

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 659 2008



Detektion av röta i bok med 4-punkters mätning av resistivitet

Rose-Marie Rytter

Ämnesord: Bok, *Fagus sylvatica* L., rötangrepp, fnöskticka, *Fomes fomentarius*, resistivitet.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Innehåll

Sammanfattning.....	2
Summary.....	2
Bakgrund	3
Syfte.....	4
Instrument & Metod.....	5
Mätinstrument.....	5
Mätning på bok	5
Statistiska analyser	6
Resultat & Diskussion	6
Slutsatser.....	11
Referenser.....	12
Bilaga 1.....	13

Sammanfattning

Rötangrepp kan upptäckas i levande träd genom att man sänder en lågfrekvent växelström genom stammen och mäter den uppkomna spänningen. Metoden är en så kallad 4-punkters resistivitetsmetod som bygger på att vedens elektriska egenskaper förändras när trädet angrips av röta. Den har använts till att uppskatta frekvensen röta hos olika granbestånd. Avsikten med denna studie var att undersöka om metoden fungerar för upptäckt av röta hos bok (*Fagus sylvatica* L.).

Mätningar för att upptäcka röta gjordes med en instrumentprototyp på två lokaler i Skåne under hösten 2007. Totalt mättes 95 bokar och efter avverkning inventerades stubbskären med avseende på rötangrepp. Resultatet visade signifikant skilda nivåer för mätvärden från bokar med respektive utan röta och slutsatsen var att det finns goda förutsättningar för att använda metoden till att detektera röta hos bok. I denna studie upptäcktes 60–70 % av de rötade bokarna och 80–90 % av de friska vid olika val av gränsvärden. En viss överlappning i mätvärden förekom, vilket man bör vara uppmärksam på vid mätning av enskilda träd. Studien visade också att det finns en risk att missa ett rötangrepp, t.ex. om angreppet är begränsat till en viss nivå i stammen eller icke-centrerat, och det är därför viktigt att utveckla en mätprocedur som tar hänsyn till detta.

Förekomst av rödkärna inventerades och upptäcktes hos mer än hälften av samtliga bokar som ingick i studien. Av antalet rötade bokar hade cirka hälften rödkärna. Någon skillnad i mätvärden från friska bokar och från bokar med rödkärna upptäcktes inte och det finns inget som tyder på att rödkärna skulle påverka möjligheten att upptäcka röta.

Summary

Wood decay in living trees can be detected by applying a low-frequency alternating current to the stem and recording the induced voltage. The method is a so-called four-point resistivity method which is based on changes in the electric qualities of the rot-affected wood compared to healthy wood. It has been used for detection of decay on several stands of Norway spruce. The purpose of this study was to test the method for detection of wood decay in beech (*Fagus sylvatica* L.).

Measurements were made by using a prototype of an instrument on two beech-sites in southern Sweden during autumn 2007. In total, 95 trees were measured and after felling the cross sections of the stumps were observed and the trees were classified as healthy or decayed. Significantly different levels of the measured values were obtained for healthy and decayed trees and the conclusion was that the possibilities of using the method for detection of decay in beech are good. In this study were 60–70 % of the rot-affected trees and 80–90 % of the healthy trees detected, depending on the choice of limit-values. However, values from the two categories overlapped to some degree and this should be noticed when examining single trees. The study indicated that there is a risk for missing a beech with rot-affected wood if the rot is restricted to a specific level in the stem or non-centered. Thus, it is important to develop a procedure for the measurements that takes this into consideration.

The occurrence of red heart was observed on more than half of all the measured beech-trees. Red heart was found in about 50 % of the trees suffering from wood decay. Any difference in measured values from healthy trees or trees with red heart was not detected and there was no indication that red heart affected the possibilities of detecting wood decay.

Bakgrund

Förekomsten av röta i levande träd kan mätas med hjälp av elektrisk ledningsförmåga, en så kallad 4-punkters mätning av resistivitet (Larsson m.fl., 2004). Metoden bygger på att vedens elektriska egenskaper förändras när trädet angrips av röta. Vid rötangreppet frigörs metalljoner som ökar ledningsförmågan i den rötskadade veden. Resistiviteten, som är en materialbunden konstant och används vid beräkningar av resistans, blir därmed lägre i rötdad jämfört med frisk ved. Det har visat sig att metoden fungerar bra för upptäckt av röta av olika grader hos gran (Larsson m.fl., 2004). Denna studie avsåg att undersöka om metoden fungerar för upptäckt av röta i bok (*Fagus sylvatica* L.).

Bok tillhör våra ädla lövträd. Arten vandrade in till Sverige söderifrån för cirka 4 000 år sedan (Nylinder m.fl., 2006). Den bildar sammanhängande skogar i Syd-sverige, är mindre vanlig i Småland, men har en naturlig utbredning upp till Kalmartrakten i öster och till mellersta Bohuslän i väster. Planterad kan man finna den ända upp till mellersta Norrlands kusttrakter. I Europa förekommer den i Danmark, södra England och i övriga Västeuropa fram till norra Spanien. Östgränsen följer i stort sett floden Wisla i Polen och fram till Svarta havet (Nitzelius & Vedel, 1974; Nylinder m.fl., 2006).

Bokveden har länge varit ett eftertraktat bränsle, eftersom veden har ett högt värmevärde. Ur bokträets hartser kunde man utvinna en komponent som användes för framställning av bakelit under första världskriget (Holmåsen, 1980). Numera används bok framför allt till parkettgolv, möbler, träskor och glasspinnar samt inom cellulosaindustrin. I nutid har boken haft en tillbakagång i Sverige, huvudsakligen beroende på att granen är ekonomiskt gynnsammare att odla. Bokskogslagen infördes 1974 för att skydda de omkring 60 000 ha bokskog som fanns kvar från att ersättas av andra trädslag (Holmåsen, 1980). Denna lag har senare ersatts av ädel-lövskogslagen, som numera oförändrad ingår i skogsvårdslagen (1993:553, Kunskap Direkt, 2008). Förutom att boken är viktig för såg- och massaindustrin är den också ett uppskattat trädslag i strövområden och stadsparker.

Bokens ved är tung, hård och lättkliven. Som färsk har den en vitgul färg, men blir senare lätt rödaktig och virket kallas allmänt för *rödbok* (Holmåsen, 1980). Boken saknar egentlig kärnved, men ofta bildas genom yttre omständigheter, t.ex. små barkskador, en 'falsk' rödbrun kärna, s.k. *rödkärna*. Troligen orsakas rödkärna av oxidation av fenoler i veden, då syre kommer in via skador och sprickor, men det är inte något som tycks påverka vedens egenskaper i övrigt (Pape, 2002; Nylinder m.fl., 2006).



Äldre bokar angrips ofta av nedbrytningssvampen fnöskticka, vilken också är mycket vanlig på björk. Fnösktickan (*Fomes fomentarius*) är en så kallad vitrötare, som har enzym som bryter ner det mesta av ligninet först och därefter cellulosan (SkogsSkada, 2008; Eidmann & Klingström, 1976). Färgen på rötveden är till en början brun, men med tiden förändras den till gulvit med smala svarta gränslinjer och fläckar då det mesta av ligninet försvunnit. När endast en del av cellulosan återstår får rötan en porös konsistens. Oftast syns inga tydliga yttre tecken på trädet som skulle kunna avslöja rötskadan inne i stammen. Enstaka fruktkroppar kan dock förekomma på träd där kronan ännu är grön. På döda

stammar finns de stora hovformade fruktkropparna i riklig omfattning. Färgen på dessa varierar från ljus till mörkgrå med brun kant och mörkt bandad översida (Hartmann m.fl., 1989). Förutom fnöskticka kan bokar utsättas för andra nedbrytande svamparter som t.ex. *Armillaria* sp. och *Ganoderma* sp., men dessa är inte lika vanligt förekommande (Eidmann & Klingström, 1976).

I allmänhet anses inte röta vara något stort kommersiellt problem i skötta bokskogar. Bok utvecklar röta sent i ålder och beståndet hinner oftast avverkas vid 100–120 års ålder innan rötangreppen blivit alltför omfattande. Däremot kan rötan bli ett allvarligt problem i t.ex. naturreservat och parker där träden får stå kvar till hög ålder. Studier har visat att det finns ett samband mellan fnöskticka och stambrott (Kutscheidt & Schmitz, 1994). Även en korrelation mellan ökad stamdiameter och svampens förekomst har påvisats. Angreppen börjar ofta långt ner i träden, i stubb- höjd, eller högt upp i kronan, t.ex. i samband med att en skada på en gren uppstått. Om bokbeståndet sköts kan man påverka rötfrekvensen genom gallring. En snabb kvistrensning med följande övervallning av kvistresten och färre grova grenar som riskerar att brytas, medför färre infektionspunkter och därmed lägre risk för röta (Rytter & Werner, 2003).

Syfte

Syftet med denna studie var att undersöka om en 4-punkters mätning av resistivitet (RISE-metoden, Larsson m.fl., 2004) kan användas för att upptäcka röta hos bok. De frågor som ställdes var (1) är det möjligt att detektera röta i bokved? samt, om så är fallet, (2) går det att ange ett gränsvärde/intervall som visar på frisk ved respektive röta? En prototyp till instrumentet Rotfinder användes vid mätningarna.

Instrument & Metod

MÄTINSTRUMENT

I studien användes en prototyp till ett mätinstrument som har utvecklats för gran och som mäter frekvensen röta i bestånd med hjälp av elektrisk ledningsförmåga. Mätmetoden är icke-destruktiv och bygger på erfarenheten av att rötskadad ved har lägre resistivitet och därmed leder ström bättre än frisk ved. Metoden har utvecklats vid Lunds tekniska högskola och instrumentet har konstruerats av företaget Rotfinder AB i samarbete med Skogforsk.

Ledningsförmågan i trädstammen mäts med 4-punkters resistivitesmätning där två, av fyra elektroder, fästs med ett par meters mellanrum vertikalt på trädet. Den övre elektroden sätts fast ett par meter upp på stammen och den nedre i ett rotben eller ansluts till ett jordspett. En lågfrekvent växelström appliceras mellan dessa elektroder. Mätinstrumentets två övriga elektroder, som fästs på stammen, registrerar spänningsfallet. Hur stort spänningsfallet blir beror på hur stort motståndet i stammen är. Motståndet, resistansen, i en ledare beror av (1) tvärsnittsarean, (2) resistiviteten samt (3) ledarens längd [$resistans = (längd \times resistivitet) / tvärsnittsarea$]. Instrumentet tar hänsyn till trädets tvärsnittsarea genom att storleken på trädets diameter registreras vid själva mättillfället. Resistiviteten är en materialkonstant och man har visat att denna skiljer sig för frisk och rötdad ved (Larsson m.fl., 2004). Skillnaden orsakas av att det ackumuleras vissa joner i anslutning till rötangrepp, i den s.k. reaktionszonen, som minskar resistiviteten och därmed motståndet. I reaktionszonen anrikas bland annat kalium, mangan, kalcium och järn. Man kan också i vissa fall se en anilinfärgning och även karbonater kan bildas.

Resistiviteten i levande träd kan variera med typ av träd, tidpunkt på året samt temperatur och fuktighet (Larsson m.fl., 2004). Man har funnit att mätningarna inte fungerar på frusen ved, utan rekommenderar att undersökningar begränsas till den icke frusna delen av året. Hög fuktighet i samband med regn kan också ge osäkra resultat.

MÄTNING PÅ BOK

Mätningar med en Rotfinder-prototyp genomfördes under oktober och november 2007 på två olika lokaler i Skåne (tabell 1). Samtliga bokar mättes med den ena av elektroderna placerad ca 2 m upp på stammen och den andra fäst vid ett jordspett. Instrumentet som registrerade spänningsfallet placerades i brösthöjd. På en av lokalerna, Solberget beläget vid Margretetorp, gjordes dessutom mätningar på en del av bokarna (27 stycken) med en lägre placering av den övre elektroden, ca 1,5 m från mark, och med instrumentet placerat omkring en meter ovan mark. Dessa mätningar gjordes eftersom röta hos bok ofta uppstår långt ner i stammen. Mätningar gjordes också i olika väderstreck (N S V O) på ett antal träd för att undersöka om skillnader erhöles vid ett t.ex. icke centrerat rötangrepp.

Tabell 1.

Försökslokaler, antal undersökta bokar och medeldiameter. * Lufttemperatur vid tidpunkt för mätning. ** Medeldiameter i brösthöjd.

Lokal	Lat/Long	Alt (m.ö .h.)	Temp *°C	Under- sökta bokar (antal)	Medel- diameter ** (cm) ± stderr	Rötade stubbar (antal)	Medel- diameter ** (cm) ± stderr	Orötade stubbar (antal)	Medel- diameter* (cm) ± stderr	Saknade stubbar (antal)
Solberget Margretetorp	56°20' N 12°54' E	75	0	59	50 ± 2.2	13	54 ± 3.6	41	49 ± 2.7	5
Backagården Ask	55°58' N 13°15' E	110	9	36	62 ± 2.6	17	60 ± 4.0	19	63 ± 4.5	0
Totalt				95		30		60		5

Efter avverkning kontrollerades stubbytorna med avseende på rötangrepp och rödkärna. För flertalet bokar kunde också den nedre avverkade delen av stammen undersökas. Det mätvärde som registrerades med instrumentet saknar egentlig enhet och är framtaget för att ge ett jämförbart mått på resistiviteten mellan olika träd. Mätvärdet bygger på spänningsfallet, som bl.a. är en funktion av stammens tvärsnittsarea och resistivitet (Diatron AB, 2008).

STATISTISKA ANALYSER

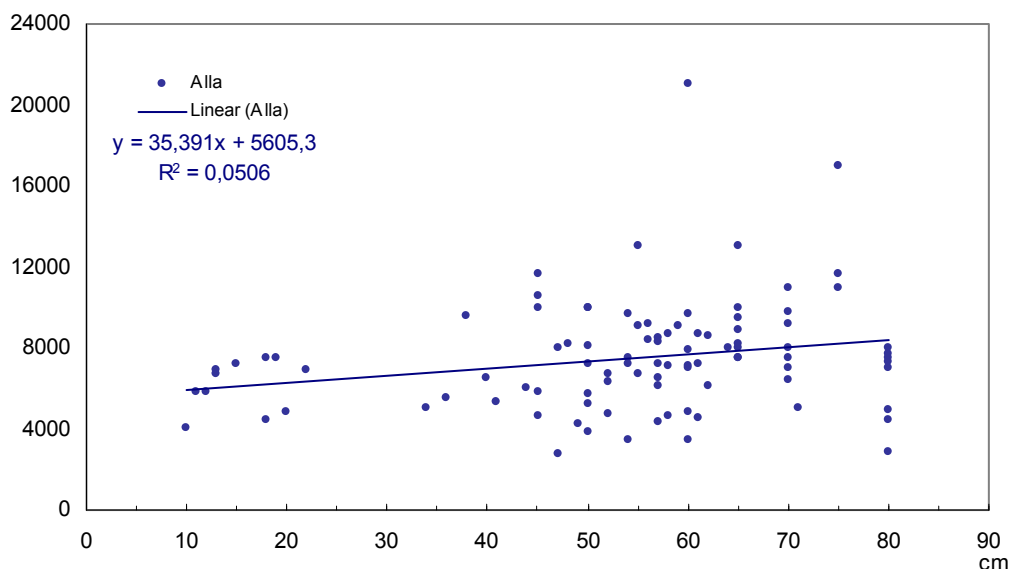
SAS-proceduren REG, linjär regression, användes för att undersöka sambandet mellan registrerade mätvärden och trädets diameter. De modeller som testades var diameter mot (1) mätvärden för samtliga undersökta bokar, (2) Solbergets respektive Backagårdens mätvärden var för sig, samt (3) rötade respektive orötade träd. Variansanalyser med SAS-proceduren GLM gjordes för att testa om det förelåg skillnader i mätvärden (medelvärden) mellan (a) lokaler, (b) rötade och orötade träd, (c) rötade, orötade samt träd med rödkärna, och (d) olika mäthöjder. Skillnader betraktades som signifikanta vid $p < 0,05$ och i de fall övergripande analys visade signifikanta skillnader mellan medelvärden gjordes parvisa jämförelser (SAS-options: LSD, PDIF).

Vid mätningarna registrerades ibland flera mätvärden per bok, men i de statistiska analyserna användes endast ett värde per bok, mätt i brösthöjd, och i de fall där fler värden uppmätts valdes medianvärdet.

Resultat & Diskussion

En sammanställning av samtliga 95 uppmätta bokar på båda lokalerna visade att de värden som registrerades med instrumentet i de allra flesta fall fanns inom intervallet 3 000–12 000 (figur 1). En analys av sambandet mellan uppmätt värde och trädets diameter visade att modellen var signifikant ($p = 0,02$), men förklaringsgraden var låg och endast omkring 5 % av variationen i mätvärde kunde förklaras av diameterstorlek hos träden ($R^2 = 0,05$). Resultatet var enligt förväntningarna och visade att instrumentet kompenserade bra för olika diametrar (d.v.s. tvärsnittsytor) hos träden. Den maximala diameter som kunde ställas in på den instrumentprototyp som användes i denna studie var 80 cm och ett litet antal träd var grövre än så (5 stycken).

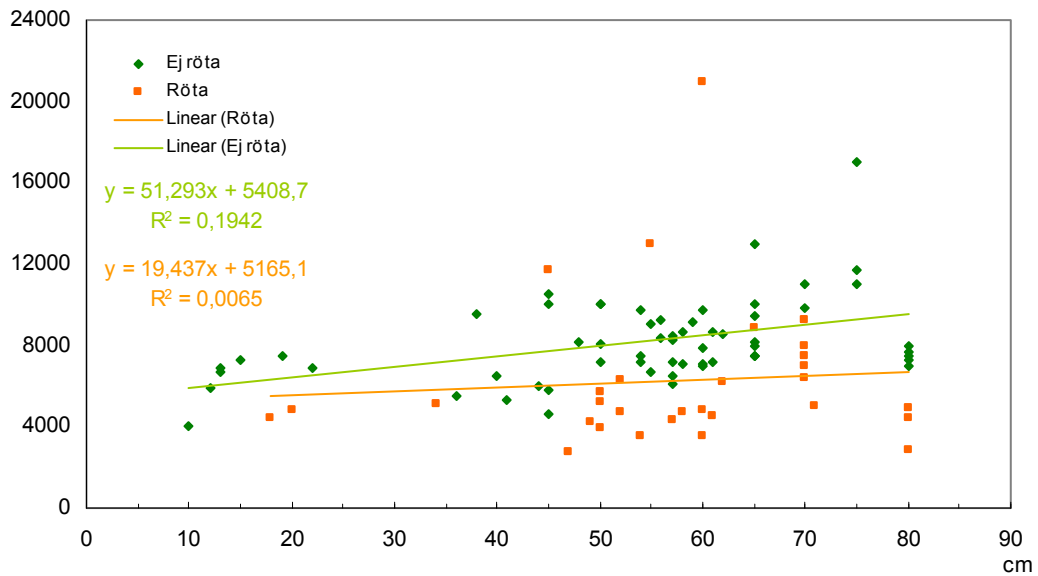
Dessutom mättes endast ett fåtal träd med en diameter < 20 cm, eftersom röta förväntades återfinnas i äldre och därmed grövre träd. Två av mätvärdena var märkbart högre än de övriga, 17 000 respektive 21 000, men ett uteslutande av dessa värden påverkade inte resultatet nämnvärt. Orsaken till att dessa värden var höga är oklar, men en förklaring är att de kan ha orsakats av något mättekniskt fel.



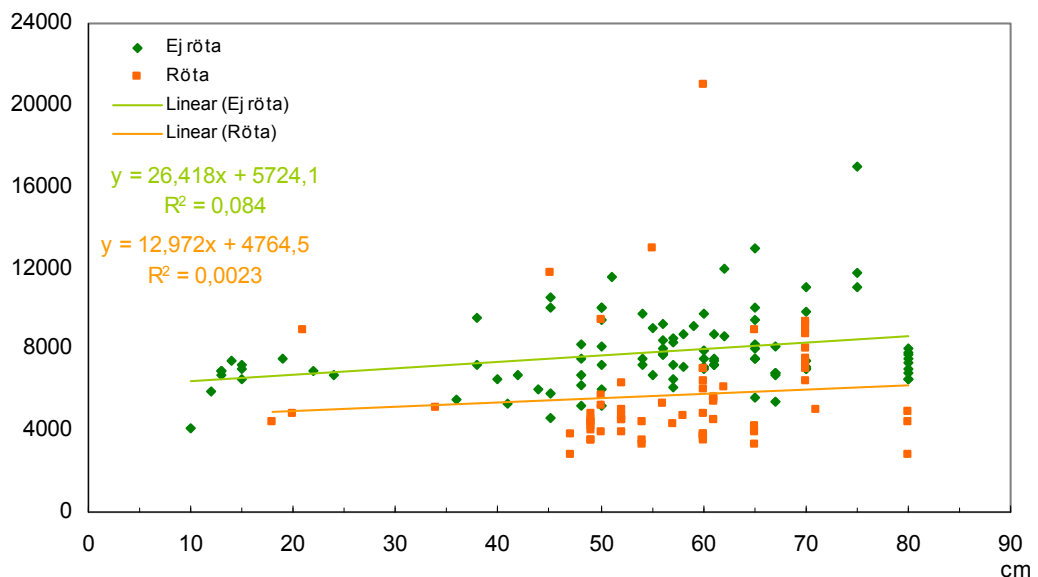
Figur 1.
Registrerade värden för 95 bokar på två lokaler. Figuren visar ett mätvärde per träd i brösthöjd.

När stubbarnas status med avseende på röta eller ej röta registrerats erhöles två punktsvärmar (figur 2a). Vid anpassning av linjära modeller till dessa erhöles två separerade linjer varav modellen för örötade träd (60 stycken) var signifikant ($p = 0,0004$), men inte den för rötade träd (30 stycken, $p = 0,6$). Skillnaden i mätvärden (medelvärden) för rötade och örötade träd var emellertid i hög grad signifikant ($p = 0,0014$). Slutsatsen är, att bokar med röta uppvisar förändringar i veden som leder till en lägre resistivitet jämfört med örötade bokar, och att denna förändring kan registreras genom att mäta spänningsfallet när en svag ström sänds genom trädstammen.

Då samtliga mätningar togs i beaktande, d.v.s. flera mätningar per träd i olika höjder och väderstreck, erhöles två i det närmaste parallella linjer, vilket visar att fler mätningar ytterligare styrker hypotesen om olika resistivitet hos rötade och örötade bokar (figur 2b).



Figur 2 a.
 Registrerade värden för 90 bokar, rötade respektive orötade, på två lokaler. Figuren visar ett mätvärde per träd (brösthöjd).

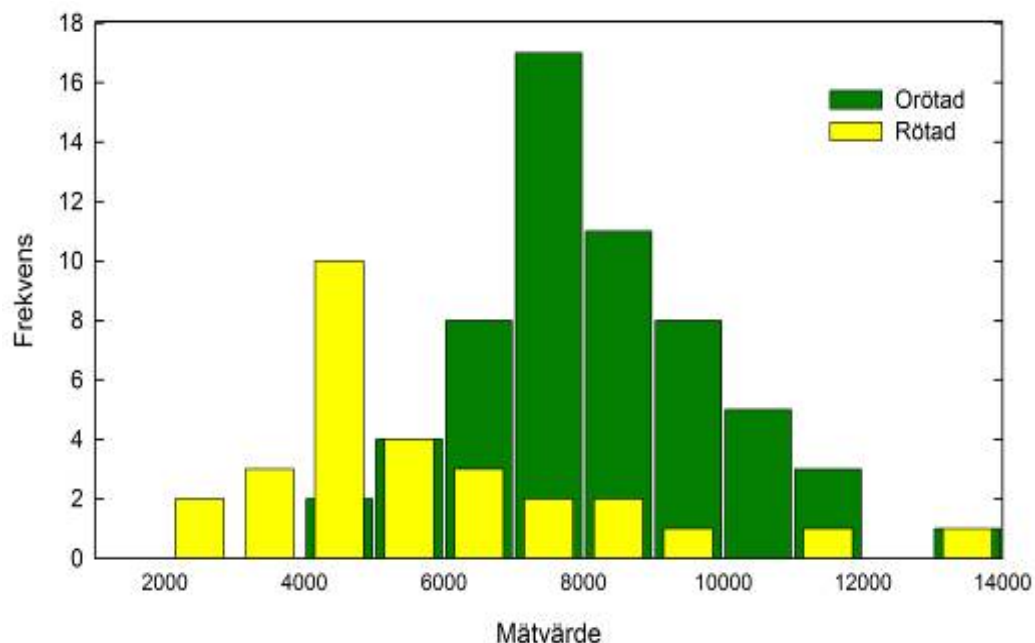


Figur 2 b.
 Registrerade värden för 90 bokar, rötade respektive orötade, på två lokaler. Figuren visar fler mätvärden per träd (brösthöjd, 1 m från mark samt i olika väderstreck).

Kan man då finna ett mätintervall som rymmer flertalet rötade träd och ett annat intervall för friska träd? En frekvensfördelning, med antalet rötade respektive orötade träd fördelade på olika intervall (1 000-tal) visade, i enlighet med resultaten som presenterats ovan, att högsta frekvens för rötade respektive orötade bokar inte sammanföll (figur 3). Motsvarande resultat har visats i tidigare studier där mätningar gjorts på friska och rötade granar (Larsson m.fl., 2004). För bokar med rötangrepp var mätintervallet 4 000–4 999 det som förekom mest frekvent och för orötade 7 000–7 999. En viss överlappning förekom i nästan alla intervall. Ett högre värde trots detekterad röta kunde bero på att rötangreppet var litet och inte påverkade resistiviteten nämnvärt, eller att ett större rötangrepp missats av någon anledning.

Ett mycket lågt värde utan tecken på röta var inte så vanligt förekommande, endast två bokar hamnade under mätvärdet 5 000. Av dessa två var den ena boken liten, med en diameter på 10 cm i brösthöjd, vilket var det minsta trädet som ingick i denna studie. Vi har alltså en begränsad erfarenhet av hur denna metod fungerar på små bokar, då studien i stort koncentrerats till äldre och grövre träd. Det andra trädet mätte 45 cm i diameter i brösthöjd och fick där värdet 4 600, som användes i analyserna. Detta träd mättes även 1 m från marknivå, i olika väderstreck, och där erhöles mätserien 6 700, 7 500, 6 200 samt 5 200. Eventuellt kan ett rötangrepp ha förekommit en bit upp i stammen och därför inte varit synligt på den inspekterade stubbytan. Om så var fallet är det viktigt att utveckla en mätprocedur för att detektera rötangrepp som har en begränsad utbredning i stammen.

Om gränsvärdet för rötangripna respektive friska bokar sätts till 6 000 skulle man i denna studie ha upptäckt 63 % av totala antalet rötade bokar och 90 % av de friska. Ett gränsvärde vid 7 000 skulle ha ökat upptäckten av rötade bokar till 73 %, men samtidigt minskat andelen träffar för friska bokar till 77 %. Metodens träffsäkerhet kan förmodligen, som påpekats ovan, bli bättre med en ökad erfarenhet av mätning av enskilda träd och utveckling av mätproceduren.

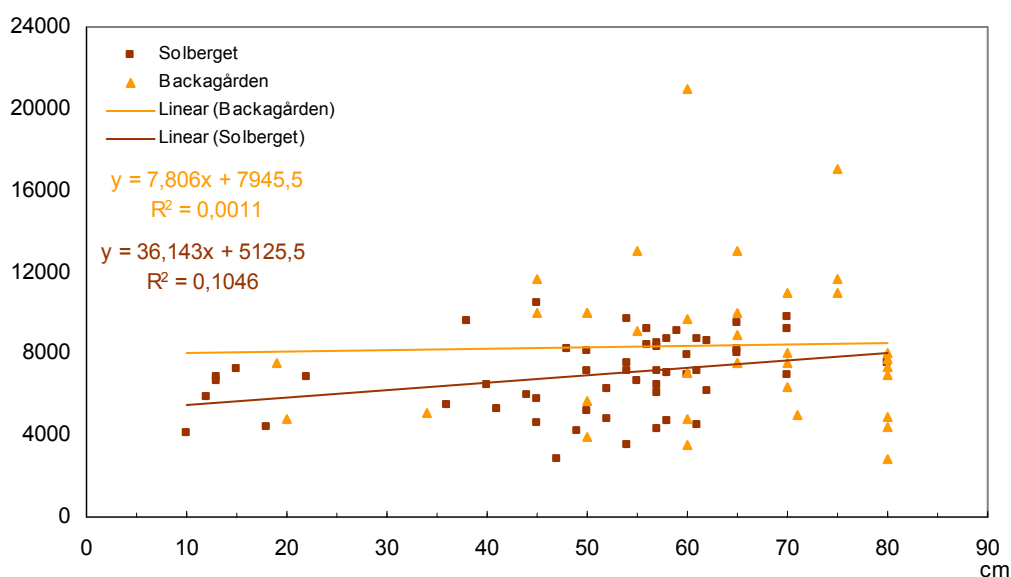


Figur 3. Frekvensfördelning (antal träd) för olika mätintervall (1000-tal) uppmätt på 90 bokar på två lokaler. Mätningar i brösthöjd, ett värde per träd.

En stor del, nästan 60 %, av de undersökta bokarna hade så kallad rödkärna. För att testa om förekomst av rödkärna förändrade resistiviteten i veden gjordes ytterligare en indelning av träden i kategorierna helt friska, angripna av röta samt med rödkärna. I de fall där röta och rödkärna förekom samtidigt, vilket var fallet i 50 % av de rötade träden, klassades träden som rötade. Enligt analysen fanns det inget som pekade på att resistiviteten hos bokar med enbart rödkärna (ej röta) skulle skilja sig från helt friska bokar ($p = 0,6$). Däremot var medelvärden för orötade bokar, både med och utan rödkärna, signifikant skilda från medvärdet för rötade bokar ($p < 0,0001$ i båda fallen). Man kan alltså konstatera, att förekomst av rödkärna inte tycks påverka ledningsförmågan i bokveden så att den avviker från frisk ved, och att

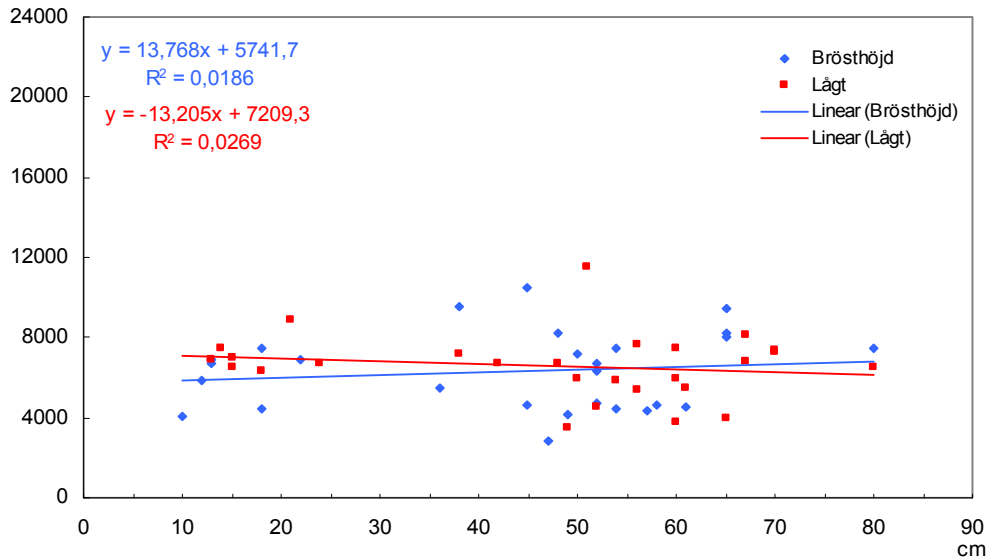
det därför inte gick att upptäcka rödkärna hos bok med den metod som användes här.

Mätvärden från de båda lokalerna, Solberget och Backagården, visade signifikanta skillnader i medelvärden, även med de två högsta (17 000 och 21 000) registrerade värdena för Backagården uteslutna ($p = 0,0008$ utan ”outliers”, figur 4). Skillnaden kvarstod även om endast orötade bokar inkluderades i analysen ($p = 0,0001$). Anledningen till dessa lokalskillnader var oklar, men tänkbara förklaringar kan vara t.ex. olika temperatur vid mättillfället, 0°C , blåst och blötsnö på Backagården, och 9°C och uppehåll på Solberget eller att beståndet på Backagården innehöll fler grövre träd jämfört med Solbergets bestånd (tabell 1).



Figur 4.
Registrerade värden för 90 bokar fördelade på två lokaler, Solberget och Backagården.

De två mät höjderna som testades på några av träden, d.v.s. instrumentet placerat i brösthöjd respektive 1 meter upp från marken, visade inga signifikanta skillnader i mätresultat ($p = 0,6$, figur 5). I de flesta fall kunde alltså mätningar göras på dessa två nivåer utan att resultatet blev annorlunda. Däremot går det inte utesluta att mät höjden har betydelse i de fall röta förekommer i begränsad del av stammen. Mätningar som gjordes i olika väderstreck visade att mätresultatet varierade med riktningen, men hur detta var kopplat till rötangreppets placering kunde inte utredas, eftersom underlaget var begränsat i denna studie.



Figur 5.
 Registrerade värden i brösthöjd respektive 1 m ovan mark (lågt) för 27 bokar.

Slutsatser

De mätningar som gjordes på två lokaler med bok i Skåne visade att metoden, 4-punkters mätning av resistivitet, gav skilda nivåer för mätvärden från bokar med och utan röta. Det finns alltså goda förutsättningar för att använda metoden till att detektera röta hos bok. En överlappning av mätresultaten för rötade och orötade bokar förekom, framför allt i intervallet 5 000–7 000, och här finns en gråzon som man måste vara uppmärksam på vid användning för detektion av röta i enskilda träd.

Metoden fungerade bra för träd med diametrar upp till 80–90 cm, som var de största som ingick i denna studie. Undersökningen koncentrerades på äldre och därmed grövre träd, eftersom dessa förväntades ha största frekvensen rötangrepp. Även om mätningarna var få på träd med diametern mindre än 30 cm fanns det inget som pekade på att det skulle fungera annorlunda för dessa. Det gick däremot inte att uttala sig om träd under 10 cm i diameter, då sådana inte ingick i mätningarna.

Studien visade också att det finns risk att missa ett rötangrepp, t.ex. om angreppets utbredning i stammen är begränsat till en viss nivå eller är ocentrerat i en grov stam. Mätproceduren är därför viktig och rekommendationen är att utveckla ett tillvägagångssätt där man mäter ett antal gånger på samma träd, på olika nivåer och i olika riktningar.

Tidigare studier har visat att temperatur och fukt inverkar på mätresultatet och man bör därför undvika att mäta på frusen ved och vid mycket fuktiga väderleksförhållanden. Hur bokens säsongsvariation, t.ex. savstigningen på våren, påverkar mätningarna är okänt och här behövs ytterligare studier.

Någon skillnad i mätvärden från friska bokar och från bokar med rödkärna upptäcktes inte och slutsatsen är att förekomst av rödkärna inte påverkade möjligheten att upptäcka röta.

Referenser

- Diatron AB. 2008. Svedala.
- Eidmann, H.H. & Klingström, A. 1976. Skadegörare i skogen. Centraltryckeriet AB, Borås, 288 s.
- Hartmann, G., Nienhaus, F. & Butin, H. 1989. Skador och sjukdomar på träd. En diagnosbok. Göteborgs universitet, Institutionen för miljövärd, 256 s.
- Holmåsén, I. 1980. Träd och buskar. Rahm & Stenström Interpublishing AB. Stockholm. 176 s.
- Kunskap Direkt. 2008. Ädellöv, Skogforsk. Internet: <http://www.skogforsk.se>
- Kutscheidt, J. & Schmitz, D. 1994. Research on the appearance of stem break, *Fomes fomentarius* (tinder fungus) and bark wounds in beech growing in stands at different altitudes. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Pilzanbau der Landwirtschaftskammer, Rheinland Krefeld, Grossshuttenhof. 17: 73–82.
- Larsson, B., Bengtsson, B. & Gustafsson, M. 2004. Nondestructive detection of decay in living trees. Tree Physiology 24: 853–858.
- Nitzelius, T. & Vedel, H. 1974. Skogens träd och buskar i färg. Almqvist & Wiksell/Gebbers Förlag AB, Stockholm. Tredje upplagan. 231 s.
- Nylinder, M., Woxblom, L. & Fryk, H. 2006. Ädellöv. Virke och förädling. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. 196 s.
- Pape, R. 2002. Rödkärna i björk – uppkomst, egenskaper och användning. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens produkter och marknader. Uppsala. Rapport nr 2. 36 s.
- Rytter, L. & Werner, M. 2003. Virkeskvalitetsfel och apteringsråd för lövträd. Skogforsk,Handledning, Uppsala, 55 s.
- SkogsSkada. 2008. Skadebeskrivning, fnöskticka. SLU miljödata (version 4,0) Internet: <http://www-skogsskada.slu.se>

Bilder



Bok 50. Solberget. Mätvärdet 4 500 registrerades i brösthöjd och 3 300–4 200 uppmättes 1 m från marken. Hålröta.



Bok 35. Solberget. Mätvärden 4 200–4 800.



Bok 72. Backagården. Mätvärde 2 800. Kraftig röta.



Bok 14. Solberget. Mätvärde 4 700. Rödkärna samt ett litet rötangrepp till vänster.



Bok 75. Backagården. Mätvärde 4 900. Hålröta.



Bok 58. Solberget. Mätvärde 5 200. Hålröta.



Bok 100. Backagården. Mätvärde 9 700. Rödkärna.



Bok 21. Solberget. Mätvärde 7 200. Frisk.



Bok 55. Solberget. Mätvärde 7 900. Rödkärna.



Bok 78. Backagården. Mätvärde 7 100. Liten rödkärna.



Bok 45. Solberget. Mätvärde 8 100. Liten rödkärna.



Bok 85. Backagården. Mätvärde 10 000. Frisk.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2007

År 2007	
Nr 629	Brunberg, T. 2007. Bränsleförbrukningen hos skördare och skotare vecka 13 och 39, 2006. 11 s.
Nr 630	Brunberg, T. 2007. Ekonomin hos extra stor skördare tillsammans med stor skotare. 5 s.
Nr 631	Eriksson, B. 2007. Tillväxt i skogsvårdsföretag. 13 s.
Nr 632	Frisk, M. & Ekstrand, M. 2007. Vilka vägar används av skogsnäringsen – Visualisering av skogsbrukets virkesflöden. 23 s.
Nr 633	Furness-Lindén, A. 2007. Affärsutveckling i relationen. Stor kund: liten leverantör – vad kan skogsbruket lära? ”Version 2 – utan intervjureferat – för allmän distribution” 54 s.
Nr 634	Järrendal, D. & Tinggård Dillekås, H. 2007. Head-Up Display i engreppsskördare – Utvärdering i simulator och i fält. 153 s.
Nr 635	Wählberg, A. 2007. Trafiksäkerhetseffekter av ökad storlek på lastbilar. 21 s.
Nr 636	Jönsson, P. & Löfroth, C. 2007. Vibrationsmätningar på provbana – Ponsse Elk. 11 s.
Nr 637	Bergkvist, I. 2007. Flerträdshantering i granbestånd – Pilotstudie av John Deere 754 med modifierade kvistknivar för flerträdsavverkning samt provkörning av flerträds-hanterad granved i renseriet på Hallsta massabruk. 8 s.
Nr 638	Ekstrand, M. 2006. Reseberättelse – Tunga virkesfordon – Nya Zeeland och Australien. 12 s.
Nr 639	Sonesson, J., Almqvist, C., Andersson, B., Ericsson, T., Högberg, K-A., Jansson, G., Karlsson, B., Persson, T., Rosvall O., Stener L-G. & Westin J. 2007. Lägesrapport 2006-12-31 för förädlingspopulationer av tall, gran, björk och contortatall. 21 s.
Nr 640	Rosvall, O., Simonsen, R., Elfving, B., Rytter, L. & Jacobson S. 2007. Tillväxthöjande skogsskötselåtgärder i privatskogsbruket – underlag för lönsamhetsberäkningar. Slutrapport – Lönsam tillväxtökning. 62 s.
Nr 641	Möller, J. J. & Moberg, L. 2007. Stambank VMF Qbera. 14 s.
Nr 642	Möller, J.J., Arlinger, J., Wilhelmsson, L., Sondell, J. & Moberg L. 2007. Modell för automatisk kvalitetsbestämning vid virkesmätning med skördare. 24 s.
Nr 643	Möller, J.J. & Arlinger J. 2007. Praktisk test av automatisk kvalitetssättning vid betalningsgrundande skördarmätning hos Södra skogsägarna i Götaland och Sveaskog i Bergslagen. 44 s.
Nr 644	Jönson, P., Löfroth C., Berger, R. & Mörk, A. 2007. Bränslebesparande och vibrationsdämpande skotning. 18 s.
Nr 645	Möller, J.J. 2007. Stambank VMF Qbera VMR 1-07. 20 s.
Nr 646	Möller, J.J. 2007. Stambank VMF Syd. VMR 1-99 & VMR 1-07.
Nr 647	Bergkvist, I. & Lundström, H. 2007. Studier av Cranab Access i förstagallring av tall. 14 s.
Nr 648	Stener, L.-G. 2007. Studie av klonskillnader i känslighet för askskottsjuka. 14 s.
Nr 649	Stener, L.-G. 2007. Utvärdering av sydsvenska avkommeförsök med klibbal. 44 s.
Nr 650	Stener, L.-G. 2007. Tidig utvärdering av fyra sydsvenska försök med olika lärkarter av olika genetiskt ursprung. 22 s.
Nr 651	Wilhelmsson, L. 2007. Utveckling av egenskapsbeskrivning med avverkningsmaskiner – FoU-läget vid millenniumskiftet. 34 s.
År 2008	
Nr 652	Löfgren, B., Nordén, B. & Lundström H. 2008. Fidelitystudie av en skogsmaskin-simulator. 30 s.
Nr 653	Norén J., Rosca, C. & Rosengren, P. 2008. Riktlinjer för presentation av apterings-information i skogsskördare. 70 s.

Nr 654	Sonesson, J. 2008. Analys av potentiella mervärden i kedjan skog-industri vid användning av pulssintensiv laserscanning.
Nr 655	Jönsson, P. & Nordén B. 2008. Skotare med ALS och tredelade stöttor – Studier av prestation och helkroppsvibrationer i gallring. 14 s.
Nr 656	Persson, T., Almqvist, C., Andersson, B., Ericsson, T., Högberg, K.-A., Jansson, G., Karlsson, B., Rosvall, O., Sonesson, J., Stener, L.-G. & Westin, J. 2008. Lägesrapport 2007-12-31 för förädlingspopulationer av tall, gran, björk och contortatall. 21 s.
Nr 657	Stener, L.G. 2008. Study of survival, height growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in southern Sweden. 10 s.
Nr 658	Almqvist, C. & Eriksson, M. Ökad produktion i plantage 501 Bredinge – försök med rotbeskärning och gibberellinbehandling. 13 s.
Nr 659	Rytter, R.M. 2008. Detektion av röta i bok med 4-punkters mätning av resistivitet. 14 s.
Nr 660	Bergkvist, I., Iwarsson Wide, M., Nordén, B. & Löfroth, C. 2008. Jämförande prestationsstudier – Röjsåg med klinga kontra kedjeröjsåg. 21 s.