



## Möjlighet för längre stocklängder i svenskt skogsbruk

The potential for longer logs in Swedish forestry



Foto: Per Ericsson

**Ida Kihlgren & Elin Persson**



# Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,  
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Elin Persson och Ida Kihlgren
Titel, Sv	Möjlighet för längre stocklängder i svenskt skogsbruk
Titel, Eng	<i>The potential for longer logs in Swedish forestry</i>
Nyckelord/ Keywords	<i>Virkesmätning, aptering, stamskador, postning/ wood measutrement, bucking, stem damages, saw pattern</i>
Handledare/Supervisor	<i>Tomas Nordfjell, Mikael Lundbäck, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi/ Department of Forest Biomaterials and Technology</i>
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0813
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2
Utgivningsort	Umeå
Serie	Kandidatarbeten i skogsvetenskap
Utgivningsår	2018

# FÖRORD

Studien blev aktuell i och med ett intresse från ett företag som också är värd företag för projektet. Studien är av avverkningstekniskt intresse och resultatet kan tänkas vara ett steg i en teknisk utveckling i hantering och förädling av virke samt vara av ekonomisk betydelse. Därför vill vi tacka Komatsu Forest som ville få detta studerat. Vi vill även tacka våra kompetenta handledare, Tomas Nordfjell och Mikael Lundbäck, som har varit väldigt behjälpliga i processen. Slutligen riktas ett tack till Per Ericsson som idogt grävde i sitt arkiv och till slut hittade den bild som pryder omslaget till detta kandidatarbete.

## SAMMANFATTNING

Det tunga manuella skogsarbetet som utfördes förr gjorde det nödvändigt att ta ut korta stockar. Trots den tekniska utvecklingen är de vanligaste stocklängderna inte längre än 5,5 meter idag. Teknikutveckling har lett till sågverk med datortomografi som underlättar val av postning. Virkesmättningsbestämmelserna hindrar ändå vissa stockar att hamna i sågen på grund av krokighet, röta eller annat. Med rätt postning och sågteknik kan även skadade stockar användas.

Olika typer av skador begränsar uttag av längre stockar. Studiens syfte var att se hur stor andel av volymen som kan apteras i längre stockar samt hur geografisk plats påverkar detta. Riksskogstaxeringens provträd undersöktes för att uppskatta hur stor del av slutavverkningsskogen som påverkas av långböj, tvärkrök och röta samt hur stor volym som är helt oskadad. Svealand och Götaland har högst andel volym med långböj och tvärkrök. Totalt i Sverige är 55,5% (835,9 miljoner m<sup>3</sup>sk) helt oskadad. Störst oskadad volym finns i Svealand (232,7 miljoner m<sup>3</sup>sk) och den lägsta volymen återfinns i Götaland (195,9 miljoner m<sup>3</sup>sk). I dessa två områden finns också den största volymen som kan apteras i längre än 15,6 meter. Vad gäller rötförekomsten är den störst i Norrlands inland (5,3%).

Stockar med fel kräver mer resurser att bearbeta. Men om sågen ändå väljer, helt eller till viss del, att använda dem kan en stor volym som annars vrakas tas om hand. Om virkesmättningsbestämmelserna ändras så att fler stockar får möjlighet att bli hanterade kan tillvaratagandet av skogsråvaran förbättras.

Nyckelord: Virkesmätning, aptering, stamskador, postning,

## SUMMARY

The heavy manual forest work which was done before made it necessary to take out shorter logs. Despite the technological development, the most common log length is no longer than 5,5 meters today. The technological development has led to sawmills with computed tomography that facilitates the choice of saw pattern for the logs. Still, the guidelines for wood measurement prevent some logs to be sawed because of stem deformation, rot and other factors. With the right saw pattern and saw technology, the damaged logs can be used.

Harvest of longer logs are limited by different kinds of damages. The aim of the study was to determine how much volume that can be carried out as longer logs and how the geographical location affect this possibility. Sample trees from The Swedish National Forest Inventory was investigated to estimate how large part of the forest ready for final cut that are affected by long bow, sharp bend and rot, also the size of the undamaged volume. In Svealand and Götaland, the largest proportion of long bow and sharp bend are found. In Sweden, the proportion of undamaged volume is 55,5% (835,9 millions of m<sup>3</sup>sk). The largest volume undamaged forest is present in Svealand (232,7 millions of m<sup>3</sup>sk) and the smallest are found in Götaland (195,9 millions of m<sup>3</sup>sk). Also, in these two areas, the largest volume that could be bucked in lengths over 15,6 meters are present. When it comes to damage by rot, the largest volume is found in the inland of Norrland (5,3%).

Defected logs require more resources to handle. If the sawmill choose to make use of these logs, completely or partially, a large volume that otherwise would be rejected, could be used in further processes. If the guidelines for wood measurement changes, a greater number of logs would get the possibility to be handled and the procurement of the forest raw material could be better.

Keywords: Wood measurement, bucking, stem damages, saw pattern

# 1. INLEDNING

## 1.1 Skogsarbetets historia och utveckling

De första skogsarbetarnas arbete var tungt och slitsamt (Hjelm 1991). Yxan var central och användes vid samtliga arbetsmoment i skogen, det vill säga fällning, kapning, barkning och kvistning. Vid senare delen av 1800-talet ersattes den till viss del av stocksågen som innebar att två personer på var sin sida av sågen kunde fälla och kapa trädet till lämpliga längder. I början av 1900-talet ersatte timmersvansen de flesta stocksågar och därmed behövdes bara en huggare per träd som skulle fällas. Vad gäller barkning så ersattes yxan så småningom av en barkspade men fortsatte att användas vid kvistning (Emanuelsson 1996).

Huggarna var inte ensamma i skogen, de hade sällskap av hästkörarna som såg till att stockarna lastades på timmerdoningen och kördes till avlägget. Ibland kunde de även ha sällskap av apterare vars arbetsuppgifter var att aptera stockarna i lämpliga längder. Avläggen var placerade nära vattendrag eftersom flottning var den huvudsakliga transportmetoden för att få stockarna till industrin. På våren, när isarna släppt taget, lades stockarna i vattnet och flottades till sågverken (Hjelm 1991).

Tvåmansmotorsågen trädde fram i skogarna på 1930-talet och var ett steg ytterligare i utvecklingen mot ett helt mekaniserat skogsarbete. Dessa sågar krävde två personer och var tunga vilket bromsade deras utbredning på marknaden. Motorsågar som kunde användas av en person kom senare och de fick betydligt större genomslagskraft. Vid mitten av 1950-talet ökade försäljningen av motorsågar och fortsatte vara en del av skogsarbetet under lång tid (Emanuelsson 1996).

Under mitten av 1900-talet skedde stora förändringar vad gäller teknik och från 1980-talet hade näst intill allt manuellt arbete ersatts av maskiner. Skördare ersatte huggaren eftersom denna maskin kunde fälla, aptera och kvista. Skotaren konkurrerade ut hästen och det utvecklade vägnätet ersatte flottningen och möjliggjorde lastbilstransport till industrin (Larsson 2007). Transporten från avlägg sker idag till stor del med timmerbilar som kan lasta på bilen och på släp. Men om längre stockar, eller till och med helstam, avverkas krävs annan utrustning, något som kan användas för både helstam och kortvirke eftersom det går att anpassa längden på lastutrymmet, såsom en semi-trailer (Faymonville 2015).

I skogsbranschen precis som i andra branscher är det av stor vikt att kunna uppnå kundens krav och önskemål om hur virket är tillrett. Längd på sågtimmer som tas ut påverkas således av kundens efterfrågan (Lundberg och Tarre 1993). Längden är avgörande även i sådan utsträckning att den på sikt anpassar fordonens kapacitet. I Sverige används främst sju-axlade timmerbilar vid transport mellan skog och industri. På dessa är lastlängden på bilen strax över sex meter och på släpet blir de två lastutrymmena cirka 10 meter tillsammans. Hur långa stockarna kan vara beror därför även på lastbilens lastlängd (Uusitalo 2010). Enligt Wilhelmsson (2000) innebär helstamsuttag ökade kostnader inom skogsbruket samt att vägarna inte är rustade för denna typ av transport. Ytterligare något som påverkar dagens längd på stockar är hur skogsarbete utfördes förr. När arbetet utfördes manuellt gick det inte att ta ut en hel stam, istället kapades stammen för att möjliggöra hantering (Hjelm 1991).

Den tekniska utvecklingen är märkbar men de apteringsprinciper som utövas idag utgår mestadels från de gamla förutsättningarna (Larsson 2007). Idag bör det, med dagens redskap och maskiner, vara möjligt att ändra dessa principer så att de utgår från förutsättningarna som finns idag. Det handlar därmed om möjligheten att ändra den typiska stocklängden till att vara något längre eller att ta ut hela stammar (Rundvirke Skog 2017).

## 1.2 Virkesmätning- historia och nutid

Virkesmätning utförs av en oberoende part för att bedöma virkets värde och för att kunna genomföra affärer. Mätningen följer en virkesmätningsslag vilken ger köpare och säljare lika förutsättningar (SDC 2018). Vid virkesmätningen mäts virkets stycketal, dimension, volym och vikt samt en bedömning av virkets beskaffenhet och lämplighet för det avsedda användningsområdet. Bedömningen av virkets beskaffenhet under 1940-talet var osäker. Virkesmätarens arbetsuppgift var att kvalitetsbestämma stocken utifrån egenskaper som visade sig på insidan av stocken genom en undersökning av utsidan. De faktorer som skulle bedömas vid mätningen var egenskaper som årsringsbredd, kvistantal och kviststorlek, tjurved, stockblånad, röta och övervallade skador (Pettersson m.fl. 2011).

Det fanns svårigheter i att ta fram rättvisa riktlinjer för virkesmätning både vad gäller säljare och köpare. Säljaren hade för avsikt att förminska de befintliga kvalitetsfelen för att få sälja stockarna dyrare och köparen önskade förstora kvalitetsfelen för att få ett bättre pris. Denna konflikt, i uppfattning om stockens egentliga värde, gjorde det svårare att ta fram riktlinjer för bedömning som var neutral för båda parter. De riktlinjer som fanns var svårtydda och tolkades olika av mätarna vilket resulterade i att kunden kunde känna en viss orättvisa i mätningen av sitt virke (Pettersson m.fl. 2011).

Att avgöra vad som var bra kvalitet var inte en enkel uppgift. Mätningen var subjektiv eftersom uppfattning om kvalitet varierade från person till person och mätaren bedömde kvaliteten på en stock genom sitt förnuft. Kvalitet berodde också på råvarans ändamål och kundens önskemål för nyttan av sin produkt. Nyttan och ändamålet för en stock var svårbedömd både på grund av att virkesmätaren inte visste kundens önskemål och för att stockarna var svåra att klassificera. Att göra grundligare mätningar för att få fram fler egenskaper från stocken skulle underlättat för att hitta rätt råvara till rätt kund men det skulle inneburet ökad kostnad. En önskan av bättre kvalitet från kunden skulle medföra en styrning mot produktion av timmer med ett högre värde (Pettersson m.fl. 2011).

Synen på bra timmer har ändrats något över tiden. I början av 1800-talet köpte skogsbolagen timmerstockar som hade en jämn böj för att använda dessa till skeppsbygge (Wifstavarvs bruk AB 1838). Detta sortiment har helt försvunnit ur det svenska skogsbruket (Sennblad 2008).

Många timmerstockar som skulle kunna användas efter viss bearbetning klassas ner eller vrakas på grund av de virkesmätningsslagbestämmelser som råder idag (SDC 2017). Precis som apteringsprinciperna präglas även virkesmätningsslagprinciperna av hur det var förr och utvecklingen mot öppnare riktlinjer för virkesmätning motsvarar inte möjligheterna som nu finns (Pettersson m.fl. 2011).

### 1.3 Postning och sågteknik

En stock kan generera olika dimensioner på virke och ge olika produkter efter sågning. Postning är det moment som innebär att sågbladen eller sågklingorna ställs in och deras antal bestäms, detta avgör sedan hur stocken blir sönderdelad. Mönstret kan se ut på olika sätt och påverkar hur den sågade varan blir. Postning kan bland annat utföras som genomsågning, frysågning eller med syfte att såga ut kärnveden (Nylinder och Fryk 2015).

Alla timmerstockar är inte raka utan många avviker i formen och detta kan ställa till med problem i sågen. Om det går att följa centrumlinjen på en krokig stock kan värdeutbytet av stocken öka. Metoden för att följa centrumlinjen fastän stocken inte är rak kallas kroksågning, jämfört med den vanliga raksågningen (Söderström och Sederholm 1988).

För att helt korrekt bestämma vad en stock ska användas till och därefter hur den ska sågas behövs information från stockens in- och utsida. Datortomografi (DT) kan användas för att se hur stockarna ser ut på insidan och därmed redan innan sågning se vad varje stock är lämplig för (Fredriksson et al. 2017). Datortomografi innebär att röntgenstrålar sänds genom timmerstocken och dessa mäts sedan av detektorer. Den informationen som detektorerna mäter kan användas för att få information om stockens insida. Inre egenskaper som blir synliga genom scanning är densitet, kvist, andel kärnved och splintved, diameter under bark, stocktyp, kvalitet och årsringsbredd (Fredriksson m.fl. 2017). Några av de första som använde tekniken var Funt och Bryan (1987) och på den tiden tog det tre minuter för att scanna en centimeter av stocken varför det inte var aktuellt att installera detta i sågverken (Funt och Bryan 1987). Men den tekniska utvecklingen har bidragit till att det idag finns goda möjligheter att använda datortomografi. Genom att se de inre egenskaperna och anpassa sågningen kan stockens värde öka upp till 20% (Rais m.fl. 2017). I början av 2018 stod det första sågverket i Sverige utrustat med datortomografi färdigt. Såglinjen går under namnet "Sveriges modernaste såglinje" och återfinns i Sävar. Investeringen för den nya såglinjen, samt en ny virkestork på platsen, uppskattas till 70 miljoner kronor (Norra Timber 2018).

### 1.4 Apterling

Apterling har betydelse för alla kommande steg i behandling av en stock. Om apterlingen görs utan hänsyn till stocken ändamål kan stora värdeförluster komma som följd (Sennblad 2008). Förr kapades stockar utan avseende på vidare användning och fokus låg på att få ut största möjliga volym till lägsta kostnad. Om den som apterar vet vad slutprodukten är kan kostnaderna minskas. Från industrin sett så måste apteringsönskemålen uppfyllas för att verksamheten ska vara lönsam (Conway 1982).

De idag vanligast förekommande längderna på stockar är 3,4–5,5 meter (Sennblad 2008) men avvikelser förekommer eftersom köparen kan ha specifika krav på längd vid inmätningen. Vad gäller längdkravet måste detta uppfyllas enligt avtal (SDC 2017). Det kan finnas teoretiska möjligheter till ett mer kombinerat brukande där långa stockar, kanske till och med helstam, avverkas och tas ut närmare industrierna och de kortare längderna hämtas där transportavståndet är längre (Harstela 1999).



## 1.5 Hinder för att aptera långa stockar

I Sverige är älg en betydande skadegörare på skog och åstadkommer stamskador. Viltet betar bland annat av toppskottet, som följd tar ett annat skott över och blir den nya toppen. Det nya toppskottet kan medföra fiberstörningar om det bildats en tvärkrök, men också flerstammighet om flera sidogrenar tar över som topp, vilket kan vara problematiskt att hantera. Effekten av hårt bete där trädet inte kan reparera sig fullständigt blir en skada med påverkan på vidareförädlingsprocessen av virket. Eftersom viltet betar på 1,5–2 meters höjd framträder skadan på rotstocken (Bergquist m.fl. 2002). Enligt rådande virkesmättningsbestämmelser får en krök medföra maximalt 120 centimeter i utbytesförlust. Om denna gräns överskrids vrakas stocken (SDC 2017).

Träd som får sin ena sida friställd, får på den sidan ökad kronutveckling och det leder till att stammen böjs av tyngden. De träd som växer i beståndskanter eller intill stickvägar kan som följd av detta få en böjd stam. Snö i trädtopparna kan också medföra att stammens böjs, eller i värsta fall ger vika och bryts av. Långböj, som denna stamdeformation kallas när det kommer till virkesmätning, leder till utbytesförluster i sågen. För att minska förlusterna, och risken för vankant, kan stockar som inte är nog raka sågas tillsammans med stockar av klenare diameter (Nylinder och Fryk 2015).

Röta är en annan skada som kan leda till att en stock vrakas, rötangreppet får inte överskrida mer än 5% av ändytan, med rotbenen exkluderade (SDC 2017). Det är främst röta på gran som påverkar det svenska skogsbruket (Thor m.fl. 2004). Den röta som visas via en borrhärna i brösthöjd visar 40-70% av den röta som återfinns i stambasen. Detta förklaras med att rötandelen avsmalnar med stigande höjd i stammen. Avsmalningen innebär att det egentliga rötangreppet inte återspeglas genom borrhörning i brösthöjd (Stenlid och Wästerlund 1986). Vad gäller rötans förekomst i landet finns den jämt över i princip hela Sverige, bortsett från ökad frekvens i kalkrika områden. Även olika skogsskötselåtgärder kan påverka spridning av röta (Witzell m.fl. 2009).

Sverige är ett avlångt land och vegetationsperiodens längd varierar mycket vilket påverkar trädets tillväxt (SMHI 2017). Bonitet skiljer sig också mellan olika växtplatser och trädets maximala höjd ökar med ökad bonitet. Träd har alltså olika förutsättningar beroende på var de växer och når således en viss höjd på olika lång tid. Boniteten är dock inte helt avgörande vad gäller avsmalning och stamform. Det bestånd trädets växer i har störst betydelse. Med ökat stamantal minskar avsmalningen, vilket ger en bättre stamform (Albrektson m.fl. 2012).

## 1.6 Syfte

Målet med studien var att undersöka tall- och granbestånd i slutavverkningsskog för att uppskatta andelen volym i dessa som skulle kunna apteras i längre stockar än vad som görs idag och hur stor volym som inte godtas enligt de virkesmättningsbestämmelser som råder.

Ännu ett mål är att undersöka om det finns något samband mellan geografiskt område och förekomst av oskadad skog samt förekomst av rötad gran. Ytterligare ett mål är att undersöka hur geografisk plats påverkar höjden och således avgör hur stor volym som kan apteras i olika längder.

Hypotesen är att det i svenskt skogsbruk finns goda möjligheter till längre virkeslängder. Dessutom att virkesmättningsbestämmelser måste ändras för att öka utnyttjandet av volymen i skogen.

Vad gäller rötad skog är hypotesen sådan att frekvensen rötad skog är jämn över hela landet förutom högre frekvens i Norrlands inland. En hypotes är också att det finns samband mellan geografisk växtplats och möjligheten att aptera längre stockar.

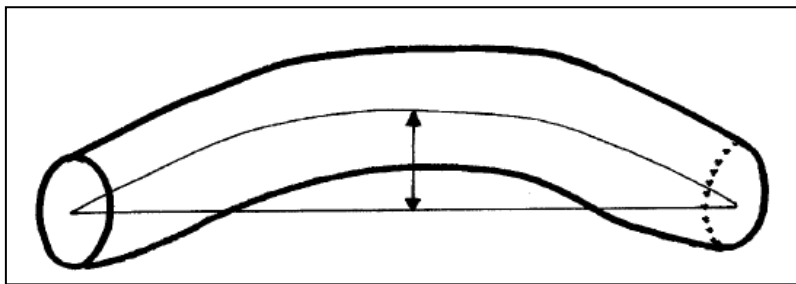
Studien behandlar endast slutavverkningsskog. De trädslag som behandlas i studien är gran och tall eftersom dessa trädslag är de med betydelse i svensk sågverksindustri. Det finns många skador att beakta när det talas om stockars kvalitet men i denna studie läggs fokus på tvärkrök, långböj och röta. För röta beaktas endast gran eftersom volymen rötskadad tall, som tidigare nämnts, har förhållandevis liten betydelse.

## 2. MATERIAL OCH METODER

### 2.1 Provträd

Riksskogstaxeringen mätte in klavträd och provträd. Skillnaden mellan mätningarna var att klavträden klavades och artbestämdes medan provträden, som slumpades fram bland klavträden, mättes med anspråk på fler parametrar. De provträd som låg till grund för denna studie mättes av Riksskogstaxeringen under åren 2005-2015. Mätdata från provträden som undersöktes var trädslag, huggningsklass, vilken del av landet träden befann sig i, förekomst av långböj och tvärkrök samt röta (Riksskogstaxeringen och Markinventeringen 2015).

Långböj mättes på stammens fem nedersta metrar och delades in i tre olika klasser grundade på båghöjden vilket är höjden på den avvikelse som stocken gör från ändytornas märke. Om båghöjden var mindre än 5 centimeter noterades det som att långböj saknades (Figur 1). När båghöjden nådde 5-10 centimeter bedömdes långböjen vara måttlig. Den sista och allvarligaste klassen var kraftig långböj vilket noterades i de fall där båghöjden överskred 10 centimeter (Riksskogstaxeringen och Markinventeringen 2015).



Figur 1. Illustration över hur båghöjden mäts. Ur Riksskogstaxeringen och Markinventeringen (2015).

*Figure 1. An illustration of the measurement of bow height. The Swedish National Forest Inventory and The Swedish Forest Soil Inventory (2015).*

Tvärkrök innebär att stammen av någon anledning byter riktning. För provträden mättes denna deformation på de tio nedersta metrarna. I de fall stammens märke avvek mer än 5 centimeter från den ursprungliga märken klassades det som tvärkrök. Om denna avvikelse var mindre än 5 centimeter noterades ingen tvärkrök (Riksskogstaxeringen och Markinventeringen 2015).

Röta bedömdes genom en borkkärna och klassades in i femtedelar av trädets radie. Borrning av provträden skedde vinkelrätt och i brösthöjd, det vill säga 1,3 meter från trädets gröningspunkt, där också ålder noterades (Riksskogstaxeringen och Markinventeringen 2015).

## 2.2 Arbetsgång

Dataunderlaget om provträden var sammanställt i en Excel-fil. Utifrån denna gjordes sorteringar som därefter användes i analyserna. En "filterfunktion" i Excel användes för att sortera fram de parametrar som skulle noteras. Gran och tall filtrerades fram och därefter sorterades huggningsklasserna på så sätt att endast slutavverkningsskog berördes.

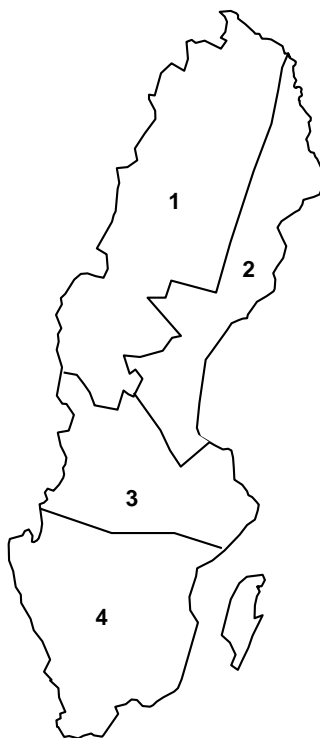
Landet delades först in i länsliknande indelningar (Tabell 1) för att sedan delas in i endast fyra delar. Norrlands inland, Norrlands kust, Svealand och Götaland (Figur 2).

**Tabell 1.** Antalet träd, viktad volym (miljoner m<sup>3</sup>sk) och provträdsvolym (m<sup>3</sup>sk) för de olika områdena  
**Table 1.** The number of trees and weighted volume (millions of m<sup>3</sup>sk) and volume of the sample trees (m<sup>3</sup>sk) for the different areas

Område	Antal provträd	Miljoner m <sup>3</sup> sk	m <sup>3</sup> sk <sup>a</sup>	Landsdel <sup>b</sup>
Norrlands inland	3132	96,1	112,4	1
Jämtlands län	6437	189,8	285,1	1
Västerbottens inland	2 591	85,5	99,1	1
Västerbottens kust	2 812	69,6	115,8	2
Norrbottnens kust	3 162	75,3	118,2	2
Västernorrlands län	3 028	104,0	148,5	2
Gävleborgs län	3 260	90,7	184,4	2
Dalarnas län	5 471	139,2	268,4	3
Värmlands län	3 192	92,2	217,0	3
Örebros län	1 635	45,3	125,2	3
Västmanlands län	916	25,1	69,3	3
Stockholm och Uppsala län	2 621	69,9	202,3	3
Södermanlands län	1 096	30,1	91,2	3
Östergötlands län	1 700	47,4	152,2	4
Västra Götalands län	4 199	105,8	343,0	4
Jönköpings län	2 350	63,7	190,0	4
Kronobergs län	1 700	45,0	124,2	4
Kalmars län	2 421	65,9	209,9	4
Hallands län	985	22,7	83,9	4
Skånes län	939	21,7	87,4	4
Blekinges län	425	10,7	35,1	4
Gotlands län	625	8,9	26,9	4
<b>Totalt</b>	<b>54 697</b>	<b>1 504,6</b>	<b>3 290,4</b>	

a) Provträdens sammanlagda volym

b) Landsdel enligt Figur 2



Figur 2. Indelning av Sverige i 1) Norrlands inland, 2) Norrlands kust, 3) Svealand, 4) Götaland där Gotland ingår.

*Figure 2. The division of Sweden, in 1) the inland of Norrland, 2) the coast of Norrland, 3) is Svealand, 4) Götaland with Gotland included.*

Provträdens volym var viktade för att motsvara hela Sverige. Det fanns tre alternativa kapdiametrar för sågtimmer på 12, 16 och 20 centimeter. För att få volymen på stocken upp till dessa toppdiametrar subtraherades stubbvolymen från totalen. Skillnaden mellan huggningsklasserna D1 och D2 var att D1 var yngre slutavverkningsskog och D2 motsvarade äldre slutavverkningsskog (Riksskogstaxeringen och Markinventeringen 2015).

### **2.3 Skador på provträd**

Träd med endast tvärkrök sorterades ut, sedan träd med endast långböj och slutligen träd med båda skadorna. Volymen och antal provträd noterades för dessa sorteringar. Därefter visades gran i slutavverkningsskog och för dessa noterades total rötad volym och antal träd som hade röta. En separat volym och antal träd noterades för de träd som hade 1-20% av radien rötad. När volymen för dessa dokumenterats per indelning gjordes en sortering där träd med långböj, tvärkrök, röta och alla andra förekommande skador togs bort. Det som återstod efter denna bortsortering benämndes som oskadad skog. Därefter studerades kapdiametrarna 12, 16 och 20 centimeter och i de olika landsdelarna för den helt oskadade volymen. Stocklängderna delades upp i sex olika klasser av längdintervall från 3,5-5,5 meter och upp till en klass innehållandes stockar över 15,6 meter, volymen som hamnade i varje klass noterades för respektive landsdel.

## 2.4 Statistisk analys

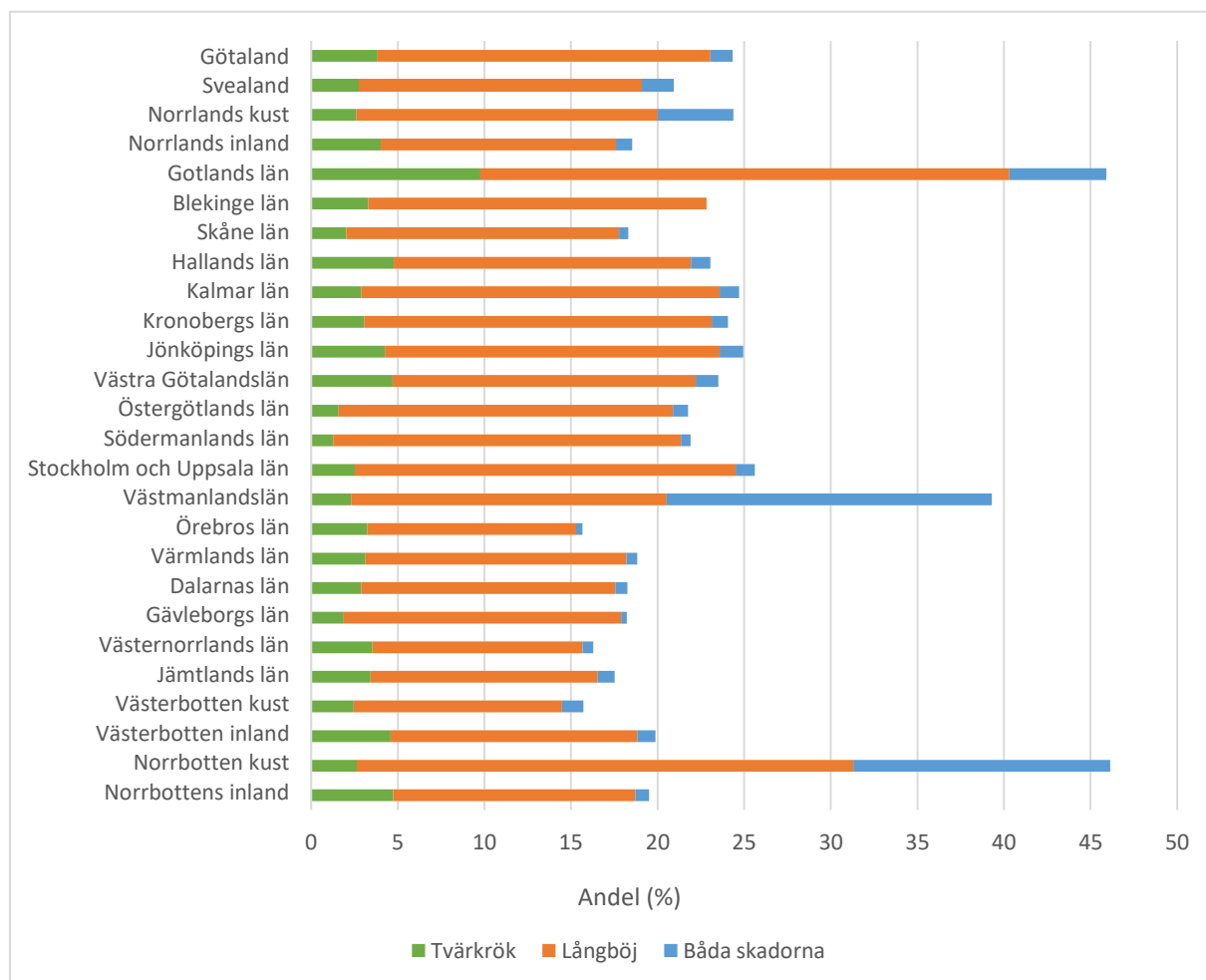
För att undersöka om det fanns något samband mellan geografisk plats och andelen oskadad volym gjordes ett statistiskt test. Noll-hypotesen var att det inte fanns någon skillnad mellan geografisk plats och andelen oskadad volym. Alternativhypotesen var således att någon eller några utav landsdelarna skiljde sig åt. Analysen utfördes i Minitab med hjälp av ett icke-parametriskt test, Kruskal-Wallis test (Mahoney och Magel 1996). Därefter gjordes ett Mann-Whitney test som ett post-hoc-test för att se mellan vilka geografiska platser skillnaderna fanns (Samuels m.fl. 2011). I testen användes den volym som var oskadad för gran och tall i slutavverkningsskog, uppdelad på de fyra landsdelarna (Figur 2).

### 3. RESULTAT

#### 3.1 Långböj och tvärkrök

Bland tall och gran i slutavverkningsskog har Norrlands kust och Götaland högst andel träd med tvärkrök och/eller långböj, 24,4% respektive 24,3%. Norrlands inland har sin totala skadenivå på 18,5% och Svealand har motsvarande 20,9%. Vad gäller endast långböj är det störst frekvens i Götaland som har 19,2% av alla provträd defekta. Tvärkrök förekommer i något större utsträckning i Norrlands inland men totalt över alla landsdelar är fördelningen jämn, den varierar mellan 2,6 och 4,0% (Figur 3).

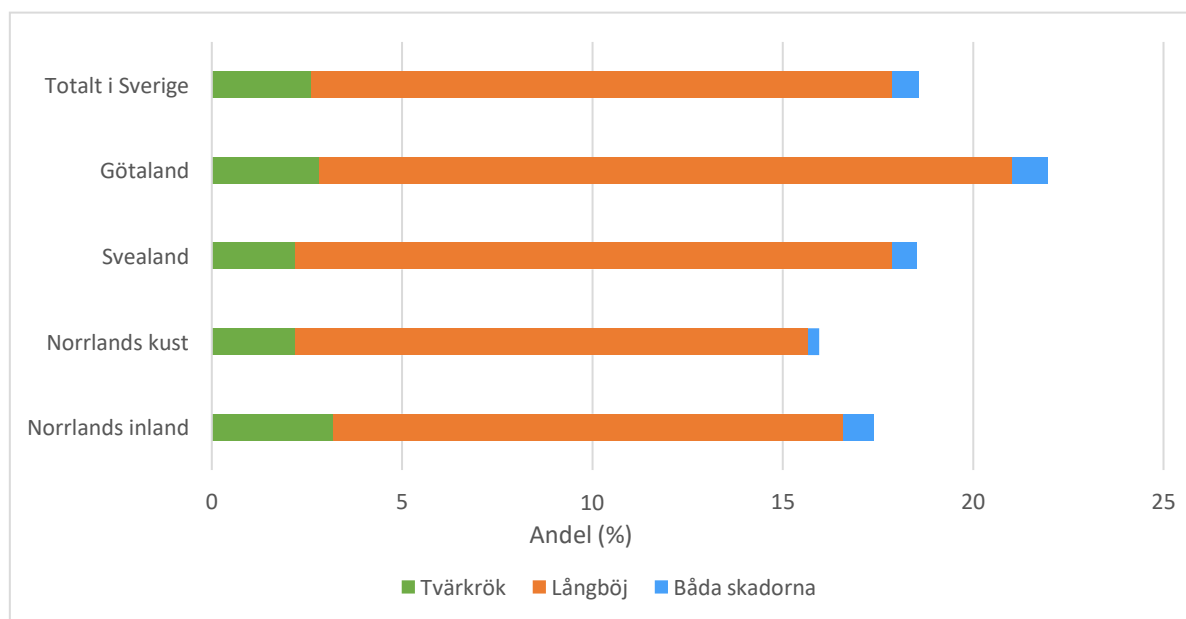
Frekvensen långböj är högre än frekvensen tvärkrök, i alla områden. Norrbottens kust, Västmanlands län och Gotlands län utmärker sig i att ha en stor andel av provträden med långböj och/eller tvärkrök. Norrbottens kust har totalt 46,1% av provträden skadade med denna typ av skador och Gotlands län har nästan lika mycket, 45,9%. Västmanlands län har den lägsta frekvensen av dessa tre områden, 39,3% av provträden. Detta område har däremot den största andelen provträd med både tvärkrök och långböj noterat på samma stam, nästan 19% av provträden har båda stamdeformationerna samtidigt (Figur 3).



Figur 3. Andel av provträden med tvärkrök och/eller långböj i de olika områdena.

Figure 3. Proportion of the sample trees with sharp bend and/or long bow in different areas.

Den totala volymen som noterats med tvärkrök och/eller långböj motsvarar 18,6% av hela Sveriges totala volym. Den största andelen finns i Götaland med 22,0% och i Svealand som har 18,5% av totalvolymen. Norrlands kust har 16,0% av volymen med tvärkrök och/eller långböj vilket är lägst andel i Sverige. Långböj som visar sig vara den av dessa två defekter som förekommer i störst grad påverkar 15,3% av Sveriges totala volym. Den största andelen långböj påträffas i Götaland med 18,2% och minst andel finns i Norrlands inland och kust, en andel på 13,4% respektive 13,5% (Figur 4).



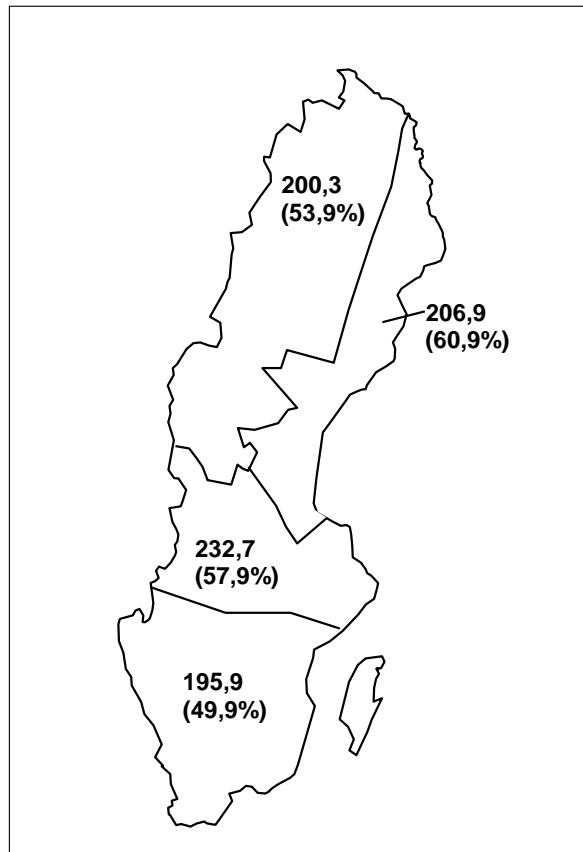
Figur 4 Andel av total volym med långböj och/eller tvärkrök samt total med dessa skador (%).

Figure 4. Proportion of the total volume with long bow and/or sharp bend and the total of these damages (%).

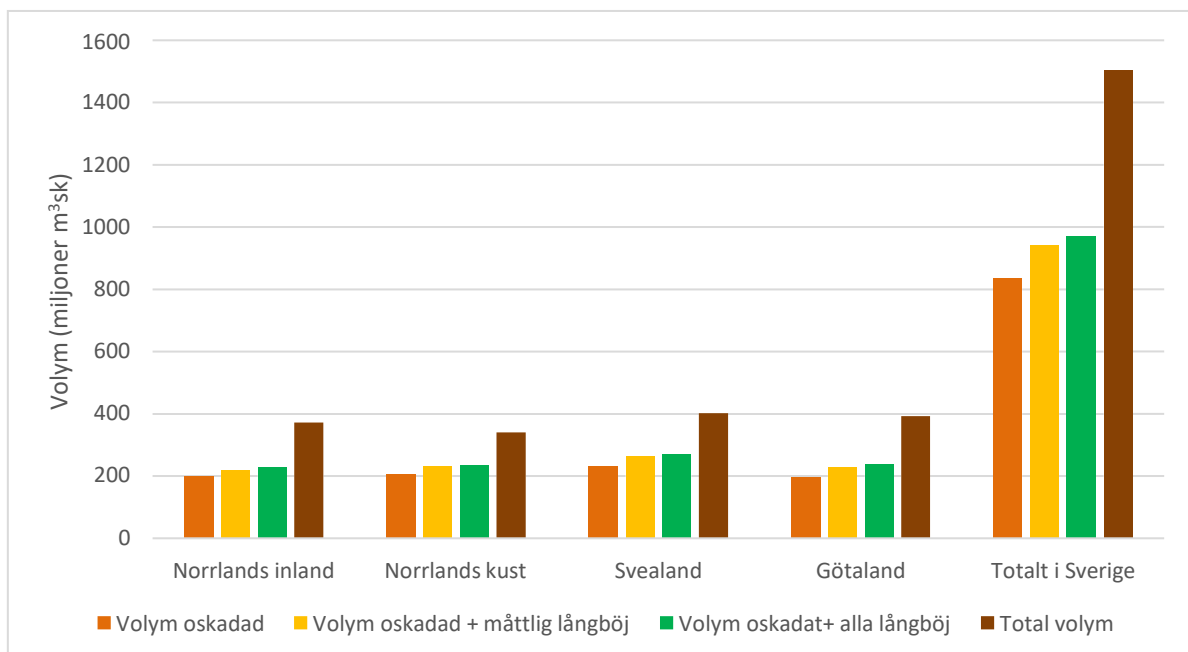
### 3.2 Oskadad skog

Den största volymen helt oskadad skog finns i Svealand (Figur 5). Där är totalt 232,7 miljoner m<sup>3</sup>sk utan några noterade skador (Figur 6) vilket motsvarar 57,9% av den totala volymen i landsdelen (Figur 7). Den lägsta volymen oskadad, 195,9 miljoner m<sup>3</sup>sk, återfinns i Götaland (Figur 6). Procentuellt sett har Götaland också lägst andel oskadad volym av sin totala volym i området. Endast 49,9% visar sig vara utan defekter. Den högsta andelen oskadad volym finns i området Norrlands kust där 60,9% noterades utan skador. Svealand har en något mindre andel om 57,9% av volymen i området oskadat medan det i Norrlands inland finns 53,9% (Figur 7). Totalt över Sverige visar det sig att 835,9 miljoner m<sup>3</sup>sk (Figur 6), vilket motsvarar 55,5%, av gran och tall i slutavverkningsskog är utan defekter (Figur 7).

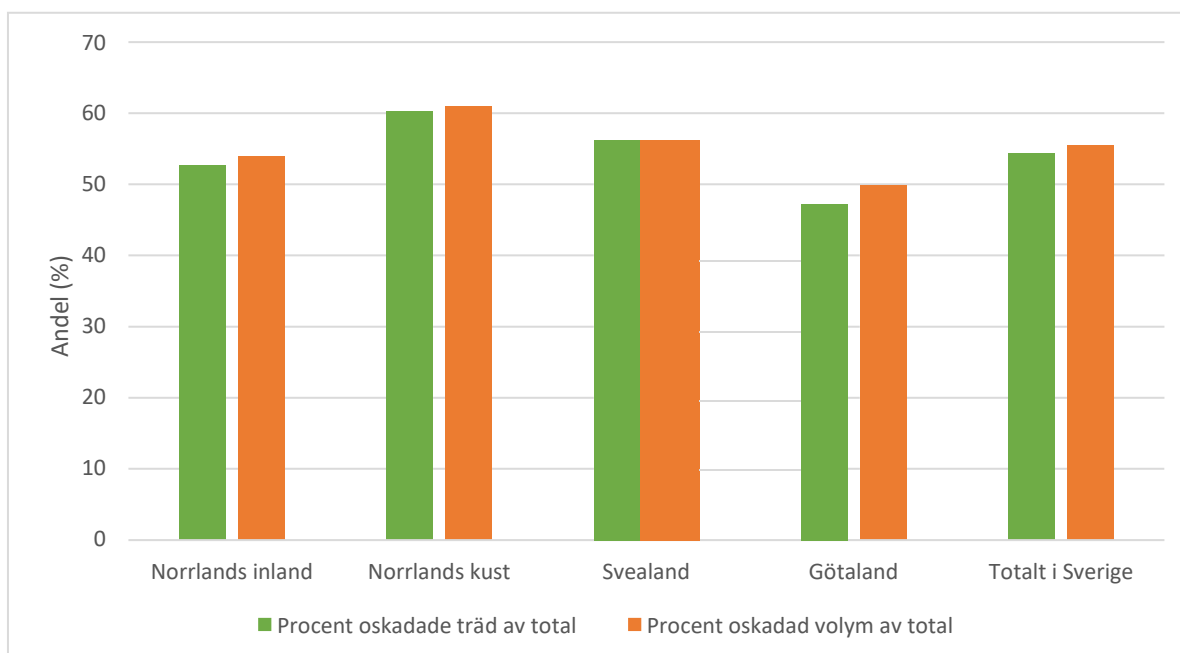




Figur 5. Indelning av Sverige med oskadad volym (miljoner m³sk) samt andel i varje område.  
 Figure 5. The division of Sweden with undamaged volume (millions of m³sk) and the proportion in each area.



Figur 6. Oskadad volym (miljoner m³sk) och med måttlig långböj samt med alla grader av långböj, där totalvolymen är en summa av oskadad och skadad volym.  
 Figure 6. Undamaged volume (millions of m³sk) together with moderate long bow and all grades of long bow, where the total volume is the sum of undamaged and damaged volume.



Figur 7. Andel oskadad volym av total volym och andel provträd i olika landsdelar.

Figure 7. Undamaged volume as a proportion of the total volume and sample trees in different land divisions.

Om de träd som har måttlig långböj adderas till den oskadade volymen blir det 943,4 miljoner m<sup>3</sup>sk totalt för Sverige. Adderingen om 107,5 miljoner m<sup>3</sup>sk medför en procentuell ökning på 12,9%. Den största ökningen i och med en inkludering av måttlig långböj sker i Götaland med 32,5 miljoner m<sup>3</sup>sk extra (16,6%). Den minsta skillnaden visas i Norrlands inland där ökningen är 20 miljoner m<sup>3</sup>sk (10%). Om både kraftig och måttlig långböj skulle accepteras blir ökningen 136,1 miljoner m<sup>3</sup>sk (16%) för Sverige. För de olika landsdelarna varierar ökningen mellan 42,2 miljoner m<sup>3</sup>sk i Götaland (22%), 29 miljoner m<sup>3</sup>sk (14%) i Norrlands kust, m<sup>3</sup>sk (17%) i Svealand och 26,1 miljoner m<sup>3</sup>sk i Norrlands inland (13%) (Figur 6).

### 3.3 Volym vid olika kapdiametrar

Oskadad volym som kan sågas längre än 15,6 meter, med en kapdiameter på 12 centimeter finns det tydligt större volym av i Svealand och Götaland än i Norrland. I dessa landsdelar påträffas volymer över 100 miljoner m<sup>3</sup>sk. Samtidigt finns större volym vid Norrlands kust än i inlandet. Varje längdintervall visar den volym som finns för specifik kapdiameter. För varje längdintervall kan samtliga volymer till höger, alltså de längre längderna, apteras i den längden (Tabell 2).

För kapdiameter 16 centimeter återfinns den största volymen vid längre stocklängder i Svealand och Götaland där 69,7 respektive 73,2 miljoner m<sup>3</sup>sk kan apteras i stockar längre än 15,6 meter (Tabell 2).

Vid minsta kapdiameter på 20 centimeter är det endast 6,4 miljoner m<sup>3</sup>sk som kan apteras längre än 15,6 meter i Norrlands inland. Något större volym, 11,7 miljoner m<sup>3</sup>sk, är tillgänglig i Norrlands kust. Den största volymen som kan apteras i över 15,6 meter långa stockar finns i Götaland som har 33,0 miljoner m<sup>3</sup>sk och Svealand med 28,7 miljoner m<sup>3</sup>sk (Tabell 2).

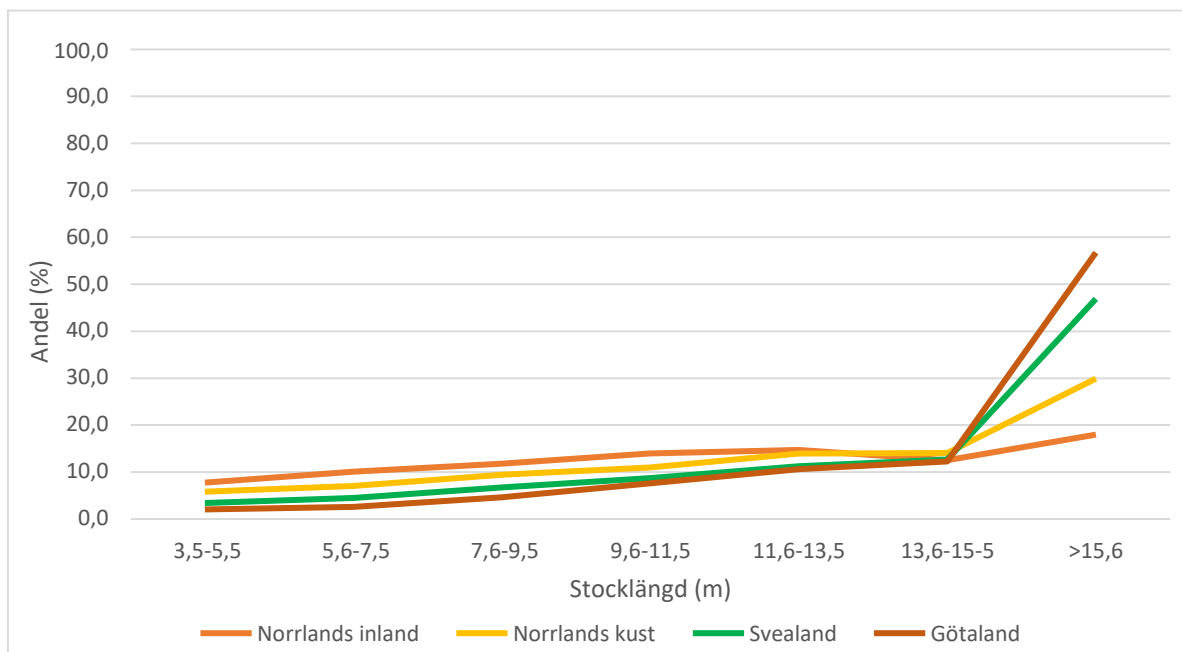
**Tabell 2.** Volym (miljoner m<sup>3</sup>sk) i olika intervall (3,5 till över 15,6 meter) vid kapdiameter 12, 16 och 20 centimeter

*Table 2. Volume (millions of m<sup>3</sup>sk) in different length interval (3,5 to over 15,6 meters) at the cutting diameter 12, 16 and 20 centimeters*

Kapdiameter	Landsdel (Kod) <sup>a</sup>	Oskadad volym	3,5 -5,5	5,6- 7,5	7,6- 9,5	9,6- 11,5	11,6- 13,5	13,5- 15,5	>15,6
12	1	200,3	15,5	20,2	23,6	28,0	29,5	25,1	36,0
12	2	206,9	12,1	14,6	19,6	22,8	28,8	29,1	61,9
12	3	232,7	7,9	10,4	15,6	20,2	26,1	29,4	109,1
12	4	195,8	4,0	5,0	9,0	14,9	20,8	24,0	111,1
16	1	200,3	21,6	23,5	26,0	25,4	22,3	16,6	14,5
16	2	206,9	17,6	18,6	22,3	26,1	27,0	22,5	30,8
16	3	232,7	12,8	16,7	20,7	26,1	27,1	29,2	69,7
16	4	195,8	7,0	12,0	15,9	21,2	24,3	27,4	73,2
20	1	200,3	24,3	22,2	23,7	18,4	13,3	6,6	6,4
20	2	206,9	20,9	22,4	22,8	21,7	18,7	12,5	11,7
20	3	232,7	19,5	21,4	24,3	24,8	25,9	23,3	28,7
20	4	195,8	14,7	17,1	21,3	23,8	24,3	21,9	33,0

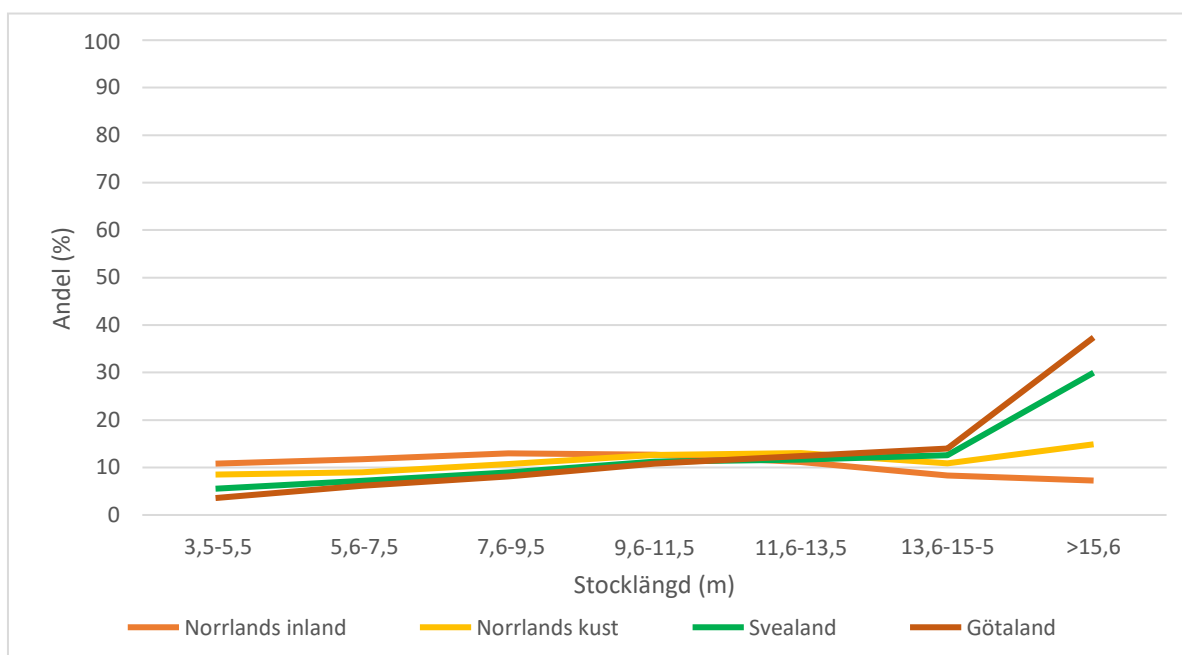
a) Indelning enligt Figur 2.

Vid kapdiameter 12 centimeter ökar andelen volym med ökad stocklängd för alla landsdelar. För Norrlands inland varierar andelen i stocklängderna mellan 7,7% för längderna 3,5-5,5 meter och 18,0% för längder över 15,6 meter, vilket är den minsta variationen. Den största förändringen sker i Götaland. I detta område har 2,0% av den oskadade volymen en kapdiameter på 12 centimeter vid stocklängderna 3,5-5,5 meter och 56,7% i längder över 15,6 meter (Figur 8).



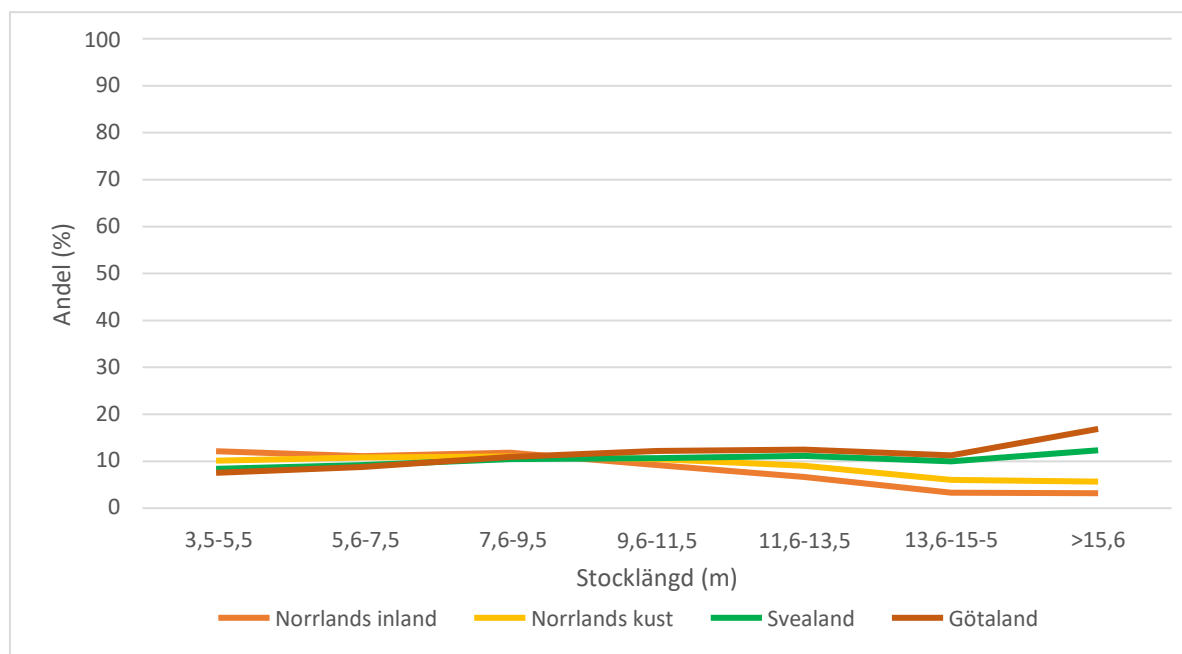
Figur 8. Andel vid olika stocklängder vid kapdiameter 12 centimeter.  
 Figure 8. The proportion at different log lengths at the cutting diameter 12 centimeters.

Vid kapdiameter 16 centimeter ökar andelen volym med ökad längd för alla landsdelar förutom Norrlands inland som har den största andelen i stocklängderna 7,6-9,5 meter och den minsta andelen i längderna över 15,6 meter. De övriga landsdelarna skiljer sig från Norrlands inland. Norrlands kust, Svealand och Götaland följer samma mönster och samtliga har den största andelen i de längsta stocklängderna. Götaland har även vid denna kapdiameter den största variationen i andelar (Figur 9).



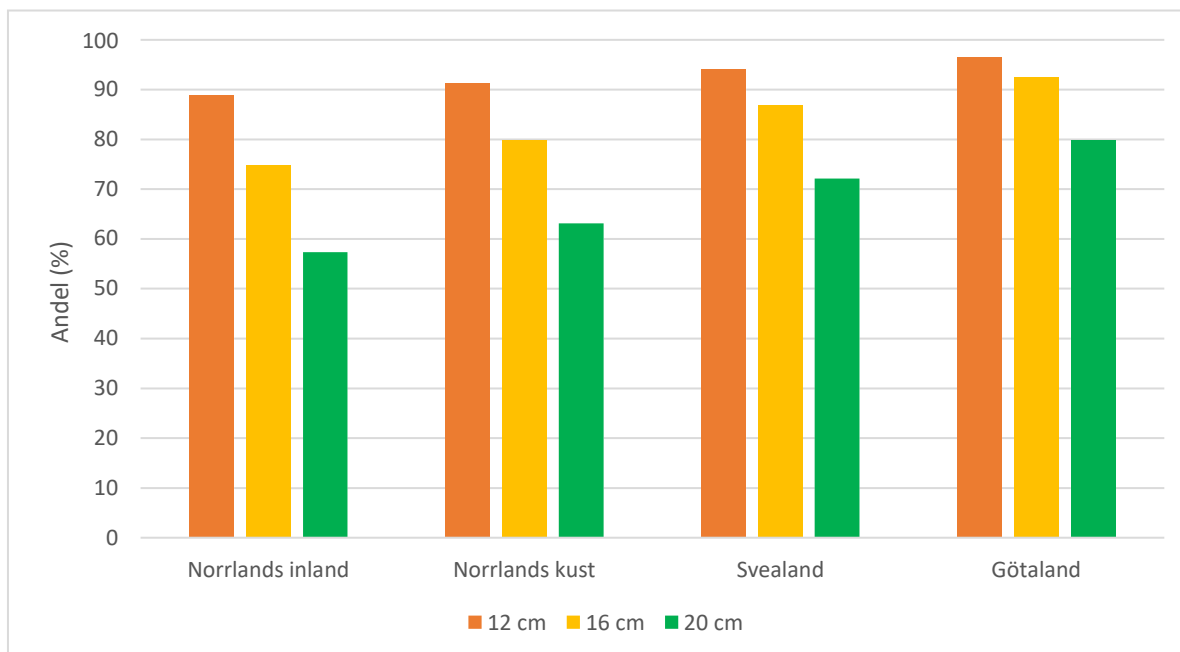
Figur 9. Andel vid olika stocklängder vid kapdiameter 16 centimeter.  
 Figure 9. The proportion at different log lengths at the cutting diameter 16 centimeters.

Vid kapdiameter 20 centimeter sjunker andelen volym både för Norrlands inland och Norrlands kust med ökad stocklängd. Svealand och Götaland har ökad andel vid ökad stocklängd där den största andelen finns i Götaland som har 16,9% i längder över 15,6 meter (Figur 10).



Figur 10. Andel vid olika stocklängder vid kapdiameter 20 centimeter.  
 Figure 10. The proportion at different log lengths at the cutting diameter 20 centimeters.

Den andel som kan apteras från 3,5 meter och över 15,6 meter är lägst för Norrlands inland, i alla kapdiametrar. I detta område kan 88,8% av den oskadade volymen användas vid kapdiameter 12 centimeter. De kvarvarande 11,2% uppfyller inte kravet på kapdiameter oavsett stocklängd. 96,4% som är den största andelen som kan tas tillvara av den oskadade volymen finns i Götaland. Det är även här andelarna för de övriga kapdiametrarna är störst. (Figur 11).



Figur 11. Andel av den oskadade volymen som kan användas vid kapdiameter 12, 16 och 20 centimeter.  
*Figure 11. The proportion of the undamaged volume that can be used at cutting diameter 12, 16 and 20 centimeters.*

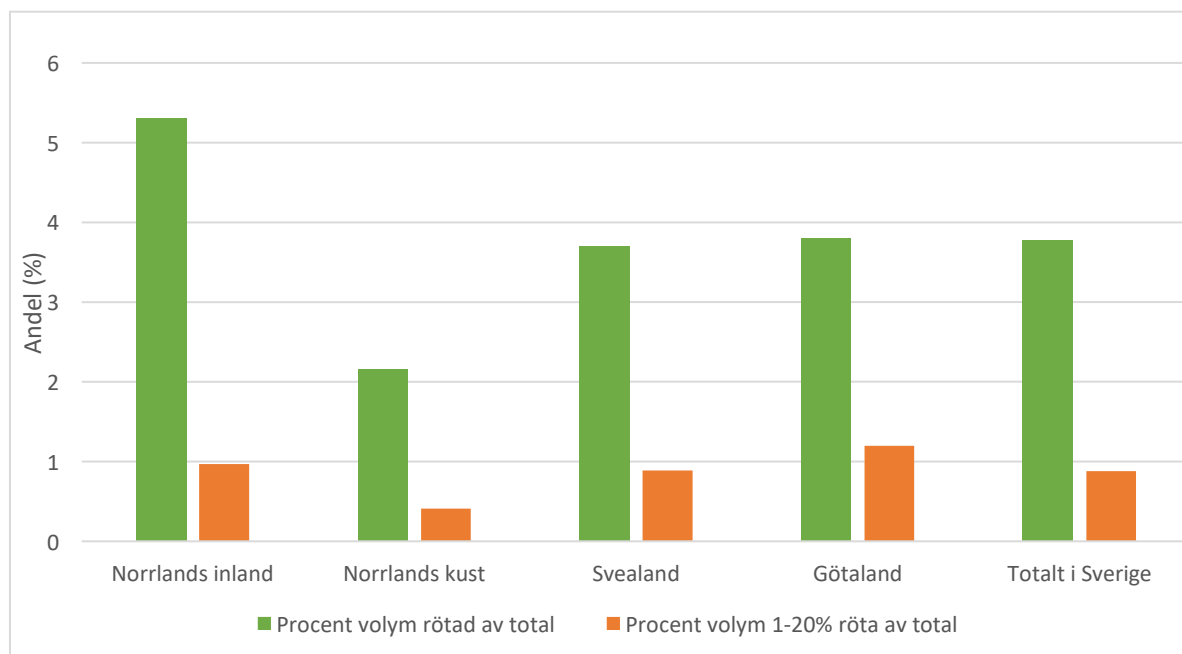
### 3.4 Rötforekomst

Rötandelen för gran i slutavverkningsskog är totalt över hela Sverige 1,7% av stammarna. För endast klassen 1-20% röta är det 0,4%. Den största andelen röta återfinns i Norrlands inland där 2,3% av provträden är rötade i brösthöjd. Bland dessa rötade provträd har under en halv procent så lite röta som 1-20% av radien. I Norrlands kust finns minst andel av träden inom rötclassen 1-20%. Bland alla provträd i denna landsdel hamnar 0,2% i denna rötclass. Det är även här vid kusten som den lägsta andelen röta noterats (Figur 12).



Figur 12 Andel rötade provträd i olika landsdelar.  
 Figure 12. Proportion of sample trees with rot in different divisions.

Av den viktade volymen har Norrlands inland störst andel röta, 5,3% totalt och strax under 1% av volymen hamnar i klassen 1-20% röta. Den rötade volymen i Svealand och Götaland är 3,7% och 3,8% men skiljer sig något mer åt vad gäller rötclassen 1-20%. Där har Götaland 1,2% och Svealand 0,9%. För hela Sverige är 3,8% av volymen rötad och 0,9% hamnar i klassen 1-20% röta (Figur 13).



Figur 13 Andel rötad volym av total volym i olika landsdelar.  
 Figure 13. Proportion of volume with rot of the total in different divisions.

### 3.5 Statistiskt test

Kruskal-Wallis testet visar med p-värdet 0,0000 att det finns en signifikant skillnad mellan landets olika delar och oskadad volym, varför nollhypotesen förkastas (Tabell 3). Ett efterföljande Mann-Whitney test talar om att det finns skillnad mellan alla landsdelar förutom mellan Norrlands kust och Svealand eftersom det testet fick ett p-värde på 0,2 (Tabell 4).

**Tabell 3.** Värderna från Kruskal-Wallis test för oskadad volym i olika landsdelar

*Table 3. Values from the Kruskal-Wallis test for undamaged volume in different divisions*

	N <sup>a</sup>	Median <sup>b</sup>	Z <sup>c</sup>
Norrlands kust	7 388	277 022	-3,40
Norrlands inland	6 411	322 517	28,60
Götaland	7 414	267 355	-17,26
Svealand	8 493	278 552	-6,25
Total	29 706		

a) Antal oskadade provträd i varje landsdel

b) Uppskattning av median för volymer för varje landsdel

c) Visar hur medelvärdet för varje landsdel skiljer sig från medelvärdet för Sverige

**Tabell 4.** Mann-Whitney test för oskadad volym med p-värde för varje test

*Table 4. A Mann-Whitney test for undamaged volume with a p-value for each test*

Testade landsdelar	p-värde
Götaland- Norrlands inland	0,0000
Götaland- Norrlands kust	0,0000
Götaland- Svealand	0,0000
Norrlands inland- Norrlands kust	0,0000
Norrlands inland- Svealand	0,0000
Norrlands kust- Svealand	0,2003



## 4. DISKUSSION

### 4.1 Tvärkrök och långböj

Andelen skadad volym är märkbar i alla områden. Resultatet visar att närmare 19% av volymen är påverkad av krök (Figur 4). Hur stor del av dessa 19% som egentligen skulle vrakas vid inmätningen är dock oklart eftersom det vid inmätningen är utbytesförlusten som bedöms och den informationen saknas. Någon slutsats om den omfattning av volymen som bör kunna adderas till sågverken om krökarna skulle accepteras kan därför inte tas.

Idag hanterar vissa sågverk stockar med långböj med gott resultat vilket tyder på att möjligheterna finns. Kroksågning kan användas för sågning av långböj men för att det ska förekomma i större utsträckning måste riktlinjerna för dagens virkesmätning ändras så att inte böjda stockar sorteras bort redan innan de kommer in till sågen. Förr i tiden, när mer fokus låg på att ta till vara på så mycket som möjligt, fanns det beställningar från skogsbolagen på stockar som skulle vara krokiga. Detta användningsområde är som tidigare nämnts borta och i takt med att specialsortiment som detta försvinner, försvinner också efterfrågan på en sådan vara vilket leder till att normen och standarden för vad som är god virkeskvalitet förändras. Resultatet om att långböj bland den oskadade volymen är större än frekvensen tvärkrök är positivt med tanke på att kroksågning kan appliceras på jämna långböj.

Det verkar som om virkesmätningsbestämmelserna inte följt den tekniska utvecklingen. Vi vet att stockar med skador är mer resurskrävande att hantera och dagens produktionssamhälle motsäger en enskild behandling av var stock för sitt bästa. Det är så att ju mer homogen råvaran är, desto bättre. Med detta tankesätt går stockar även med kvalitetsfel som bara påverkar en liten del av stammen till vrakning.

### 4.2 Oskadad volym

Resultatet angående den geografiska platsens relation på oskadad volym bekräftar hypotesen, det finns skillnad mellan geografi och oskadad volym. Det kan tänkas att Norrlands inland med det klimat som där råder skulle ha störst andel skadad volym. Med tanke på snömängden vore det väntat att stamdeformationer är vanligare i Norrlands inland och skadefrekvensen högre. Men tvärtemot förväntningarna framkom i denna studie att Norrlands inland inte hade den lägsta volymen oskadat. Det visade sig också att Norrlands kust hade högst procent av sin totala volym oskadad. Anledningen till detta skulle kunna vara relativt lång vegetationsperiod trots det nordliga läget och troligtvis lägre vilttryck. Förekomst av röta, långböj och tvärkrök var också lägst i Norrlands kust vilket kan förklara en del. Götaland, som hade den lägsta volymen oskadad hade inte störst andel röta men istället en stor andel med tvärkrök och långböj. Vilket till viss del kan förklaras med ökat vilttryck men det går inte säga exakt vilka faktorer som ligger bakom den höga eller låga oskadade volymen. Den oskadade volymen i detta fall räknas som den som inte har några som helst noterade skador i Riksskogstaxeringen. Någon närmare studie kring vilka skador som orsakat den låga volymen, bland de övriga som inte berört detta arbete, har inte utförts. Det går därmed inte att dra slutsatser kring vilka skador som är största orsaken till att Götaland har så lite volym som är oskadat.

För volymen som är oskadad finns teoretiskt inga begränsningar i möjlig längd att ta ut på stockar. Om stamskada inte framträder kan stocken apteras i vilka längder som helst. Resultaten visar på att det finns stor del oskadad volym och detta stödjer antagandet att det finns möjlighet till att utnyttja en större del av skogsråvaran.

En svaghet i datat är att tvärkrök endast mättes på ett träd upp till 10 meter. Vilket innebär att några stocklängder över 10 meter inte kan garanteras vara oskadade. Flera andra skador som också kan påverka stocklängden mättes bara på de tio nedersta metrarna. Detta medför att de volymer med långböj, tvärkrök samt helt oskadat som är presenterade i resultatet är osäkra. Trots detta är det ingen stor svaghet att tala om, eftersom 10 meter trots allt är en väldigt lång stock och om stockar med dessa längder skulle börja kapas och bli vanliga, så är det ett stort steg nog med tanke på historien och tekniken.

### **4.3 Längd vid olika kapdiametrar**

Den största volymen som kan tas ut finns i de kortaste stocklängderna, de som är dominerande idag, eftersom all volym som kan apteras i de längre längderna även kan kapas i kortare stockar (Tabell 2). All den oskadade volymen kan inte nyttjas till sågtimmer på grund av att ett visst antal träd inte kan kapas i någon stocklängd utan att bryta mot minsta kapdiameter. Detta kan bero på att dessa träd står i slutavverkningsmogen skog men själva inte nått tillräcklig höjd och diameter.

Som väntat finns det störst volym som kan apteras i de långa längderna i Svealand och Götaland. Att enbart förklara detta med bonitet eftersom hög bonitet innebär att träden hinner växa mer fram till slutavverkningsålder är dock fel. Det är flera faktorer som påverkar stamformen. Med en stor avsmalning når stammen den minsta kapdiametern tidigare. Avsmalningen påverkas främst av skötseln, alltså om träden vuxit tätt eller fristående. Kanske kan en ökad bonitet och högre tillgång på näringsämnen tillåta tätare skogar och därmed ge bättre stamform. Det kan också vara så att träden som vuxit i de nordliga delarna blivit härdade och därmed utökat sin stabilitet för att motstå snö- och vindbelastning, vilket innebär ökad avsmalning.

### **4.4 Tillvaratagande av rötat virke**

Som väntat visar resultatet att rötförekomsten i Norrlands inland är hög. Det visar sig svårt att ge endast en förklaring till detta resultat, utan det skulle kunna förklaras med ett antal olika faktorer. Samband kan finnas mellan kalkrika områden och röta. Det kan också diskuteras kring hur tidigare skogsskötsel har påverkat spridningen. Stubbehandling finns att tillgå och kanske är det så att detta förekommer i större utsträckning i södra delarna av landet vilket hämmar spridningen där. Det kan också vara så att vilt som exempelvis gnager bark av gran, eller på annat sätt skadar stammarna, ger mer röta. Viltet kan inte vara den enda faktorn och kalkrika områden förekommer på fler platser än i Norrlands inland. Andelen tvärkrök och långböj är större i Svealand och Götaland än i Norrlands inland, dessa skador kan också bero på vilt. Varför skillnaden i skadeförekomst beroende på skada är så stor är oklart.

Stockar i klassen med 1-20% röta av radien i brösthöjd har särskiljts från den totala rötade volymen med motivationen att det är dessa stockar som skulle kunna användas och att sättet

som röta växer på gör det möjligt att använda anpassad postning. Postning som plockar ut kärnveden ur tall bör gå att applicera på rötade rotstockar, genom att plocka ut rötan och därmed kunna använda opåverkat trä på sidan. Det är oklart hur stora resurser sågverken är beredda att lägga på detta. Att göra separata postningar för rötade stockar tar något mer tid än att såga alla på samma sätt. Eftersom det nu finns datortomografi tillgänglig bör postningen kunna anpassas ännu bättre och på så sätt "såga runt" rötan. Genom denna teknik finns det större möjligheter men det kan samtidigt vara så att fler kvalitetsfel som annars inte syns på ytan blir belysta och stocken sjunker i värde.

Rötans avsmalning i höjddled gör bedömningen av röta i brösthöjd något osäker då den röta som syns i brösthöjd endast motsvarar 40-70% av den röta som finns i stubbskäret. Vilket innebär att en stam med brösthöjdsdiameter 35 centimeter som har 7 centimeter (20% av borrhöjden) av diametern rötad, har vid fällning 10-17,5 centimeter röta i ändytan. Samtidigt kan resonemanget vändas, att redan vid 1,3 meters höjd har 30-60% av rötan som fanns i stubbskäret försvunnit. Enligt riktlinjer för virkesmätning bedöms röta genom att betrakta ändytan. Detta innebär således att de stockar som idag vrakas eftersom de har 6% röta i ändytan egentligen har en minimal rötandel någon meter in i stocken. Om en stock på 35 centimeter i diameter vid stubbskäret har 6% av ytan rötad, det vill säga 8,15 centimeter av diametern, har den i brösthöjd endast 3,43-6,00 centimeter av diametern rötad.

#### **4.5 Skadeförekomst och geografisk plats**

Det statistiska testet som visar att det finns skillnad mellan de olika geografiska platserna bekräftar hypotesen. Samtliga landsdelar skiljde sig åt förutom Svealand och Norrlands kust. Resultatet kan förklaras med att skillnaden topografiskt och klimatmässigt mellan dessa två områden inte är stor. Svealand har en vegetationsperiod på mellan 130-180 dagar och Norrlands kust 130-160 dagar. Skillnaden mellan dessa områden vad gäller vegetationsperiod är därmed inte stor, en betydligt större förändring mellan områden sker vid en förflyttning från Norrlands kust till Norrlands inland som innebär en markant förändring av höjd över havet samt en förkortning av vegetationsperiodens längd till 100-140 dagar. Från norr till söder förändras förutsättningarna mer där det som mest är 210 dagars vegetationsperiod i Götaland och som minst 100 dagar i Norrlands inland. Volymen oskadad skog varierar därmed bland annat på grund av att skogen i varje område har olika möjligheter att växa till sig under året och generera större volym.

Provträden är slumpade över hela landet och kan förekomma på olika typer av mark. De kan träda fram inom skyddade områden men information om detta saknas i dataunderlaget. Denna volym kan därför inte räknas som avverkningsbar, vi bedömer dock att volymen skyddad skog inte ska påverka resultat och slutsatser nämnvärt.

#### **4.6 Möjligheter**

Denna kombination av resultat stärker tankarna på en utveckling mot öppnare riktlinjer för virkesmätning, men frågan är vilken möjlighet det finns att göra den förändringen. Det är tydligt att de historiska förutsättningarna när det kommer till virkeslängder fortfarande sätter spår för hur det svenska skogsbruket realiserar. Utforsling av längre stockar ur skogen sker faktiskt idag, om än i liten utsträckning. Ett extremfall där detta sker är vid avverkning av

furustolpar där väldigt långa stockar tas ut och sedan transporteras vidare. Detta är inget som nödvändigtvis behöver vara målet för denna utveckling. Mer realistiskt vore en kombination där både långa och korta stockar apteras, beroende på användning, skador och andra orsaker. Statistik för årlig avverkning finns tillgänglig, men siffrorna redovisas inte i samma indelningar som gjorts i detta arbete, därför är det inte möjligt inom ramen för detta arbete att jämföra förhållandet mellan den oskadade volymen och efterfrågan på slutavverkning i respektive område.

När skog avverkas och alla träd inte tas om hand kan det ses som ett icke hållbart skogsbruk. Att neka vissa timmerstockar inträde i sågverken på grund av att de inte följer riktlinjerna för virkesmätning medför en förlust av virke som med viss hantering skulle vara användbart för vidare process. Begreppet hållbart skogsbruk används för att beskriva ett skogsbruk som inte påverkar bland annat de ekologiska och ekonomiska förutsättningar och om ytterligare volymer som faktiskt avverkats skulle kunna tas reda på ökar dessa förutsättningar.

Att ta in dessa i dagens mått mätt defekta stockar kräver mer resurser för sågen. Samtidigt så har de träd som är tänkt att slutavverkats stått på sin plats i väldigt många år. Nuvarande ägare, och tidigare generationer av ägare, av skogen har själv investerat i sin skog både vad gäller i tid och pengar. Att ett enstaka träd i detta fall inte skulle förädlas vidare kan tänkas försumbart i fråga, men denna studie visar ändå på att det är en stor volym extra som potentiellt skulle kunna tas om hand. Nya produkter och nya sätt att behandla virke utvecklas inte om riktlinjerna är så hårda som idag.

## **4.7 Slutsatser**

Virkesmätningsbestämmelserna måste ändras för att följa den tekniska utvecklingen. Begränsning i krokighet och bestämmelsen om maximalt 5% röta i ändytan, hindrar potentiella stockar att användas. Det visar sig också finnas möjligheter till längre stocklängder eftersom 55,5% av volymen gran och tall i slutavverkningsskog är oskadad enligt Riksskogstaxeringens mätningar. Det är därmed tydligt att det manuella arbetets förutsättningar ännu styr dagens skogsbruk, det är dags att ändra på detta.

## REFERENSER

- Albrektson, A., Elfving, B., Lundqvist, L., Valinger, E. (2012). *Skogsskötselserien- Skogsskötseln grunder och samband*. Skogsstyrelsen.
- Bergquist, J., Björse, G., Johansson, U., Langvall, O. (2002). *Vilt och Skog: information om aktuell forskning vid SLU om vilt och dess påverkan på skogen och skogsbruket*. Sveriges lantbruksuniversitet och Skogsvårdsstyrelsen (temaexkursion, 2002 oktober).
- Bäcke, J-O, Herling, M., Svensson, S-A. (2010). *Översyn av skogsstyrelsens virkesmättningsföreskrifter- analys och förslag*. Rapport 5 2010, Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Conway, S. (1982) *Logging practices-principles of timber harvesting systems*. (revised edition). California: Miller Freeman Publications, Inc.
- Emanuelsson, J. (1996). *Motorsågens introduktion i Svenskt skogsbruk*. Institutionen för skoglig vegetationsekologi och institutionen för skogsskötsel. Skogshistoriska essäer- skrivna av eleverna på kursen "Skogens och skogsbrukets historia": 63-68.
- Faymonville (2015). *TIMBERMAX & MORE, Transport solutions for the forestry industry*. [Broschyr]. Weiswampach. Tillgänglig: <http://www.faymonville.com/files/726.pdf> [2018-02-27].
- Fredriksson, M., Broman, O., Sandberg, D. (2017). *The use of CT-scanning technology in wood value-chain research and in wood industry- A state of the art*. Vol. 12, nr. 4, 533-539. 2017. Skellefteå: Institutionen för teknikvetenskap och matematik, Luleå tekniska universitet.
- Funt, B., Bryant, E. (1987). *Detection of internal log defects by automatic interpretation of computer tomography images*. Forest Products Journal 37(1):56-62.
- Harstela, P. (1999). *The future of timber harvesting in Finland*. Journal of Forest Engineering, 10:2, 33-36 (2013).
- Hjelm, J. (1991). *Skogsarbetarna och motorsågen: En studie av arbetsliv och teknisk förändring*. Diss. Umeå: Humanistiska fakulteten, Umeå Universitet.
- Larsson, H. (2007). *Motorljud i skogen- en studie om skogsavverkningens mekanisering 1950-2007*. C-uppsats. Luleå: Institutionen för industriell ekonomi och samhällsvetenskap, Luleå Tekniska Universitet.
- Lundberg, H., Tarre E. (1993). *Vinnande aptering. Hur anpassa timret efter produktionsförutsättningar och kundkrav*. Träteck, Rapport I 9301003, Stockholm: Sveriges Tekniska forskningsinstitut.
- Mahoney, M., Magel, R. (1996). *Estimation of the power of the Kruskal-Wallis test*. Biometrical Journal. 38 (1996) 5, 613-630.
- Norra Timber (2018). *Norra tar fram stockens maximala värde*. Tillgänglig:

<https://www.norratimber.se/om-oss/information-och-press/aktuellt/norra-tar-fram-stockens-maximala-varde?type=news> [2018-03-26].

Nylinder, M., Fryk, H. (2015). *Timmer*. Uppsala: Institutionen för skogens produkter, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Pettersson, R., Forsberg, L. Hagblom, J., Liljewall, B., Petersson, O., Nylinder, M., Björklund, L. (2011). *Mitt emellan virkesintressen: Virkesmätningens historia i Sverige*. Stockholm: Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien/ Enheten för de areella näringarnas historia.

Rais, A., Ursella, E., Vicario, E., Giudiceandrea, F. (2017). *The use of the first industrial X-ray CT scanner increases the lumber recovery value: case study on visually strength-graded Douglas-fir timber*. *Annals of Forest Science* 74:28.

Riksskogstaxeringen och Markinventeringen (2015). *Riksinventeringen av skog*. Umeå: Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala: Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet.

Rundvirke Skog (2017). *Handledning för effektiv och säker stolpskotning*. [Broschyr]. Tillgänglig: [http://www.rundvirkeskog.se/wp-content/uploads/sites/2/2017/04/Stolpkorning\\_sammanställning\\_WEB.pdf](http://www.rundvirkeskog.se/wp-content/uploads/sites/2/2017/04/Stolpkorning_sammanställning_WEB.pdf) [2018-02-26].

Samuels, M-L., Witmer, J-A., Shaffner, A-A. (2012). *Statistics for the life science*. 4th edition. Boston: Pearson Education.

SDC (2017). *Kvalitetsbestämning av sågtimmer av tall och gran*. SDC Nationella instruktioner för virkesmätning.

SDC (2018). *Allmänt rörande nationella instruktioner för virkesmätning*. SDC, Nationella instruktioner för virkesmätning.

Sennblad, G. (2008). *Aptering och virkeskännedom III*. [3., omarbetad utgåva]. Hedemora: Firma Småskog.

SMHI (2017). *Vegetationsperiod*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/vegetationsperiod-1.6270> [2018-04-05].

Stenlid, J., Wästerlund, I. (1986). *Estimating the frequency of stem rot in Picea abies using an increment borer*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1, 303-308.

Söderström, O., Sederholm, J. (1988). *Sågsättets inverkan på virkeskvaliteten efter torkning*. Träteknik, Rapport I 8806037, Stockholm: Sveriges Tekniska forskningsinstitut.

Thor, M., Ståhl, G., Stenlid, J. (2004). *Räkna med rotröta- nytt hjälpmedel för skoglig planering*. SkogForsk, Resultat nr. 13-2004.

Uusitalo, J. (2010). *Introduction to Forest Operations and Technology*. Tampere, JVP Forest Systems.

Wifstavarvs bruk AB (1838). *Act F1-4 Stuguns distrikt. Wifstavarvs skogs distrikt.*  
Tillgänglig: SCA Merlo arkiv

Wilhelmsson, L. (2000). *Skördaren – nyckeln till att beskriva och utnyttja råvarans varierande egenskaper effektivt.* SkogForsk, Arpetsrapport 465, Uppsala.

Witzell, J., Barklund, P., Bergquist, J., Berglund, M., Bernhold, A., Hansson, P., Lindelöw, Å., Långström, B., Nordlander, G., Petersson, M., Rönnerberg, J., Stenlid, J., Valinger, E., Witzell, J., Åhman, I. (2009). *Skogsskötselserien- Skador på skog.* Skogsstyrelsen.