entomology 28: 159-167.
- Kaila, L., Martikainen, P. & Punttila, P. 1997. Dead trees left in clear-cuts benefit saproxylic Coleoptera adapted to natural disturbances in boreal forest. Biodiversity and Conservation 6: 1-18.
- Kaufmann, T. 1969. Life History of *Upis ceramboides* at Fairbanks, Alaska. Annals of the Entomological Society of America. Vol.62, nr. 4. 922-923.
- Larsson, S. & Danell, K. 2001. Science and the Management of Boreal Forest Biodiversity. Scandinavian Journal of Forest Research. Suppl. 3: 5-9.

- Miller, K. L. 1978. Physical and chemical changes associated with seasonal alterations in freezing tolerance in the adult northern tenebrionid, *Upis ceramboides*. Journal of insect Physiology. Volym 24: 791-796.
- Nilsson, T. 1997. Spatial populations dynamics of the black tinder fungus beetle, *Bolitophagus reticulatus* (Coleoptera: Tenebrionidae). – Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Fac. of Sci. And Technol. 311, Uppsala.
- Näslund, M. 1947. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd - tall, gran och björk i södra Sverige samt i hela landet. Meddel. från Statens Skogsforskningsinstitut. Band 36:3.
- Palm, T. 1951. Die Holz- und Rinden-Käfer der nordschwedischen Laubbäume. De nordsvenska lövträdens ved- och barkskalbaggar. Meddelande från statens skogsforskningsinstitut, band 40, nr 2.
- Petterson, R.B 1990. Skalbaggsfaunan inom den skogliga försöksparken Kulbäcksliden. Natur i Norr 9:1.
- Pettersson, R. & Ehnström, B. 1996. Faktablad om Större svartbagge. ArtDatabanken, Uppsala.
- Ranius, T. Jansson, N. 2000. The influence of forest regrowth, original canopy cover and tree size on saproxylic beetles associated with old oaks. Biological Conservation 95:85-94.
- Ranius, T. 2002. Influence of stand size and quality of tree hollows on saproxylic beetles in Sweden. Biological conservation 103:85-91.
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. Ecological Bulletins 49:11-41.
- Siitonen, J. & Saaristo, L. 2000. Habitat requirements and conservation of *Pytho kolwensis*, a beetle species of old-growth boreal forest. Biological Conservation 94: 211-220.
- Tilman, D., May, R M., Lehman, C L. & Nowak, M A. 1994. Habitat destruction and the extinction debt. Nature 371:65-66.
- Wikars, L-O. 1992. Skogsbränder och insekter. Entomologisk tidskrift 113/4, 1-11.

Appendix

Formler för uträkning av volym (m³/ha) och barkarean (m²/ha).

r = radie (m), h = höjd (m), d=diameter (cm).

Avbrutna träd (liggande och stående)

Volym= $\pi \cdot r^2 \cdot h$ (inkluderar även hela träd under 3 m).

Barkarea= $(2 \cdot \pi \cdot r \cdot h) \cdot \text{barkprocent}/100$ (inkluderar även hela träd under 3 m) (Fridman 2000)

Hela träd (rotvältor och stående)

Volymen (m³) = $(0,1305d^2+0,01338d^2h+0,01757dh^2)-0,05606h^2)/1000$ (Näslund 1947)

För att kunna räkna ut barkarean uträknades

mantelarean för en kon (m²) = $\pi \cdot r \cdot s$ och

volymen av en kon (m³) = $0,33 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$.

För att kompensera att en kon inte avspeglar exakt formen av ett träd räknades en

korrigeringsfaktor ut = (volym/volym kon). Medelvärde av alla hela träd

korrigeringsfaktorer användes i den slutliga uträkningen av barkarean.

Barkarean = mantelarean för en kon*korrigeringsfaktor*%bark/100 (Fridman 2000).