

Längre stocklängder i svenskt skogsbruk – Potential och förutsättningar

Longer logs in Swedish forestry – Potential and conditions

Anton Henriksson



Examensarbete • 30 hp

Jägmästarprogrammet

Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, 2019:7

Umeå 2019

Längre stocklängder i svenskt skogsbruk – Potential och förutsättningar

Longer logs in Swedish forestry– Potential and conditions

Anton Henriksson

Handledare:	Tomas Nordfjell, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi
Bitr. handledare:	Mikael Lundbäck, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi
Examinator:	Ola Lindroos, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi
Omfattning:	30 hp
Nivå och fördjupning:	Avancerad nivå, A2E
Kurstitel:	Master thesis in Forest Science
Kursansvarig inst.:	Institutionen för skogens biomaterial och teknologi
Kurskod:	EX0908
Program/utbildning:	Jägmästarprogrammet
Utgivningsort:	Umeå
Utgivningsår:	2019
Omslagsbild:	Mikael Lundbäck
Serietitel:	Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi
Delnummer i serien:	2019:7
Elektronisk publicering:	https://stud.epsilon.slu.se
Nyckelord:	avverkning, aptering, stocklängd, sågverk, postning, helstam, röntgen

Förord

Denna studie är ett examensarbete inom jägmästarprogrammet (master of science in forestry) som omfattar 30 hp och är skrivet på D-nivå. Arbetet har utförts vid Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå. Jag vill rikta ett stort tack till de personer som har bistått mig med hjälp och synpunkter under arbetets gång. Först vill jag tack mina handledare Tomas Nordfjell och Mikael Lundbäck som har varit behjälpliga och bistått med mycket stöd och idéer under arbetets gång. Jag vill också tacka de personer i min närhet som ställt upp och korrekturläst och stöttat mig under arbetets gång.

Umeå, Mars 2019
Anton Henriksson

Sammanfattning

Globalt sett avverkas cirka två tredjedelar av allt virke helt maskinellt. Sett till avverkad volym sker 52 % av det maskinella avverkningarbetet enligt helstamsmetoden och 48 % enligt kortvirkesmetoden. Den senare har historiskt dominerat i Sverige, vilket gör att en stor kompetens och erfarenhet kring denna metod har utvecklats i det svenska skogsbruket. Utöver detta har dessutom hela den svenska försörjningskedjan, från skog till industri, anpassats till kortvirkesmetoden.

Den röntgenteknik som på senare tid börjat användas i svensk sågverksindustri kan öka möjligheterna att ta tillvara timmerstockar på ett mer optimalt sätt. Något som i sin tur kan leda till att värdeutbytet för sågverken blir högre. Genom att aptera längre stocklängder än vad som generellt görs i Sverige idag, skulle den nya röntgentekniken ge större möjligheter att posta och längdjustera stockar baserat på dess inre kvalitéer. Ett sådant scenario kräver kunskap om vilka egenskaper den växande skogsresursen har och därmed också vilka förutsättningar som erbjuds att utvinna rakt och friskt virke i svenskt skogsbruk.

Syftet med denna studie var att utifrån slutavverkningsskogars bestockning, grovlek och avsmalning undersöka vilken potential det finns i olika delar av Sverige att aptera timmerstockar av tall och gran som är längre än vad som görs i dagens skogsbruk.

Som indata användes 11 års inventeringar utfört av Riksskogstaxeringen. Provräden var uppmätta med ett stort antal kvalitetsegenskaper, vilket möjliggjorde utsortering av träd med oönskade kvalitetsegenskaper. Utifrån detta analyserades och redovisades bland annat volymer, medellängder, längdfördelning och årlig avverkningsnivå i Sverige och på länsnivå. Ett teoretiskt medeltransportavstånd beräknades för att undersöka var i Sverige det finns störst förutsättningar att försörja ett sågverk som sågar långa stockar.

Resultatet visade att det i Sverige finns stor potential att i slutavverkningsskog utvinna raka, friska och långa stockar. I hela Sverige var 75 % av virket skadefritt. Jämfört med dagens avverkningsnivå på 43,5 milj. m³sk sågtimmer visar den här studien att avverkningsnivån för minst 6 m långa stockar i hela Sverige skulle kunna vara 82,7–47,8 % (36,0–20,8 milj. m³sk) av dagens avverkningsnivå, beroende på toppkapdiameter. Förutsättningarna att upprätta ett sågverk som sågar skadefria stockar över 6 m var i denna studie på landsdelsnivå som högst i Svealand. På länsnivå var potentialen för klenare stockar som högst i Kronobergs län. För de allra grövsta stockarna var potentialen som högst i Östergötlands län.

Resultaten i denna studie har gett en inblick i hur förutsättningarna för längre stockar i Sverige ser ut. Studien har visat att fortsatt forskning i området bör vara av intresse. Ett nästa steg kan vara att undersöka potentialen ur sågverksindustrins perspektiv. Kan sågverksindustrin tillgodogöra sig ett mervärde ur de längre stockarna?

nyckelord: avverkning, aptering, stocklängd, sågverk, postning, helstam, röntgen

Abstract

Globally, about two-thirds of all timber is harvested completely mechanically. In terms of volume harvested, 52 % of the mechanized harvesting work is carried out according to the tree length method and 48 % according to the cut-to-length method. The latter has historically dominated in Sweden, which means that a great deal of expertise and experience about this method has been developed in Swedish forestry. In addition, the entire Swedish supply chain, from forest to industry, has also been adapted to the cut-to-length method.

The X-ray technology that recently has been introduced in the Swedish sawmill industry can increase the possibilities of utilizing logs in a more optimal way. This can lead to a higher value recovery for the sawmills. By appending longer log lengths than what is generally done in Sweden today, the new X-ray technique would give greater opportunities to decide saw-pattern and length-adjust logs based on its internal qualities. Such a scenario requires knowledge of what properties the growing forest resource has and thus also what conditions are offered to extract straight, healthy timber in Swedish forestry.

The purpose of this study was to in different parts of Sweden, investigate the potential of extracting timber logs of pine and spruce that are longer than what is being done in today's forestry, based on tree sizes and taper of the forest mature for final felling and narrowing.

As input data, 11-year inventories from Swedish National Forest Inventory were used. Sample trees were measured with a large number of quality properties, which allowed the sorting of trees with undesirable quality properties. Based on this, volumes, average lengths, length distribution and annual felling levels in Sweden and at county level were analyzed and reported. A theoretical average transport distance was also calculated to investigate where in Sweden the best potential for supplying a sawmill that saw long logs are.

The result showed that in Sweden there is great potential for extracting straight, healthy and long logs in the final felling forest. In Sweden, 75 % of the timber was free from damage. Compared to today's felling level of 43.5 million m³f saw timber this study shows that the harvesting level for at least 6 m long logs throughout Sweden could be 82.7–47.8 % (36.0–20.8 million m³f) of the current harvesting level, depending on the top cut diameter. The prerequisites for establishing a sawmill that saw damage-free logs above 6 m in length were in this study at the regional level as highest in Svealand. At the county level, the potential for thinner logs was highest in Kronoberg County. For the very thickest logs, the potential was highest in Östergötland County.

The results in this study have provided an insight into the potential for longer logs in Sweden. The study has shown that continued research in the area should be of interest. The next step may be to investigate the potential from the sawmill industry's perspective. Can the sawmill industry gain added value from the longer logs?

Keywords: logging, bucking, log length, sawmill, saw-pattern, tree-length, x-ray

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	7
1.1 Skogsbrukets historia och avverkningsmetoder	7
1.2 Sågverksindustrin – sönderdelning och sortering.....	9
1.3 Kvalitetsvariabler på trädstammar	10
1.4 Problemformulering och syfte	13
2. Material och metod	15
2.1 Träddata och databearbetning	15
2.2 Beräkningar	16
2.3 Statistiska analyser.....	18
3. Resultat	19
3.1 Andel skadefritt virke	19
3.2 Volym och medellängder av skadefritt virke	20
3.3 Längdfördelning	22
3.4 Virkestäthet och volymfördelning	25
3.5 Uppskattad årlig avverkningsnivå och medeltransportavstånd.....	27
4. Diskussion	30
4.1 Datasetets tillförlitlighet	30
4.2 Skadeandel	30
4.3 Volym och medellängder för skadefritt virke	31
4.4 Längdfördelning	32
4.5 Virkestäthet och volymsfördelning.....	32
4.6 Uppskattad årlig avverkningsnivå och medeltransportavstånd.....	33
4.7 Hur resultaten kan implementeras i praktiken	36
4.8 Styrkor och svagheter med studien	36
Litteraturförteckning	38
Bilagor	41
Bilaga 1 Längdfördelning 12 cm toppkapdiameter	41
Bilaga 2 Längdfördelning 16 cm toppkapdiameter	42
Bilaga 3 Förväntat medelvirkesförråd 12 cm toppkapdiameter	44
Bilaga 4 Förväntat medelvirkesförråd 16 cm toppkapdiameter	46

1. Bakgrund

1.1 Skogsbrukets historia och avverkningsmetoder

Under andra halvan av 1800-talet började skogsbruket få en allt större roll i den svenska industrin. Arbetet utfördes med manuell handkraft och verktyg som t ex. yxa och stocksåg (Kardell & Wennerberg 2004). Virket apterades upp i kortare längder av en särskild apterare (Ager 2014) för att underlätta transporterna med häst och vagn samt flottnig längs Sveriges älvar och vattendrag.

Under senare delen av 1900-talet började apteringen bli alltmer kundanpassad. Virket apterades då i sortiment och längder anpassade efter den slutanvändning av virket som planerades (Lundberg & Tarre 1993). Metoden att aptera virket till sortiment i skogen kallas kortvirkesmetoden eller cut-to-length (CTL) på engelska. Motsatsen till detta kallas helstamsmetoden eller tree-length method på engelska. Helstamsmetoden går ut på att träden fälls och vanligtvis kvistas i skogen. Virket transporteras sedan till industrin eller till bilväg där det apteras upp i önskade längder. Den här metoden är vanligt förekommande i Nordamerika men används också i flera områden i Europa, främst i Tyskland och Danmark (Esping 2014). I Sverige används idag endast kortvirkesmetoden (Nylinder & Fryk 2011). Men det har funnits tider då helstamsmetoden förekommit. Till exempel fanns det 1990 sex sågverk som sågade hela stammar. En trolig orsak att de sågverken har försvunnit är att endast de fåtal sågverken fick stå för hela utvecklingen av systemet (Nylinder & Fryk 2011).

Globalt sett avverkas ca två tredjedelar av allt virke helt maskinellt. Volymmässigt sker 52 % av det maskinella avverkningsarbetet enligt helstamsmetoden och 48 % sker enligt kortvirkesmetoden (Lundbäck et al. 2018). Det vanligaste sättet att transportera hela stammar till bilväg är med lunning. Lunning innebär att virket släpas efter maskinen och utförs vanligen av en lunnare, men kan också utföras av en skotare som utrustas för detta. Kortvirkesmetoden karakteriseras av ett mer avancerat avverkningsarbete där mycket fokus ligger på att aptera stockarna på ett sätt som optimerar det ekonomiska utfallet direkt i skogen. De apterade stockarna transporteras sedan på ett lastrede på en skotare ut till bilväg. Dessa stockar släpas därmed inte, vilket är en stor skillnad från helstamsmetoden. Släpandet av virket vid helstamsmetoden riskerar att en högre andel av virket blir kontaminerat jämfört med kortvirkesmetoden (Esping 2014).

Det finns anledningar till att skogsbruket väljer att använda sig av långa respektive korta stockar. Många framhäver att styrkan med helstamsmetoden är att sågverket kan avgöra hur apteringen ska ske med mycket större flexibilitet. Behovet av att försöka förutspå efterfrågan av olika längder minskar därmed och träden kan avverkas oberoende av efterfrågan för att sedan aptera dem i rätt timmerdimensioner, längder och kvalitéer på sågverket direkt efter order. Det går då snabbt och lätt att anpassa sig till förändringar i efterfrågan. (Nylinder & Fryk 2011).

Inom kortvirkesmetoden är vägtransport och hantering av virket den största fördelen (Esping 2014). Historiskt har denna metod använts i stor skala i Sverige, vilket gör att en stor kompetens och erfarenhet har utvecklats. Dessutom har hela försörjningskedjan, från skog till industri, anpassats till den här metoden. Nackdelen med helstamsmetoden är fördelen med kortvirkesmetoden, det vill säga hantering och transport. En äldre studie gjord av Larsson &

Nilsson (1977) visade att lastkapaciteten vid transport av hela stammar var lägre än vid kortvirkesmetoden.

Längderna på sågtimmer i Sverige idag varierar över landet. En snabb undersökning av några av de större skogsföretagens virkesprislister visar dock på att normallängden på timmer ligger mellan ca 3,5–5,5 m och 5,5 m var i detta fall maxlängd för sågtimmer. (Norra skogsägarna 2018; Holmen Skog AB 2018). Medellängden för sågtimmer i Sverige var enligt Biometria¹ för VMF syd (Götaland) 4,53 m, för VMF Qbera (Svealand) 4,71 m och för VMF nord (Norrland) 4,56 m.

Få studier gällande helstamavverkning i Sverige har genomförts. En tidigare studie vid Hälsinglands revir och Östernäs såg visade att helstamsmetoden medförde en ökad betalningsförmåga av storleksordningen 34kr/kubikmeter fast på bark (m³ ffb). Vilket vid den tiden utgjorde ca 22 % av det totala virkesvärdet. Detta åstadkoms genom bättre aptering, bättre utbyte vid sågning, tillsammans med mindre blånad och dubbskador (Granqvist 1977). Studien är dock gammal och mycket av den teknik som jämfördes är inte aktuell idag.

Det finns dock i Sverige idag specialsortiment som bygger på långa stockar. Ett exempel på detta är stolptillverkning som utförs av Norra skogsägarnas stolpfabrik i Agnäs (Västerbotten). Företaget synar ut lämpliga stammar som sedan avverkas utan traditionell aptering och transporteras till industrin (Norra Timber u.å). Rundvirke Industrier AB är ett annat företag som har specialiserat sig på stolptillverkning. Det är svårt att få en överblick över hur uttaget av stolp fördelas över landet men Rundvirke Industrier AB bedriver stolptillverkning i Ludvika (Dalarna) samt Kälarna (Medelpad). Stolparna varierar i längd men kan vara så långa som 23 m (Rundvirke Skog u.å). Längden på stolparna beror till viss del av boniteten, högre bonitet betyder längre träd. Högst bonitet i Sverige hittas i de södra delarna (Riksskogstaxeringen 2018). Men förutsättningarna för stolputtag kan också bero på en kombination av hög virkestäthet och stor andel skogsmark. Det är kanske en anledning till att Rundvirke Industrier har sitt huvudkontor i Ludvika, då centrala Svealand har just en kombination av hög virkestäthet och stor andel skogsmark (Riksskogstaxeringen 2018) tillsammans med en erfarenhetsmässigt hög kvalitet på virkesråvaran.

Även om 23 m långa stockar är mycket längre än 3,5–5,5 m, som betraktas som normaltimmer, så hanteras de stolparna med samma maskiner som normaltimmer, det vill säga skördare och skotare. Det är alltså möjligt att hantera längre stockar med samma maskiner som används i skogsbruket idag. Det är också möjligt att växla mellan en klämbanke och vanligt lastrede för att bli mer effektiv vid stolpskotning (Rundvirke Skog u.å). Det finns även kombimaskiner i framförallt Tyskland som är utformade för att effektivt kunna växla mellan helstam- och kortvirkesmetoden genom att de sista ordinarie bankarna på lastredet fungerar som en klämbanke och därmed kan greppa och släpa de längre stockarna (HSM-Forest u.å).

Bruttoavverkningen år 2017 i Sverige var ca 91 milj. skogskubikmeter (m³sk). Sågtimmer av barrträd stod för 50 % av den totala nettoavverkningen (Skogsstyrelsen u.å). Det betyder att 50 % av det avverkade virket har passerat SDC:s virkesmätningsskrav för sågtimmer. (SDC 2007).

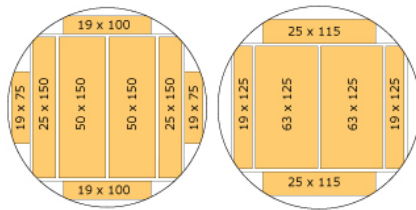
¹ Monika Strömgren, Tjänstutvecklare Biometria, personlig kommunikation den 7 mars 2019

1.2 Sågverksindustrin – sönderdelning och sortering

I Sverige finns idag ca 130 sågverk med en produktion över 10 000 m³ sågad vara per år. De sågverken sågar tillsammans ca 18 miljoner m³ sågade trävaror per år och har en genomsnittlig storlek på ca 135 000 m³ sågad vara per år. 1980 fanns 283 sågverk med en produktionskapacitet över 10 000 m³ per år med en medelstorlek på ca 40 000 m³ sågad vara per år. Trenden att sågverken i Sverige blir större och färre är tydlig och pågår än idag (Skogsindustrierna 2017).

Hjärtat i ett sågverks verksamhet är såglinjen där stockarna sönderdelas till brädor och plank. Det finns flera olika typer utav såglinjer, men den idag dominerande typen är cirkelsågen. Den består utav ett flertal olika cirkulära klingor som sönderdelar stocken. Ett exempel på en annan sågteknik är bandsåg, som sönderdelar stockarna med hjälp av ett sågtandat band (Pettersson 2015).

Tekniken att ställa in avståndet mellan klingorna eller banden kallas postning. Postningen sker då enligt olika mönster för att erhålla olika typer av produkter. Ett exempel på hur en postning ser ut visas i figur 1 nedan. Idag kan en cirkelsåg variera postningen inför varje stock (Träguiden 2016). Postningen av en cirkelsåg styrs av en dator efter stockens uppmätta toppdiameter, avsmalning, krokighet, pris och efterfrågan. Resultatet av detta blir därför ett stort varierat sortiment av brädor och plank (Träguiden 2016).



Figur 1. Exempel på olika postningar i sågverk (Träguiden, 2016)

Figure 1. Example of different tuning in sawmill (Träguiden 2016)

Skillnaden mellan den volym råvara som tillförs sågverket och den färdiga produkten som kommer ut brukar kallas volymsutbyte eller sågutbyte (Nylinder & Fryk 2011) och är förhållandet mellan m³ sågad vara (m³sv) och m³ fast under bark (m³fub)(kan också vara m³ toppmått) (m³to). En bearbetning av SDC:s virkesförbrukningsstatistik för perioden 2001 till 2009 gjord av Nylinder & Fryk (2011) visade ett genomsnittligt sågutbyte på 47,8 % per m³fub. En stor sågverksinventering gjord 2000 visade på ett sågutbyte mellan 44,6 till 49,6 %. Lägre sågutbyten hittades i norra Sverige och högre i södra Sverige (Navrén & Gustavsson 2001). SCA:s sågverk Bollsta som är placerat i Kramfors kommun redovisade år 2014 ett sågutbyte på 50 % (Tapper 2014), vilket betyder att 50 % av stocken blir till brädor och plank. Den resterande delen av stocken blir biprodukter såsom flis och spån. Ett sågutbyte (m³sv/m³fub) på 50 % betyder att det genomsnittliga råvarubehovet för 135 000 m³sv per år för de 130 sågverk som har en produktion på mer än 10 000 m³sv per år är ca 270 000 m³fub per år och sågverk (135 000/0,5).

Trädets form har betydelse för sågutbytet. Trädets form beskrivs vanligtvis som avsmalning och med det avses hur mycket diametern minskar utefter stammen. Detta anges ofta i cm per löpmeter stam och beror på trädets stamform. Stamformen kan beräknas genom förhållandet

mellan trädets brösthöjdsdiameter (D) och trädets höjd (H) och uttrycks ofta som formkvot (D/H). Träd med liten avsmalning anses ha bra form och träd med stor avsmalning anses ha dålig form. Det beror på att en liten avsmalning ger högre andel sågtimmer (Agestam 2015).

Trots att postningen är dataoptimerad utförs den ändå med begränsad hänsyn till den enskilda stockens kvalitet (exempelvis kvist) och egenskaper (exempelvis kärnved). Stockarna tilldelas olika sågklasser där samma postning utförs inom samma klass. Hänsyn till kvalitet tas därmed på klassnivå men någon ytterligare hänsyn tas inte till den enskilda stocken. Kvalitetssortering av brädor och plank sker därför i råsorteringen efter sågning på sågverket där en grov första kvalitetsklassning sker i syfte att avskilja de sämsta kvalitéerna från att genomgå en mer avancerad förädling (Johansson & Lundgren 2005).

Den slutliga och största sorteringen av virket sker i justerverket. Där sorteras virket på utseende ofta utifrån sex handelsorter, sort I-VI för tall respektive gran. Sorteringen för dessa kan göras på såväl flat- som kantsidorna eller bara flatsidorna. Sorterna kallas då G4 respektive G2 (Träguiden 2017). Denna sortering görs med avseende på att skapa kvaliteter med ett visst utseende. Det finns också klasser för hållfasthetssortering, vilka benämns C14-C30 där användningsområdet är konstruktionsvirke. Den sorteringen avser att ta fram kvaliteter med en viss hållfasthet och funktion medan standarden inte tar hänsyn till konstruktionsvirkets utseende (Svenskt Trä 2016). Dessa olika handelsorter bygger på gemensamma europeiska kvalitetsnormer som används inom trävarubranschen. (Svenskt Trä 2016).

I takt med att mätning och optimering av sågutbyte förändras i sågverksbranschen öppnas nya möjligheter upp. En ny teknik som redan idag är verklighet är röntgenbaserad datatomografi (CT-skanning)(An & Schajer 2014). Denna teknik ger en fullständig tredimensionell avbildning av stockarnas inre egenskaper och kan därmed ge värdefull information om stockars inre defekter och dess position och storlek (Skog 2014). Sågverken kan då ytterligare optimera postningen av varje stock för att få ut så mycket värde som möjligt. För att fullt ut kunna tillgodogöra sig den nya typen av teknik är det viktigt att råvaran är flexibel. Ett sågverk har idag möjligheten att posta ut ett stort antal olika alternativ ur en stock, men det finns två begränsade faktorer som påverkar postningen, längd och toppdiameter på stocken. Detta är två variabler som idag är tvunget att ta beslut om i skogen, innan det finns möjlighet att se igenom stocken. Resultatet av detta kan bli ett icke optimalt beslut kring längd och diameter på stocken i skogen (Nordmark 2005).

När beräkningar över vilken potential det finns för att upprätta ett sågverk utförs används begreppet upptagningsområde. Upptagningsområdet bygger på vilken virkesvolym som behövs för att försörja sågverket och vilken virkesvolym som finns i skogen. Men också hur stor andel av marken som faktiskt är skogsmark. Desto högre virkestäthet i området ju mindre upptagningsområde förutsatt att råvarubehovet är detsamma.

1.3 Kvalitetsvariabler på trädstammar

Institutionen för skoglig resurshushållning på Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) är den organisation som har ansvar för den rikstäckande inventeringen av Sveriges skogsmark som kallas Riksskogstaxeringen. Riksskogstaxeringen har till syfte att beskriva tillstånd och förändringar i Sveriges skogar. Detta görs genom ett omfattande årligt fältarbete där provtytor över hela Sverige mäts och registreras. Inom fältarbetet mäts tillfälliga men också permanenta

provytor. Införandet av permanenta provytor skedde år 1983 och gjordes för att få ökad precision i skattningar av förändringar (Riksskogstaxeringen & markinventeringen 2015). Inom både permanenta och tillfälliga ytor mäts och registreras så kallade provträd. När alla träd i en provyta är klavade väljs ett antal provträd ut med hjälp av en datasamlare. Antalet provträd väljs ut utifrån ägoslag, grundyta samt provytans areal. Provträden skall ha en brösthöjdsdiameter på 4 cm eller mer (Riksskogstaxeringen & markinventeringen 2015). Riksskogstaxeringen mäter skador och andra kvalitetsvariabler på provträden. Några av de kvalitetsvariabler som mäts är:

- Förekomst av kvist
- Kvistgrovlek
- Kvisttyp (friskkvist, torrkvist, sprötkvist)
- Tvärkrök
- Krökhöjd
- Långböj.

Förutom kvalitetsvariabler registreras också andra skador som påverkar virkeskvalitén. Sådana skador kan till exempel vara mekaniska skador på kambiet från tidigare maskinarbete eller stamskador som dubbeltoppar eller stambrott (Riksskogstaxeringen & markinventeringen 2015).

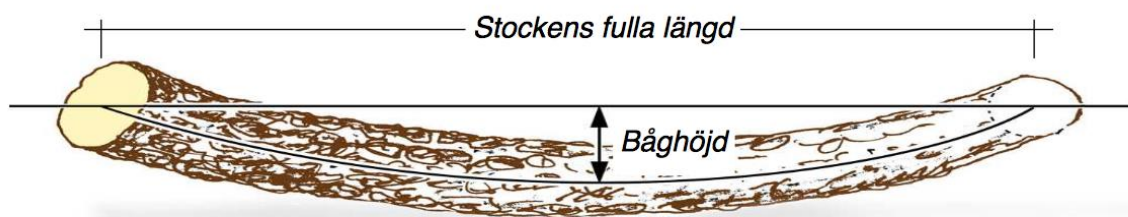
Tvärkrök

Virkesegenskaper som påverkar virkets raket är tvärkrök och långböj. Tvärkrök syns ofta på stocken som en kraftig vinkling av stammen, liknande formen av ett knä. Tvärkrök kan till exempel uppkomma genom toppbrott i trädets ungdom till följd av exempelvis viltbete eller snöbrott. Vid ett toppbrott tar en sidogren över och bildar ett nytt toppskott. Detta medför att mörgen blir förskjutet och det är denna förskjutning som mäts upp vid Riksskogstaxeringens mätningar. För att klassas som tvärkrök skall krökens utsträckning i längd understiga 1 m och mörgens avvikelser ska vara mer än 5 cm. För Riksskogstaxeringens provträd mättes tvärkrök på de tio nedersta metrarna av stammen (Riksskogstaxeringen & markinventeringen 2015).

Långböj

Långböj är en krök på trädet som är minst en meter lång. En större långböj betyder en större utbytesförlust för sågverken. Hur stor en långböj är mäts i form av båghöjd, vilket är skillnaden mellan placeringen av stockens mörge i förhållande till ändytornas mörge (figur 2). För Riksskogstaxeringens provträd mäts denna deformation på trädets fem nedersta metrar och stammarna delas in i tre klasser (Riksskogstaxeringen & markinventeringen 2015):

- < 5 cm – Långböj saknas
- 5–10 cm - Måttlig långböj
- > 10 cm – Kraftig långböj



Figur 2. Bestämning av båghöjd för klassificering av långböj (SDC 2007)

Figure 2. Determination of arch height for classification of long bend

Röta

Förutom de tidigare nämnda kvalitetsvariablerna tvärkrök och långböj som påverkar raketeten på virket, är röta en viktig variabel som mäts på provträden och som påverkar virkeskvalitén.

Röta är en svamp som främst påverkar gran och är den skadegörare som orsakar de största ekonomiska skadorna i svenskt skogsbruk (Samuelsson & Örlander 2002). De ekonomiska skadorna beror främst på nedklassning av virke och tillväxtförluster (Bendz-Hellgren 1997). Men även ungskogsdöd och ökade stormfällningar är anledning till ekonomiska förluster. Södra Sverige innehåller en högre andel gran än norra Sverige (Riksskogstaxeringen 2018) vilket betyder att problemen är större där. Nedklassning av virket beror på att rötan påverkar utseendet och hållfastheten på det sågade virket och därför får endast 5 % av ändytan vara påverkad av röta för att stocken inte ska vrakas (SDC 2015).

Röta klassificeras av Riksskogstaxeringen i fem klasser beroende på graden av röta och mäts som femtedelar av en borkkärna (Riksskogstaxeringen & markinventeringen 2015). Klasserna indelas i intervall om 20 % det vill säga:

- 1–20 %,
- 21–40 %,
- 41–60 %,
- 61–80 % och
- 81–100.

Kvist

Kvist är en kvalitetsvariabel som har stor påverkan på hållfasthet och utseende på den sågade varan och därmed dess pris. Historiskt sett har virke med få kvistar genererat ett högre pris, då det efterfrågats hos högförädlade industrier, såsom snickerier för fönster och listtillverkning (Nylinder & Fryk 2011). Kvist har också en negativ påverkan på virkets hållfasthet, vilket gör att virke som är kvistrent eller har lite kvist har större efterfrågan (Sennblad 2008).

Ur ett virkesperspektiv är kvist en biologisk defekt som vi inte kan undvika (Nylinder & Fryk 2011). Det bästa sättet att minimera kvistens negativa effekter är genom att optimera postningen utifrån kvistarnas storlek och position i samband med sågning på sågverket. Det är mycket svårt att som maskinförare vid avverkning med bibehållen produktivitet göra bra kvalitetsbedömningar vad gäller kvist.

1.4 Problemformulering och syfte

Problemformulering

Sedan 1850 har en omfattande teknikutveckling skett i svenskt skogsbruk. Trots detta apteras stockarna fortfarande upp i kortare längder i skogen för att underlätta transporter till sågverken och massabruken (Kardell & Wennerberg 2004). Apteringen sker idag utifrån virkesprislistor som bygger på förväntad efterfrågan hos sågverkens kunder. De stående trädens egenskaper varierar dock i hög grad och det är svårt att få utfallet från virkesprislistan att matcha efterfrågan. Detta skapar en osäkerhet för sågverken och denna osäkerhet gör att sågverken har begränsad kontroll över råvaran som kommer in i produktionen, vilket idag hanteras genom att till exempel bygga lager (Helstad 2006).

Den nya röntgentekniken i sågverksindustrin kan öka möjligheterna att ta tillvara timmerstockar på ett mer optimalt sätt, vilket i sin tur kan leda till att värdeutbytet blir högre. En tidigare studie av Nordmark (2005) visade att aptering med hjälp av CT-skanning kunde öka värdeutbytet med 10 % jämfört med traditionell skördaradaptering. Vidare visade Rais et al. (2017) och Rinnhofer et al. (2003) att det finns potential för sågverken att öka sitt värdeutbyte genom att med hjälp av en CT-skanner vända stocken optimalt innan sågning. Det tycks därmed finnas en potential för sågverken att producera slutprodukter med högre värde än tidigare, genom att kunna se stockens inre egenskaper innan aptering och postning.

En skördare har i dagsläget inte möjlighet att utföra den här typen av skanning och det finns inte heller några försök att utrusta skördare med denna teknik. En annan möjlighet skulle kunna vara att avverka och transportera längre stockar till sågverken, där aptering och postning skulle kunna utföras med hjälp av CT-skanning. Om längre stockar apteras i skogen, ökar sågverkens flexibilitet och möjlighet att snabbare anpassa produkten efter kundens efterfrågan. Detta åstadkoms eftersom att stockarna kan postas och längdjusteras baserat på informationen om deras inre kvalitéer, som ges vid CT-skanningen.

Potentialen med längre stockar skulle kunna utnyttjas på två sätt:

- 1) Genom att aptera stockarna industriellt efter CT-skanning och tillgodogöra sig ett högre värdeutbyte genom bättre aptering och bättre invridning och postning.
- 2) Genom att CT-skanna och såga hela stocken utan aptering och kapa produkterna i efterhand. Denna teknik skulle kräva ett specialiserat sågverk men skulle eventuellt kunna generera ett högre värdeutbyte än vid scenario 1.

Båda dessa scenarier kräver kunskap om vilka egenskaper den växande skogsresursen har och därmed också vilka förutsättningar som erbjuds att utvinna rakt, friskt virke i svenskt skogsbruk.

Det finns idag inga tidigare genomförda studier som syftar till att undersöka förutsättningarna för att avverka längre stockar av tillfredsställande kvalitet i Sverige.

Syfte

Det övergripande syftet med denna studie var att utifrån slutavverkningsskogars bestockning, grovlek och avsmalning undersöka vilken potential det finns i olika delar av Sverige att aptera timmerstockar av tall och gran som är längre än vad som görs i dagens skogsbruk.

För besvara det övergripande syftet har följande frågeställningar formulerats:

1. Hur stor andel av virket är skadefritt, och hur stor andel har olika typer av skador?
2. Hur stor volym skadefritt virke kan kapas vid en stocklängd på minst 6 m och hur stor är denna andel i förhållande till total volym?
3. Vilken medellängd kan förväntas för de stockar som är minst 6 m långa?
4. Hur ser längdfördelningen ut för skadefritt virke beroende på toppkapdiameter?
5. Vilken virkestäthet kan förväntas?
6. Vilket medelvirkesuttag av skadefritt virke kan förväntas vid olika minimilängd och toppkapdiameter?
7. I vilket län finns de bästa skogliga förutsättningarna för ett sågverk som sågar minst 6 m långa skadefria stockar i olika toppkapdiameter?

Hypoteser har utformats utifrån frågeställningarna:

- Minst 50 % av virket i Sverige är skadefritt.
- Län i Södra Sverige har högre andel röta och därmed en högre andel skador än övriga Sverige.
- Län i södra Sverige har högre boniteter än övriga Sverige, hypotesen är därmed att län i södra Sverige har signifikant längre medellängder än Svealand. Svealand bör enligt samma resonemang ha signifikant längre medellängd än Norrland.
- På grund av en kombination av hög virkestäthet, stor andel skogsmark och erfarenhetsmässigt hög kvalitet på virkesråvaran, har län i centrala Svealand bättre förutsättningar att upprätta ett sågverk mot att såga minst 6 m långa stockar med avseende på korta medeltransportavstånd.

Studiens avgränsningar var att sågverkens konkurrenssituation och centrala byten mellan industrier och företag inte skulle beaktas. Vidare utgick studien ifrån att all skogsareal var tillgänglig för sågverken. Avverkningsnivån i slutavverkning sattes till 46 % av medeltillväxten i respektive län. Denna nivå motsvarade dagens avverkningsnivå för slutavverkningsskog (Riksskogstaxeringen 2018) och antogs vara lika för alla län i Sverige. Medeltransportavståndet för sågverk antogs ha samma betydelse oavsett län. Ingen hänsyn togs till att olika län kunde ha olika tillgång till vägar och vägstandard. Upptagningsområdet för sågverken antogs vara cirkulärt.

2. Material och metod

Riksskogstaxeringens statistik över provträd användes. Statistiken inhämtades från Riksskogstaxeringen och innehöll data om provträden från 11 års inventeringar (2005–2015). Datasetet var sammanställt i ett Excel-dokument länsvis. För vissa resultat slogs län ihop till landsdelar. Följande län ingick i respektive landsdel:

Tabell 1. Länens kategorisering per landsdel

Table 1. *The county categorization by region*

Götaland	Svealand	Norrland
Skåne län	Värmlands län	Norrbottens län
Blekinge län	Dalarnas län	Västerbottens län
Halland län	Örebro län	Västernorrlands län
Kalmar län	Västmanlands län	Jämtlands län
Jönköpings län	Uppsala län	Gästriklands län
Kronobergs län	Stockholms län	
Gotlands län	Södermanlands län	
Västra Götalands län		
Östergötlands län		

2.1 Träddata och databearbetning

Datasetet var i den inhämtade Excel-filen uppställt som en rad för varje enskilt träd. För varje enskilt träd angavs olika variabler i kalkylbladets kolumner;

- provträdets volym,
- stubbvolym,
- kaphöjd,
- toppkapdiameter,
- vilka skador som hade registrerats, samt
- i vilket län som trädet hade mätts.

I datasetet fanns kolumner för volym och kaphöjd vid toppkapdiameter 12, 16 och 20 cm samt för hela trädstammen. Det vill säga, vilken volym eller kaphöjd som erhöles om trädet var kapat vid respektive diametrar, från stubbe till kapskär. Volym fanns som provträdsvolym och som viktad volym. Det vill säga den volym provträden representerar i verkligheten. Utöver ovanstående information fanns även information om trädslag och huggningsklass.

Först sorterades trädslagen gran och tall ut från övriga trädslag. Därefter sorterades huggningsklasserna D1 och D2 (slutavverkningsbar skog) ut för att endast erhålla de slutavverkningsmogna provträden. De slutavverkningsmogna provträden delades sedan upp i

volym per provträd och viktad volym för varje län. Då flera län i datasetet var uppdelade enligt äldre länsindelningar slogs vissa län ihop för att motsvara dagens länsindelningar (SCB 2007). Totala antalet provträd för trädslagen gran och tall var 54 696 träd.

I variabeln provträdsvolym ingick även stubbens volym. Då stubbens volym var ovidkommande i denna studie subtraherades stubbvolymen från provträdsvolymen för varje enskilt träd. Data för stubbvolymen var given i datasetet för varje provträd. Volymen provträd minus stubbvolym användes sedan i alla beräkningar. Slutligen noterades total volym för alla län samt nationellt. Totalvolymen av alla provträd var 3290 m³sk.

Med tillfredställande virkeskvalitet avsågs i den här studien virke som var rakt (långbøj saknas) eller med tvärkrök mindre än 5 cm. Virket fick vidare heller inte vara påverkat av röta (Riksskogstaxeringen 2015). För varje län filtrerades därför volymen för skadan tvärkrök ut och noterades. Provträd som hade en tvärkrök på mer än 5 cm definierades som skadade. Detsamma gjordes för långbøj där definitionen för skadade provträd var ”måttlig”(5-10 cm) och ”kraftig” (> 10 cm) långbøj. Slutligen filtrerades de träd som innehöll båda skadorna ut och volymen för dessa summerades för varje län. Vidare filtrerades också skadan röta ut. Oberoende av vilken klass som registrerades på provträden (1–20 %, 21–40 %...), ansågs de vara skadade av röta. Volymen på dessa träd noterades för varje län. De skadade volymerna summerades för respektive skada och dividerades med total volym för att erhålla de olika skadornas andel av total volym.

Provträdens volym i datasetet från Riksskogstaxeringen var förutom den totala stamvolymen också uträknat för toppkapdiametrarna 12, 16 och 20 cm. För att erhålla den skadefria volymen ur respektive kapdiameter filtrerades de skadefria volymerna för samtliga skador ut (Långbøj=saknad, Tvärkrök <5 cm, Röta=ingen klass). Genom detta erhöles den skadefria volymen för provträden exklusive stubbe i de olika kapdiametrarna. Den filtreringen behölls och en minsta stocklängd (kaphöjd minus stubbhöjd) på 6 m lades till. Det vill säga endast de trädens volym som hade förutsättningar att kapas till minst 6 m långa stockar räknades. Filtringen utfördes på total stamvolym och alla toppkapdiametrar i respektive län och benämndes skadefritt virkesförråd för minst 6 m längd för total stamvolym och respektive kapdiameter samt län.

2.2 Beräkningar

Virkestäthet

För att kunna redovisa virkestätheten (m³sk/ha) för den oskadade volymen per län så hämtades information om landarealen för varje län från Riksskogstaxeringens årliga rapport (Riksskogstaxeringen 2018). Landarealen för respektive län är all mark exkl. vatten. Total skadefri stamvolym och skadefri volym för respektive toppkapdiameter divideras med landarealen för att erhålla virkestätheten (m³sk/ha) för respektive län.

Årlig avverkningsnivå

För att kunna uppskatta en realistisk årlig avverkningsnivå för respektive län hämtades medeltillväxten (m³sk/ha/år) för varje län från Riksskogstaxeringen (2018). Medeltillväxten multiplicerades sedan med dagens avverkningsnivå som andel av medeltillväxten (0,46) samt den produktiva skogsmarksarealen i respektive län för att erhålla en årlig tillväxtvolym i slutavverkningskog per år. Den produktiva skogsmarksarealen hämtades ifrån Riksskogstaxeringen årliga sammanställning (Riksskogstaxeringen 2018). Den årliga

tillväxtvolymen dividerades med det skadefria virkesförrådet för total stamvolym och minst 6 m långa stockar. Detta utfördes i respektive län (ekvation 1).

$$1) \text{ Årlig avverkningsnivå (\%)} = \frac{(\text{Medeltillväxt} * 0,46 * \text{Areal produktiv skogsmark})}{\text{Skadefritt virkesförråd för total stamvolym}} * 100$$

Årlig avverkningsnivå (ekvation 1) multiplicerades sedan med virkesförrådet för de olika toppkapdiametrarna för minst 6 m stocklängd. På detta vis erhöles det potentiella årliga uttaget ($\text{m}^3\text{sk}/\text{år}$) av minst 6 m långa stockar fördelat på de olika toppkapdiametrarna (12,16 och 20 cm) och län.

Medellängd och längdfördelning

För att kunna besvara frågeställning 2 gällande medellängd för de olika kapdiametrarna samt total volym i de olika länen, summerades kaphöjden för alla provträd i respektive län. Med kaphöjd menas höjden på trädet där kapning sker. Kaphöjderna subtraherades med stubbhöjden för att erhålla den kapade stockens längd. Dessa höjder summerades och dividerades med antalet provträd i respektive län. Två summeringar gjordes, en som innehöll alla längder och en där minsta längd var 6 m. Medellängd och standardavvikelse beräknades från detta material. Materialet användes även för att beräkna andelen stockar som kan kapas i och över en viss längd. Olika kategorier baserade på stockens längd skapades. Varje kategori var uppdelad i en meters stockintervall. Kategorierna löpte från 3 m och uppåt, tills inga stockar längre blev tilldelade en kategori. Om kaphöjden för ett träd var större eller lika med kategorins stocklängd räknades trädet med. För att få andelen stockar i varje kategori dividerades antalet stockar i en kategori med det totala antalet sågbara träd. Sågbara träd definierades som träd där stockar större eller lika med 3 m kunde kapas. Grunden till denna definition ligger i att stockar kortare än 3 m sällan kapas i svenskt skogsbruk och därför ansågs detta vara ett minimikrav för att kunna användas av sågverksindustrin.

Analysen gjordes för varje län och för hela landet för toppkapdiametrarna 12, 16 och 20 cm samt för hela trädstammen.

Medelvirkesförråd

För att visa hur stor volym som potentiellt kan uppfylla kraven för en viss längdkategori beräknades medelvirkesförrådet i slutavverkningskog för olika kategorier av stocklängd. Beräkningen gjordes genom att inhämta data för medelvirkesförrådet för slutavverkningsbar skog i huggningsklasserna S1 och S2 (Riksskogstaxeringen 2018). Ett medelvärde beräknades mellan dessa huggningsklasser för att erhålla ett medelvirkesförråd för all slutavverkningsbar skog.

Medelvirkesförrådet multiplicerades med andelen skadefri skog från tidigare beräkningar (se ovan). Därefter multiplicerades det skadefria medelvirkesförrådet med stockandelen i respektive kategori som beräknades i avsnittet medellängd och längdfördelning.

Medeltransportavstånd

Storleken på sågverken antogs vara av medelstorlek i Sverige, vilket betyder att virkesbehovet är $200\,000\text{ m}^3\text{fub}$ per år. Förutsättningarna för detta sågverk beskrevs i form av medeltransportavstånd (km).

För att beskriva förutsättningarna för ett sågverks placering beräknades först ett virkesupptagningsområde (ekvation 2).

$$2) \text{ Upptagningsområde (km}^2\text{)} = \text{Råvarubehov (m}^3\text{sk)} / \text{virkestäthet} \left(\frac{\text{m}^3\text{sk}}{\text{km}^2} \right)$$

För att omvandla m³fub till m³sk dividerades sågverkets råvarubehov (200 000 m³fub) med ett omvandlingstal (0,83) (Skogssverige 2012) för att erhålla volymenheten m³sk. Som virkestäthet användes den årliga avverkningsnivån som tidigare beskrivits vilket betyder att endast träd som kan kapas i längre än 6 m långa stockar har räknats med.

Radien för upptagningsområdet multiplicerades med 2/3, vilket brukar användas som virkestyngdpunkt vid beräkning av medeltransportavstånd (Fjeld & Dahlin 2008) En slingerfaktor på 1,3 användes för att beskriva transporterens avvikelser från den beräknade fågelvägen (ekvation 3).

$$3) \text{ Medeltransportavstånd (km)} = \frac{2 \cdot 1,3}{3} * \left(\frac{\text{Upptagningsområde}}{\pi} \right)^{0,5}$$

2.3 Statistiska analyser

För att kunna visa på skillnader eller likheter mellan regioner utfördes statistiska analyser. För att se skillnader mellan landsdelar och län utfördes ett parametriskt test som envägs ANOVA. Envägs ANOVA följdes av ett Tukey post-hoc test för att se mellan vilka regioner skillnaderna finns. Dessa tester utfördes på medellängden för kategorin total stamvolym samt för alla toppkapdiametrar.

3. Resultat

Norrbottnens län hade flest provträd (6294) och Blekinge hade minst antal provträd (425) (tabell 1). Densiteten (antal provträd per km² varierade mellan 4,96 (Gotlands län) och 1,60 (Norrbottnen län) träd per km² produktiv skogsmark. Medeldensiteten var 2,41 provträd per km². Densiteten var högre för de södra länen än för de norra.

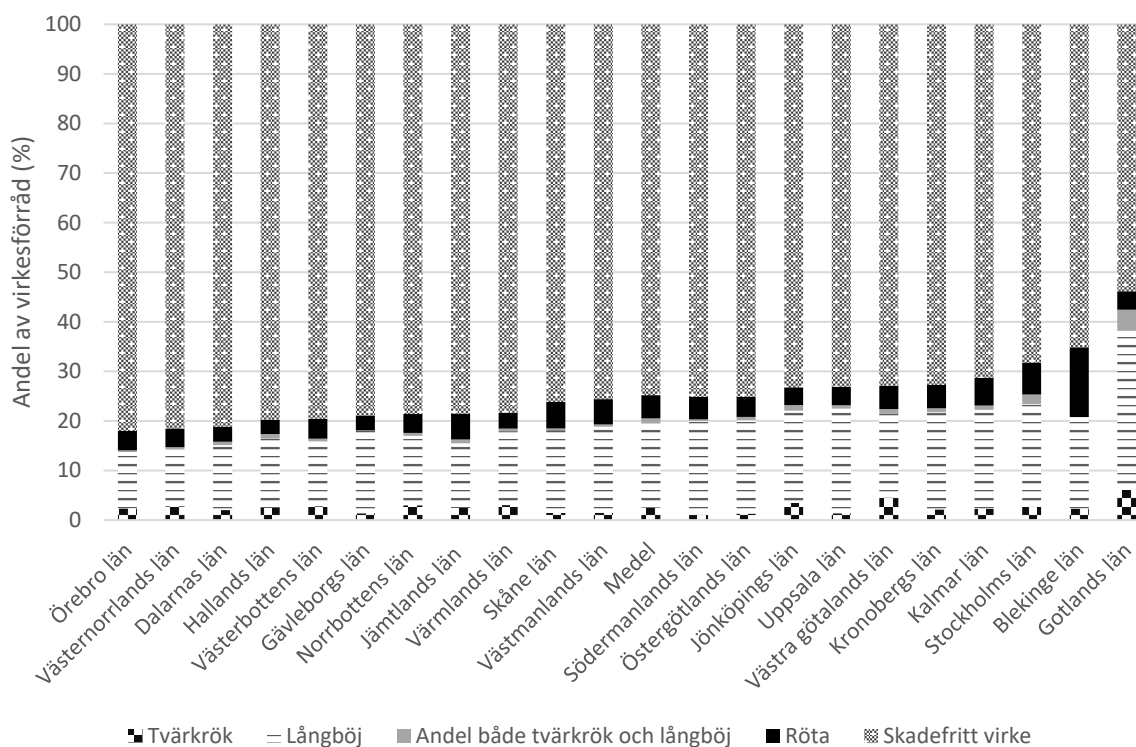
Tabell 2. Provträd av tall och gran per län

Table 2. *Sample trees of pine and spruce per county*

Län	Antal provträd (st)	Provträdsvolym (m ³ sk)	Densitet (antal provträd/km ² produktiv skogsmark)	Viktad volym (milj. m ³ sk)	Medelstamsvolym (m ³ sk)
Norrbottnens län	6294	2307,4	1,60	171,4	0,37
Västerbottnens län	5403	2150,3	1,65	155,2	0,40
Jämtlands län	6437	2851,4	2,40	189,8	0,44
Västernorrlands län	3028	1485,9	1,81	104,0	0,49
Gävleborgs län	3260	1844,6	2,18	90,7	0,57
Dalarnas län	5471	2684,3	2,78	139,3	0,49
Värmlands län	3192	2170,4	2,41	92,2	0,68
Örebro län	1635	1252,1	2,79	45,3	0,77
Västmanlands län	916	693,6	2,69	25,1	0,76
Uppsala län	1598	1180,4	3,14	42,5	0,74
Stockholms län	1023	842,8	3,37	27,4	0,82
Södermanlands län	1096	912,2	3,11	30,1	0,83
Östergötlands län	1700	1522,0	2,81	47,4	0,90
Jönköpings län	2350	1900,4	3,33	63,8	0,81
Kronobergs län	1700	1242,7	2,54	45,0	0,73
Kalmar län	2421	2099,1	3,28	66,0	0,87
Västra Götaland	4199	3430,1	3,26	105,9	0,82
Hallands län	985	839,0	3,36	22,8	0,85
Skåne län	939	874,6	2,23	21,8	0,93
Blekinge län	425	352,0	2,02	10,8	0,83
Gotlands län	625	269,2	4,96	9,0	0,43
Hela Sverige	54 696	32 904,5	2,41	1505,6	0,60

3.1 Andel skadefritt virke

Den skadefria virkesandelen var högst i Örebro län (82 %) och lägst i Gotlands län (54 %), med ett medel för hela landet på 75 % (figur 3). Landsdelen södra Norrland hade i snitt högst andel skadefritt virke (80 %) följt av norra Norrland (79 %) och Svealand (76 %). Götaland hade lägst andel skadefritt virke (71 %). Långbøj var i alla län den dominerande skadeorsaken (figur 3) och stod i snitt för 68 % av skadorna. Röta stod i snitt för 20 %, tvärkrök 8 % och träd med både långbøj och tvärkrök stod för 4 % av skadorna.



Figur 3. Andel skadefritt virke från slutavverkningsskog och andel skadat virke fördelat på skadorna röta, tvärkrök, långbøj, samt både långbøj och tvärkrök fördelat på län.

Figure 3. Percentage of damage-free timber from the final logging forest and the proportion of damaged timber distributed on the damages rot, transverse bend, long bend, as well as both long bend and transverse bend distributed by county.

3.2 Volym och medellängder av skadefritt virke

Den största volymen skadefritt virke för alla längder fanns i Jämtlands län och den lägsta i Gotlands län oavsett toppkapdiameter (tabell 2). Detsamma gällde även för den skadefria volymen för stocklängd minst 6 m.

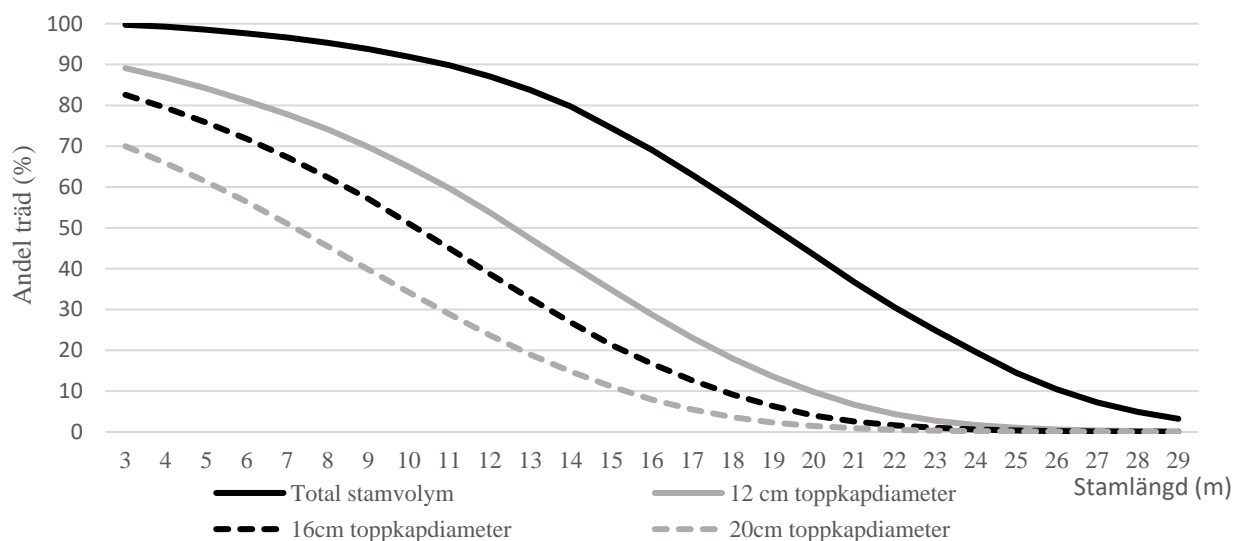
Medellängden oberoende om vilken längdklass var längst i Östergötlands län medan den kortaste medellängden återfanns i Gotlands län. Alla landsdelar skiljde sig signifikant ifrån varandra ($p < 0,05$). På länsnivå var länen i Götaland inte signifikant skilda från Svealand. Exkluderat för Dalarnas län skiljde sig alla länen i Svealand från länen i Norrland. Volymen virke i hela landet med lägsta stocklängd 6 m och 12 cm toppkapdiameter var 90,6 % av volymen för alla längder. Störst skillnad uppvisade Norrbottens län (17,1 %) och lägst Östergötlands län (3 %). Skillnaden mellan länen blev större med ökande toppkapdiameter (tabell 2).

Tabell 3. Total volym och längder på skadefritt virke vid olika kapdiameter uppdelat på län och för landet som helhet
Table 3. Total volume and lengths of damage-free timber at different top cut diameter and divided into counties and for the country as a whole

Län	Toppkapdiameter								
	12 cm			16 cm			20 cm		
	Volym alla längder (milj. m ³ sk)	Andel av total volym ≥ 6 m (%)	Medellängd för volym ≥ 6 m (m, SD)	Volym alla längder (milj. m ³ sk)	Andel av total volym ≥ 6 m (%)	Medellängd för volym ≥ 6 m (m, SD)	Volym alla längder (milj. m ³ sk)	Andel av total volym ≥ 6 m (%)	Medellängd för volym ≥ 6 m (m, SD)
Hela landet	1026,4	90,6	14,3 (4,6)	874,5	85,1	12,8 (4,2)	685,2	76,4	12,3 (3,7)
Norrbottnen län	113,4	82,9	11,8 (3,4)	90,6	74,7	10,8 (3,0)	64,3	62,7	9,8 (2,7)
Västerbottens län	103,8	84,4	12,1 (3,6)	83,7	75,1	10,9 (3,1)	60,2	61,6	9,9 (2,7)
Jämtlands län	126,0	86,0	12,4 (3,8)	102,6	77,6	11,1 (3,5)	75,4	64,3	10,1 (3,1)
Västernorrlands län	71,5	88,7	13,4 (4,1)	58,8	80,4	12,0 (3,8)	44,2	69,7	10,9 (3,4)
Gävleborgs län	63,7	92,6	14,3 (4,3)	54,4	86,6	12,8 (4,0)	42,2	76,5	11,7 (3,7)
Dalarnas län	96,6	90,0	13,5 (4,3)	80,6	83,7	12,2 (3,9)	60,5	73,7	11,2 (3,5)
Värmlands län	65,8	94,1	15,6 (5,2)	57,0	90,0	13,9 (4,8)	45,6	82,9	12,4 (4,4)
Örebro län	33,8	94,7	15,9 (4,8)	30,0	90,7	14,1 (4,5)	24,9	83,5	12,5 (4,1)
Västmanlands län	17,6	96,0	15,8 (4,6)	15,7	91,7	14,0 (4,4)	13,0	83,8	12,5 (4,1)
Uppsala län	28,8	96,1	15,9 (4,5)	25,8	91,9	14,2 (4,2)	21,5	86,0	12,4 (3,9)
Stockholms län	17,4	94,8	15,3 (4,7)	15,5	90,3	13,8 (4,3)	13,1	84,7	12,4 (3,9)
Södermanlands län	21,2	97,2	16,7 (4,2)	19,4	95,4	14,6 (4,0)	16,6	90,4	12,7 (3,8)
Östergötlands län	33,5	97,0	16,8 (4,4)	30,6	95,8	14,7 (4,3)	26,4	89,8	13,0 (3,9)
Jönköpings län	43,2	96,3	16,3 (4,6)	38,9	92,0	14,4 (4,2)	32,6	87,4	12,6 (4,0)
Kronobergs län	29,9	95,3	15,4 (4,4)	26,4	91,3	13,4 (4,2)	21,7	80,6	12,0 (3,8)
Kalmar län	44,1	95,7	16,4 (4,4)	40,0	94,3	14,4 (4,3)	34,3	87,5	12,9 (4,0)
Västra Götalands län	73,2	95,5	15,6 (4,7)	66,0	92,0	13,8 (4,4)	56,0	85,2	12,3 (4,0)
Hallands län	16,7	96,4	16,1 (4,8)	15,2	92,8	14,0 (4,4)	12,9	86,8	12,3 (3,8)
Skånes län	15,4	96,1	16,4 (4,6)	13,8	92,8	14,3 (4,3)	11,7	87,2	12,6 (4,0)
Blekinges län	6,5	95,4	16,1 (4,1)	5,8	94,8	13,9 (3,8)	5,0	88,0	11,9 (3,6)
Gotlands län	4,2	88,1	11,2 (2,9)	3,7	83,8	10,1 (2,7)	3,1	74,2	9,3 (2,5)

3.3 Längdfördelning

Andelen stockar som kan kapas vid en viss längd minskade med ökande toppkapdiameter. Vid 3 m längd var andelen stockar som kan kapas till 12 cm toppkapdiameter 27 % högre än för 20 cm. Vid 15 m längd var skillnaden 218 %, dvs ca 3 gånger fler stockar kan kapas vid 15 m för 12 cm toppkapdiameter än för 20 cm. Skillnaden blir större ju längre stockarna blir. Arean mellan linjen för total stamvolym och 12 cm utgörs i verkligheten av massaved och toppar (figur 4). Eftersom lägsta toppkapdiameterna för sågtimmer ofta är 12 cm.

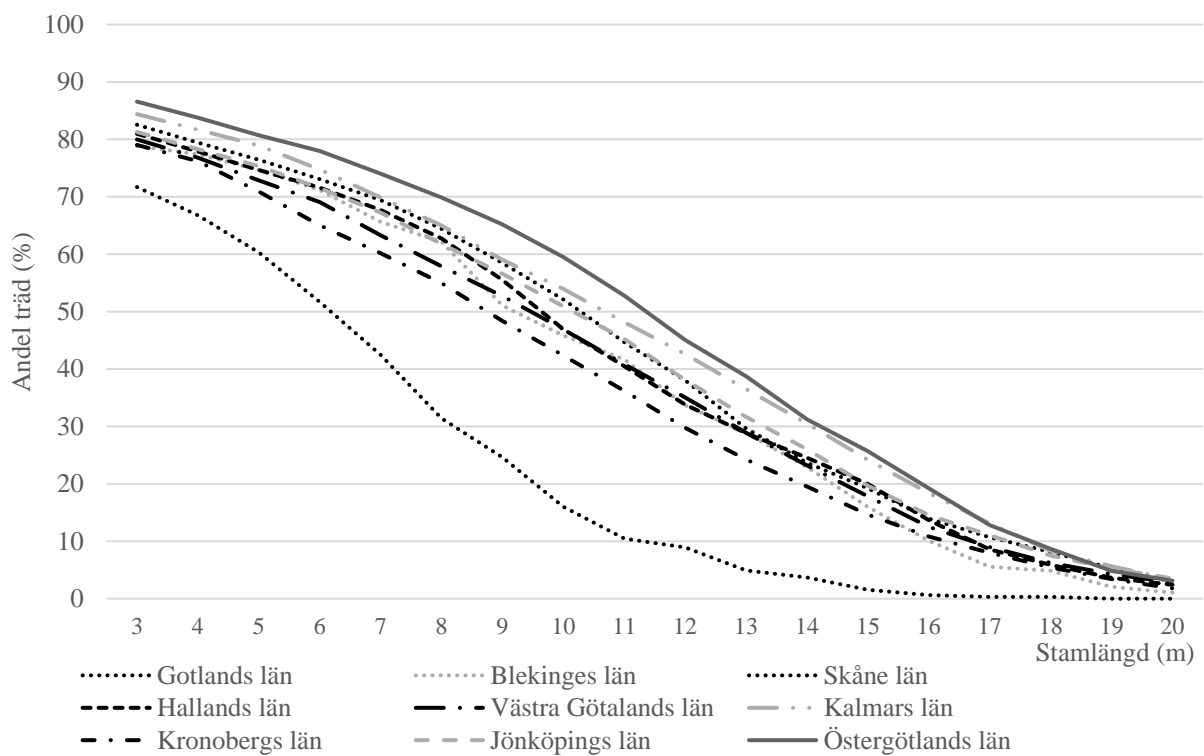


Figur 4. Andelen träd som kan kapas över en viss längd för slutavverkningsskog vid olika toppkapdiametrar för hela Sverige.

Figure 4. The proportion of trees that can be cut over a certain length at different top cut diameters for the whole of Sweden.

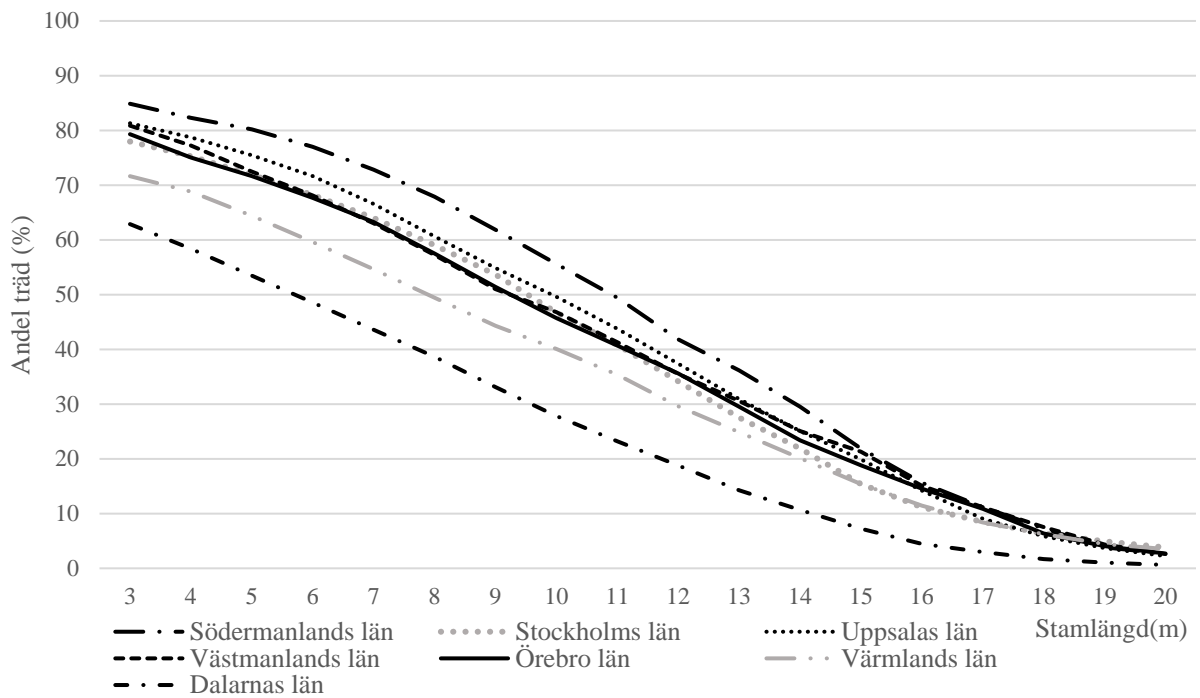
I Östergötlands län var det möjligt att kapa 59 % av de skadefria träden till stockar över 10 m långa med 20 cm i toppkapdiameter (figur 5), vilket var högst i landet. I Gotlands län var motsvarande siffra 16 % vilket var lägst i Götaland. Detta gällde även för toppkapdiameter 12 och 16 cm (bilaga 1). I medeltal var det möjligt att kapa 39 % av träden till stockar över 10 m långa. I Svealand så återfanns högst andel stockar som kan kapas vid 10 m längd i Södermanlands län med 56 % medan lägst andel fanns Dalarnas län med 28 % (Figur 6). Motsvarande siffror för länen i Norrland var 34 % i Gävleborgs län som hade högst andel och 6 % i Norrbottens län som hade lägst andel i hela landet.

Med undantag för Gotlands län var det tydligt att andelen stockar som kan kapas i längre längder var större i södra Sverige än i Norra Sverige (figur 5; figur 7). Trenden visade sig även i väst-östlig riktning där länen längre österut hade större möjlighet att såga en större andel längre stockar än de västligare länen. Denna trend var dock inte lika stark som den nord-sydliga. Trenden syntes även för toppkapdiameter 12 och 16 cm (bilaga 1) och skillnaden blev större ju större toppkapdiametern blev.



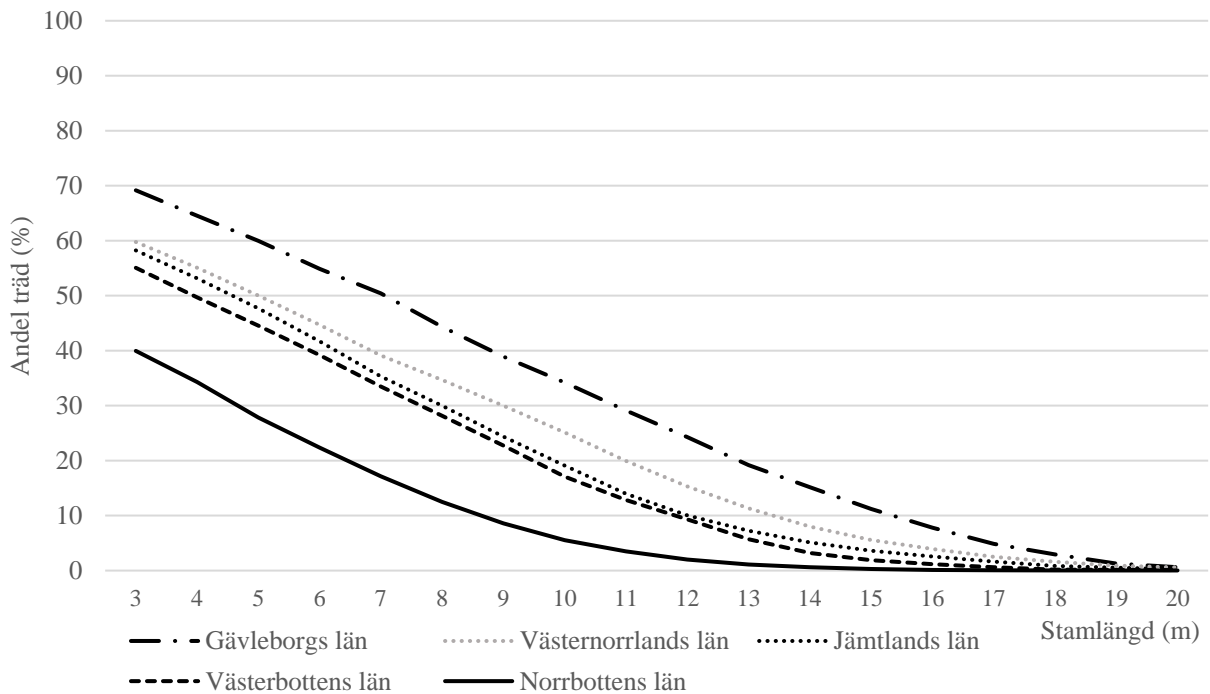
Figur 5. Andelen träd som kan kapas i en viss längd för slutavverkningsskog och län tillhörande Götaland med en toppkapdiameter på 20 cm.

Figure 5. The proportion of trees that can be cut to a certain length for counties belonging to Götaland and with a top cut diameter of 20 cm.



Figur 6. Andelen träd som kan kapas i en viss längd för slutavverkningsskog och län tillhörande Svealand med en toppkapdiameter på 20 cm.

Figure 6. The proportion of trees that can be cut to a certain length for counties belonging to Svealand and with a top cut diameter of 20 cm.

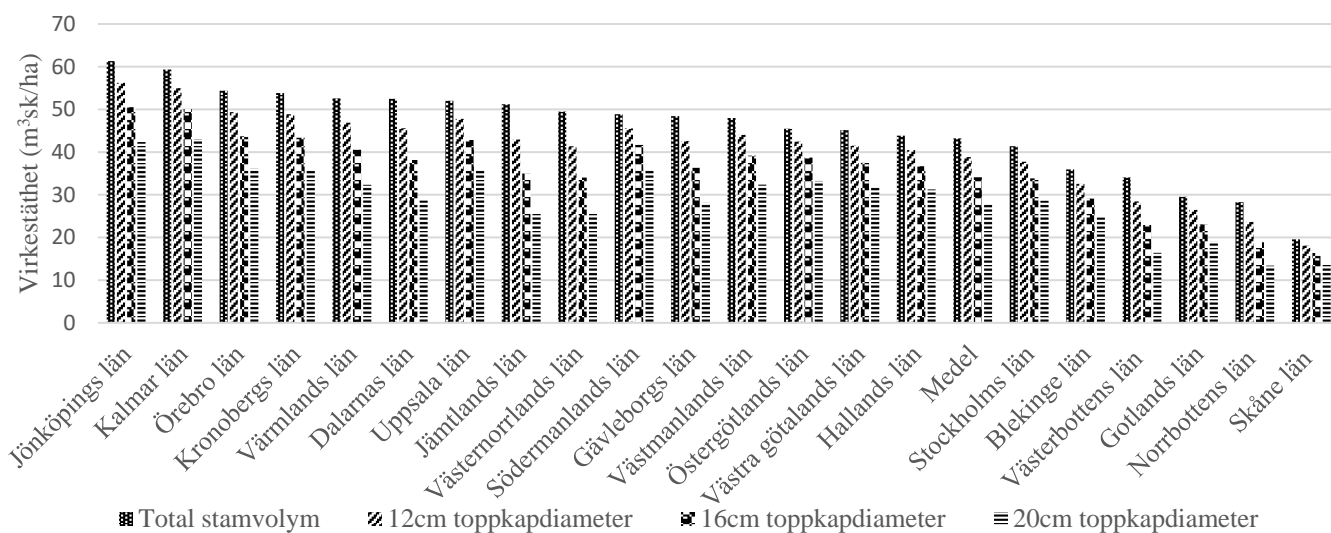


Figur 7. Andelen träd som kan kapas i en viss längd för slutavverkningsskog och län tillhörande Norrland och med en toppkapdiameter på 20 cm.

Figure 7. The proportion of trees that can be cut to a certain length for counties belonging to Norrland and with a top cut diameter of 20 cm.

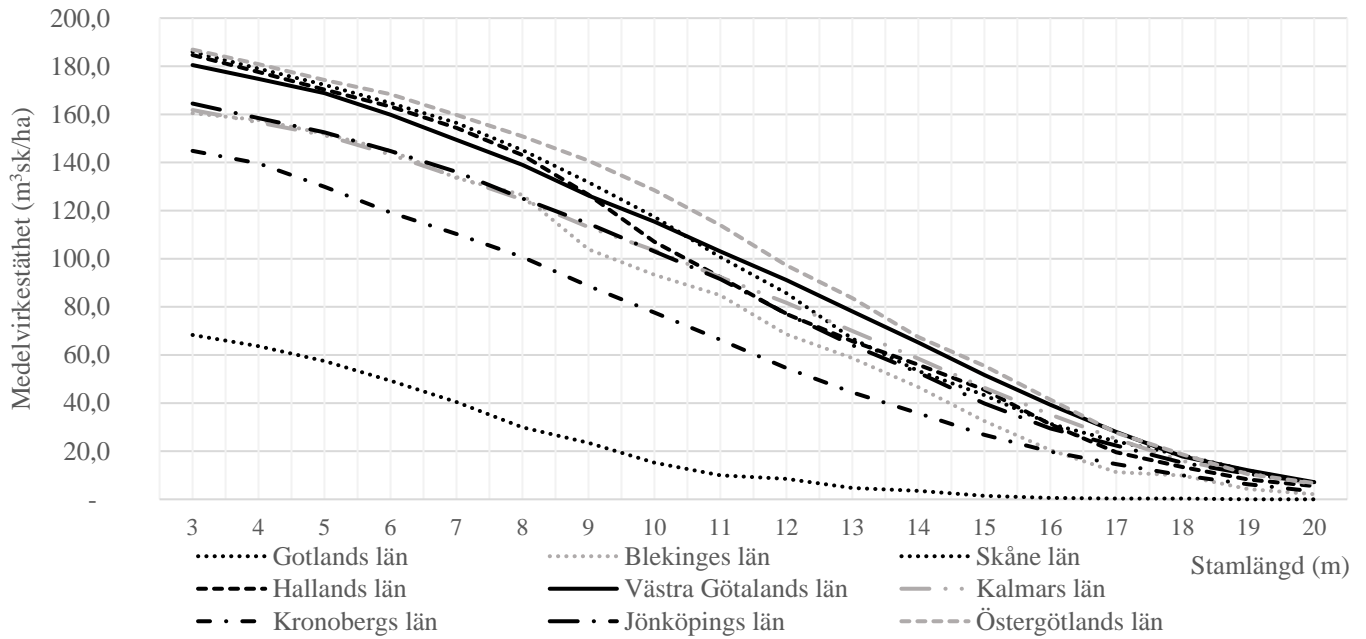
3.4 Virkestäthet och volymfördelning

För total stamvolym var virkestätheten som högst i Jönköpings län (figur 8). För 20 cm toppkapdiameter hade Kalmar län högst virkestäthet. Lägst virkestäthet för total stamvolym, 12 cm samt 16 cm toppkapdiameter hade Skåne län. Skåne tillsammans med Blekinge län sticker ut med lägre virkestätheter än övriga län i Götaland. Lägst virkestäthet för 20 cm toppkapdiameter hade Norrbottens län. De tre länen med högst virkestäthet vid 12 cm toppkapdiameter hade i snitt 3 gånger högre virkestäthet än de 3 länen med lägst virkestäthet (figur 8).



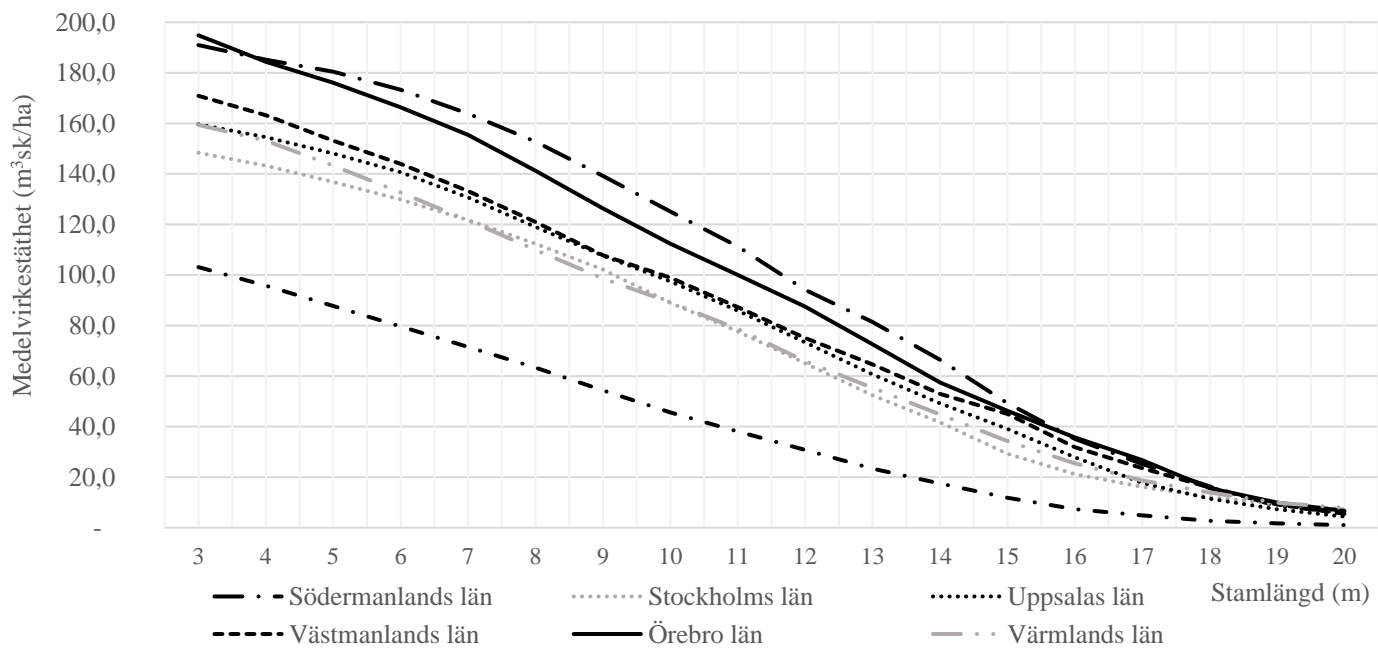
Figur 8. Virkestäthet) för slutavverkningsskog och respektive län vid olika toppkapdiametrar.
Figure 8. Timber density for each county at different top cut diameters.

Virkestäthet för olika stocklängder i respektive län redovisas i figur 10–12 för 20 cm toppkapdiameter. Resultatet visar att Skåne, Östergötlands- och Hallands län har de högsta virkestätheterna vid de flesta längderna (figur 9). Medelvirkestätheten vid 10 m längd för Götaland var 95,7 m³sk/ha och 105,7 m³sk/ha exkluderat Gotland som sticker ut med väldigt låg virkestäthet (figur 9). Motsvarande siffra i Svealand var 93,9 m³sk/ha (figur 10) och 34,4 m³sk/ha i Norrland (figur 11). För 12 cm var medelvirkestätheten vid 10 m längd för Götaland 153,9 m³sk/ha och 167,2 m³sk/ha exkluderat Gotland (bilaga 2). Motsvarande siffra i Svealand var 158,0 m³sk/ha (bilaga 2) och 87,6 m³sk/ha i Norrland (bilaga 2). För 16 cm var medelvirkestätheten vid 10 m längd för Götaland 128,3 m³sk/ha och 140,8 m³sk/ha exkluderat Gotland (bilaga 2). Motsvarande siffra i Svealand var 130,8 m³sk/ha (bilaga 2) och 61,1 m³sk/ha i Norrland (bilaga 2).



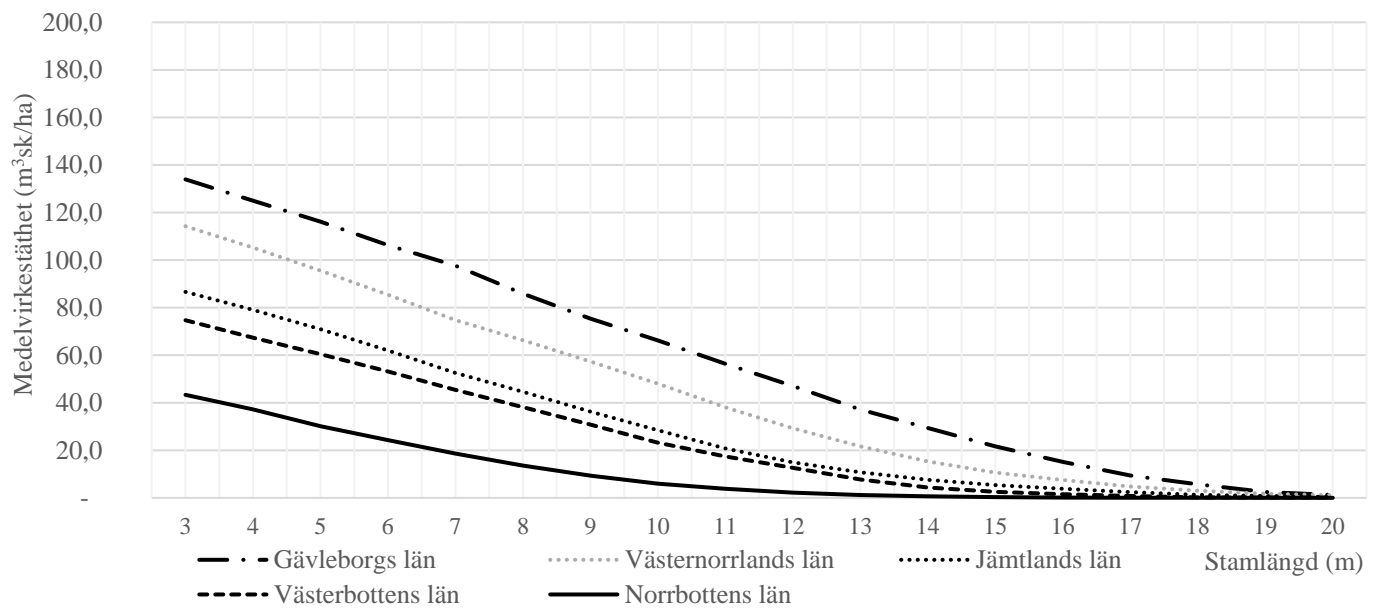
Figur 9. Förväntat medelvirkestäthet i slutavverkningsskog vid olika stocklängder och toppkapdiameter 20 cm för respektive län i Götaland.

Figure 9. Expected average wood density in final felling forest at different log lengths and top cut diameter 20 cm for each county in Götaland.



Figur 10. Förväntat medelvirkestäthet i slutavverkningsskog vid olika stocklängder och toppkapdiameter 20 cm respektive län i Svealand.

Figure 10. Expected average wood density in final felling forest at different log lengths and top cut diameter 20 cm and county in Svealand.

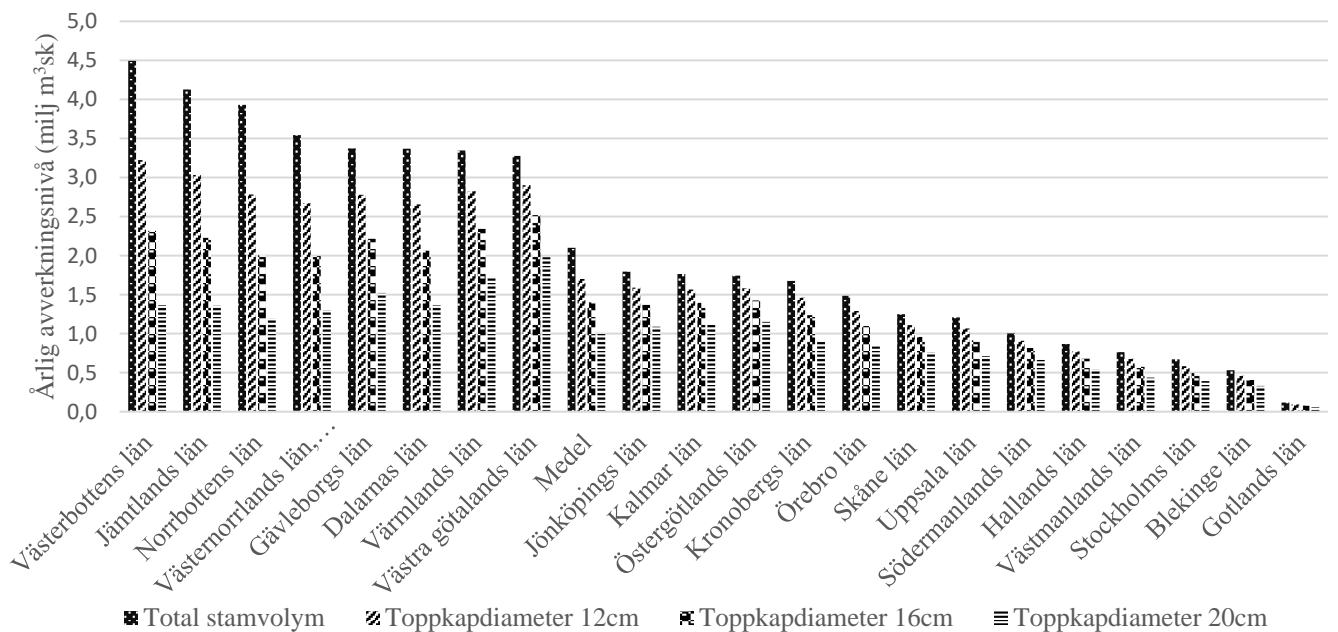


Figur 11. Förväntat medelvirkestäthet i slutavverkningsskog vid olika stocklängder och toppkapdiameter 20 cm respektive län i Norrland.

Figure 11. Expected average wood density in final felling forest at different log lengths and top cut diameter 20 cm and county in northern Sweden.

3.5 Uppskattad årlig avverkningsnivå och medeltransportavstånd

Nationellt finns det en uppskattad avverkningsnivå av skadefritt virke i slutavverkningsskog som kan kapas i minst 6 m långa stockar på 44,3 milj. m³sk för total stamvolym. För 12 cm toppkapdiameter var motsvarande siffra 36,0 milj. m³sk, 29,1 milj. m³sk för 16 cm och 20,8 milj. m³sk för 20 cm. Länsvis var den årliga uppskattade avverkningsnivån som högst i Västerbottens län för total stamvolym, 12 cm samt 16 cm (figur 12). För 20 cm hade Västra Götalands län den högsta uppskattade avverkningsnivån. Lägsta möjliga avverkningsnivån för 20 cm toppkapdiameter återfanns i Gotlands län med 200 000 m³sk för 20 cm toppdiameter. Medan för Gotlands län indikerar detta att det i alla län finns tillräckligt med råvara oavsett toppkapdiameter för att försörja ett sågverk på 200 000 m³fub i råvarubehov.



Figur 12. Uppskattad årlig avverkningsnivå för skadefritt virke per län och toppkapdiameter.
Figure 12. Estimated annual harvesting level for damage-free timber per county and top cut diameter.

Kronobergs län uppvisade lägst medeltransportavstånd vid 12- och 16 cm toppkapdiameter. Östergötlands län uppvisade lägst medeltransportavstånd vid 20 cm toppkapdiameter. Gotlands län uppvisade högst oavsett toppkapdiameter. Medeltransportavståndet för hela landet och 12 cm toppkapdiameter var 23,0 km, för toppkapdiameter 16 cm var medeltransportavståndet 25,4 km och för toppkapdiameter 20 cm var medeltransportavståndet 30,0 km. Genomsnittet för medeltransportavstånd för 20 cm toppkapdiameter i Götaland var 27,7 km, i Svealand var snittet 26,7 km och i Norrland var medeltransportavståndet i medeltal 38,7 km (tabell 3). I medel ökade längdkravet (att stockarna måste vara minst 6 m långa) medeltransportavståndet vid 12 cm toppkapdiameter med 4 %. Vid 16 cm ökade medeltransportavståndet med i snitt 7,1 % och vid 20 cm 13,6 %. På landsdelsnivå var skillnaderna med eller utan längdkrav som störst i Norrland och lägst i Götaland. Svealand hade marginellt större skillnad jämfört med Götaland. I de nordligaste länen var skillnaden mellan 12 och 20 cm toppkapdiameter med längdkrav större än i de sydligare länen. Exempelvis, var skillnaden i Norrbotten län mellan 12 och 20 cm toppkapdiameter 26,3 %. I Skåne var motsvarande siffra 7 %.

Tabell 4. Medeltransportavstånd (km) för ett sågverk med 200 000 m³fub i råvarubehov**Table 4.** Average transport distance (km) at a sawmill's raw material requirement of 200,000 m³fub

Län	Toppkapdiameter (cm)		
	12	16	20
Jönköpings län	19,3	20,8	23,3
Kalmar län	20,1	21,3	23,8
Kronobergs län	18,1	19,6	23,1
Örebro län	19,2	20,8	23,8
Värmlands län	18,8	20,6	24,0
Gävleborgs län	19,6	21,9	26,5
Uppsala län	20,9	22,6	25,5
Dalarnas län	23,9	27,1	33,3
Östergötlands län	19,4	20,4	22,7
Västra Götalands län	21,5	23,0	26,0
Västmanlands län	21,0	22,8	26,1
Hallands län	19,6	20,9	23,4
Södermanlands län	19,6	20,7	23,0
Stockholms län	25,5	27,6	31,1
Jämtlands län	26,4	30,8	39,4
Blekinge län	19,3	20,5	22,7
Gotlands län	43,1	47,1	55,1
Västerbottens län	28,4	33,5	43,6
Västernorrlands län	21,2	24,5	30,4
Skånes län	23,9	25,7	28,8
Norrbottnens län	35,2	41,5	53,8
Medel	23,0	25,4	30,0

4. Diskussion

Resultatet från denna studie har på olika sätt visat på förutsättningarna vid uttag av längre stockar i svenskt skogsbruk. I denna del kommer varje resultat att diskuteras för sig, samt jämföras med relevant litteratur eller kunskap. Först kommer en tillförlitlighet av datasetet att diskuteras, sedan kommer diskussionen att följa samma ordning som resultatet. Utöver detta kommer några praktiska tillämpningar av resultatet att presenteras. Metodens inverkan på resultatet kommer att diskuteras och dessutom kommer styrkor och svagheter med studien att beaktas. Slutligen kommer förslag på behov av framtida studier att diskuteras och presenteras.

4.1 Datasetets tillförlitlighet

Två faktorer hade betydelse för datasetets tillförlitlighet, nämligen densitet av provträd och använd mätmetod (stickprover). Densiteten av provträd varierade över landet. Högst densitet av provträd fanns i södra delarna av landet och lägst i norra. Enligt Riksskogstaxeringen beror denna skillnad på att provytorna är utlagda i så kallade taxeringstrakter och avståndet mellan dessa är kortare i södra Sverige än i norra Sverige. Skogarna i norra Sverige är mer homogena än skogarna i södra Sverige. Högre variation kräver högre densitet av data och det bör därför vara rimligt och jämförbart med den variationen i densiteten i datasetet. Den största osäkerheten i Riksskogstaxeringens statistik beror på att den beräknades genom ett stickprov. Men Riksskogstaxeringen menar att statistiken är tillförlitlig på länsnivå om minst 5 års statistik används. I denna studie har nivån på statistiken som lägst varit på länsnivå samtidigt som 11 år statistik användes. Tillförlitligheten i datasetet får därför anses vara godkänd för studiens syfte.

4.2 Skadeandel

Resultatet visade att i medel var den skadefria andelen av virkesförrådet i Sverige 76 %. Det län som hade lägst andel skadefritt virke var Gotlands län (54 %). Hypotesen att den skadefria andelen är mer än 50 % är därmed bekräftad nationellt samt för alla län.

Andelen röta var i genomsnitt i Sverige 4,7 % av virkesförrådet. Den andelen innefattar både gran och tall. Tall drabbas i mycket begränsad omfattning av rottröta vilket betyder att andelen röta i resultatet är lägre än vad som hade blivit fallet om endast röta på gran hade beaktats. Tidigare studier i Sverige har indikerat på en rötandel för gran på 8,0 % och tall 0,6 % (Johansson 2000). I datasetet beräknades trädslagsfördelning till 54,3 % gran och 45,7 % tall. Används Johanssons (2000) resultat för att beräkna en genomsnittlig andel rötskador i hela landet (ekvation 4) fås resultatet 4,62 % skador. Trädslagsfördelningen i datasetet för respektive trädslag multiplicerades med rötandel enligt Johanssons studie för respektive trädslag. Resultatet från de två trädslagen adderades sedan (ekvation 4). Studiens resultat får därför anses vara i linje med Johanssons.

4) $Andel\ gran * rötandel\ gran\ (Johansson\ 2000) + Andel\ tall * rötandel\ tall\ (Johansson\ 2000) = genomsnittlig\ rötandel$

Skadeandelen i den här studien angav hur virket fysiskt ser ut. Det säger ingenting om vilken kvalitetsklass virket har enligt den virkesklassificering som utförs av SDC (2015) och det är inte heller syftet. Exempel på kvalitetsaspekter som kan påverka förutsättningarna kan vara

sprötkvist eller liknande defekter som inte kommer med i detta material. Potentialen i denna studie visar sågbara, raka och friska stammar.

Kravet på röta i denna studie var satt till 0 %. Det vill säga av den borrhärna Riksskogstaxeringens fältpersonal studerar får röta inte uppta mer än 1 % av borrhärnan. I SDC:s virkesklassificering tillåts 5 % av rotändan vara påverkad av röta utan att virket vrakas. Huruvida 1 % i brösthöjd motsvarar 5 % i rot är inte upp till den här studien att svara på. Men genom att inte tillåta någon röta i denna studie, minskas risken för att resultatet ska överskattas. Detsamma gäller för de övriga skadorna tvärkrök och långböj. Det kan leda till att siffrorna för skadefri volym är något underskattade då vissa av de skadorna som sorterades bort faktiskt hade kunnat passera SDC:s virkeskrav på sågtimmer.

Skadan tvärkrök var enligt Riksskogstaxeringen (2015) endast bedömd på trädets 10 nedersta metrar. Långböj var bedömd på trädets nedersta fem metrar. Träd som kan kapas i stockar längre än 10 m skulle därför i praktiken kunna vara skadade av både långböj och tvärkrök. Hur stor risken är att stockar över tio meters längd är skadade av långböj respektive tvärkrök har den här studien inte möjlighet att svara på. Det finns därmed en risk att resultatet underskattar skadeandelen för mycket långa stockar.

4.3 Volym och medellängder för skadefritt virke

Volym

Total stamvolym för skadefritt virke för slutavverkningsskog i hela Sverige var 1142 milj. m³sk, vilket var 76 % av det totala virkesförrådet för slutavverkningsskog av gran och tall enligt datasetet. En jämförelse med Riksskogstaxeringen årliga rapport (Riksskogstaxeringen 2018) genomfördes genom att först multiplicera andelen slutavverkningsbar skog som växer på den totala arealen produktiv skogsmark, med den totala arealen produktiv skogsmark (ekvation 5). Resultatet från detta blir total areal slutavverkningsbar skog i Sverige. Den arealen multiplicerades sedan med det genomsnittliga medelvirkesförrådet i slutavverkningsbar skog (ekvation 5).

*5) Total areal produktiv skogsmark * andel slutavverkningsbar skog * medelvirkesförråd i slutavverkningsskog = Total virkesförråd i slutavverkningsbar skog*

Det totala virkesförrådet i slutavverkningsbar skog för alla trädslag enligt Riksskogstaxeringen (2018) blev då 1701,1 milj. m³sk. Detta är 13 procent mer än det totala virkesförrådet i den här studiens dataset och 49 procent mer än virkesförrådet för skadefritt virke. Skillnaden mellan det totala virkesförrådet och Riksskogstaxeringens data beror på att Riksskogstaxeringens data innehåller alla trädslag och studiens data endast innehåller gran och tall. Enligt Riksskogstaxeringen är andelen lövträd 18,8 % av virkesförrådet i Sverige. Resultatet i denna studie visar därmed 5,8 %-enheter lägre lövandel. Detta kan bero på att andelen lövträd är lägre desto äldre skogsbestånden är och i denna studie ingick endast slutavverkningsbestånd. Detta argument stöds av Riksskogstaxeringen (2018) och volymerna antas därmed vara rimliga.

Den totala stamvolymen är inklusive toppar och därmed är volymen för denna kategori större än vad industrin kan tillgodoräkna sig som gagnvirke. Men denna studie behandlar

förutsättningar för längre stockar som ska nyttjas till sågtimmer, vilket betyder att det är av liten betydelse.

Medellängd

Medellängden var som högst i Östergötlands län. Inget enskilt län skiljde sig signifikant emot något annat. Enligt studiens hypotes har län i södra Sverige signifikant längre medellängder än län i Svealand och län i Svealand har signifikant längre medellängder än län i Norrland. Detta stämde inte mellan Svealand och Götaland då de flesta länen inte signifikant kunde skiljas åt. I Svealand skiljde sig dock alla län förutom Dalarnas län signifikant ifrån alla län i Norrland. På landsdelsnivå var Götaland, Svealand och Norrland signifikant skilda från varandra ($p < 0,05$). Hypotesen får därför anses vara delvis bekräftad.

Medellängden är direkt kopplad till höjden på trädet. För de tre toppkapdiametrarna har även diametern på trädet en betydelse. Höjden på trädet styrs av ståndorten genom bonitet (Albrektsson et al. 2012). Enligt Riksskogstaxeringen (2015) har Östergötlands län dock näst lägst bonitet i Götaland. Boniteten kan därför inte förklara den här studiens resultat. En annan förklaring skulle kunna vara att Östergötland har mycket gammal slutavverkningsskog jämfört med de övriga länen. Enligt Riksskogstaxeringen (2018) har dock inte Östergötlands län högre andel gammal skog än övriga län i Götaland så inte heller detta anses förklara resultatet. Tidigare studier kan därför inte bekräfta resultatet för medellängder i denna studie.

4.4 Längdfördelning

Längdfördelningen beräknades med andelen träd som kunde kapas i en viss längd eller längre. Det vill säga hur stor andel av träden i slutavverkningsskog i respektive län som kan kapas i en olika längd (se avsnitt 2.2). Genom att multiplicera denna andel med medelvirkesförrådet i slutavverkningsskog enligt Riksskogstaxeringen (2018) antogs denna andel korrelera med andelen volym som kan kapas i en viss längd eller längre. För att förtydliga, andelen träd i en viss längdklass antas korrelera med andelen volym i samma klass. Om alla träd ser exakt likadana ut bör detta förhållande stämma. Men då medelstamsvolymer blev större vid högre längdklass bör andelen volym i längre längdklasser vara högre än antal träd i samma klass. I så fall skulle resultatet vara underskattat om syftet är att beräkna andelen volym per längdklass. Det finns inte några jämförbara tidigare studier vilket betyder att resultatet bidrar med ny kunskap i ämnet.

4.5 Virkestäthet och volymfördelning

Jönköpings län hade högst virkestäthet för total stamvolym. Kalmar län hade högst virkestäthet i landet vid alla toppkapdiametrar. Lägst virkestäthet vid total stamvolym 12 cm och 16 cm hade Skåne län. Norrbottens län hade lägst virkestäthet vid 20 cm toppkapdiameter. Om samma uträkning utfördes med medelvirkesförråd i slutavverkningsskog enligt Riksskogstaxeringen (2018) istället för studiens skadefria volymer så hade Blekinge högst virkestäthet (78,2 m³sk/ha) och Norrbotten hade lägst (16,2 m³sk/ha). Medel för landet var 52 m³sk/ha. Detta kan närmast jämföras med resultatet för total stamvolym där medel var 42 m³sk/ha eller 80 % av resultatet från Riksskogstaxeringen. Jämfört med den genomsnittliga skadeandelen i landet (75 %) betyder detta att virkestätheten överskattades med 5 %-enheter i resultatet, detta är dock att anse inom rimlig gräns från Riksskogstaxeringens officiella data.

Att Blekinge var högst enligt Riksskogstaxeringens data men inte i denna studien kan förklaras av att Blekinge län hade en hög andel skadat virke (35 %) jämfört med Kalmar län som hade en lägre skadeandel (29 %). Att Skåne har en lägre virkestäthet än exempelvis Norrbottens län kan förklaras av att Skånes län till stor del (61,4 %) består av annan mark än skogsmark. Till skillnad från Norrbottens län där 40 % av landarealen består av annan mark än skogsmark, fjällmark inräknat. En annan förklaring till att Blekinge och Skåne hade lägre virkestäthet i denna studie är att de länen hade en högre andel lövträd. Blekinge har enligt Skogsstyrelsens statistik (u.å) en lövandel på 24,3 % och Skåne har en lövandel på 39,3 %. I Sverige var medelandelen 14,6 %. Då lövträd inte beaktades i denna studie missgynnas län med hög lövandel i virkestätheten.

I beräkningarna för virkestäthet användes landareal för respektive län (SCB 2007). För de län som gränsade mot fjällvärlden räknades arealen fjällmark bort med hjälp av siffror från Riksskogstaxeringen (2018). Det är rimligt då transporter av rundvirke inte sker i de områdena. Någon annan typ av landareal har inte borträknats, vilket beror på att ofta måste övrig mark som till exempel åkermark passeras för att nå skogsmark. I vissa län som har hög koncentration av övrig mark på vissa delar av länet, som till exempel städer eller stora jordbrukslandskap kan studiens resultat bli underskattat. Då de områdena inte behöver passeras för att nå skogsmarken i länet så blir de länen missgynnade i studien. Skåne län är ett exempel på ett sådant län. Även de län som utgörs av större städer borde praktiskt sett vara något underskattade.

4.6 Uppskattad årlig avverkningsnivå och medeltransportavstånd

Resultatet visade att i genomsnitt var medeltransportavståndet i Sverige för minst 6 m långa stockar av skadefritt virke 96 % för 12 cm toppkapdiameter, 93 % för 16 cm samt 88 % av medeltransportavståndet för ett konventionellt sågverk (tabell 3). Effekten på transportkostnader för ett sågverk blir därmed större vid längre medeltransportavstånd. För 20 cm toppkapdiameter kan effekten bidra till att det maximala transportavstånd dit det är lönsamt att hämta virke blir mindre. Det skulle resultera i att sågverket tvingas minska sitt upptagningsområde och därmed sin produktionskapacitet. Detta blir särskilt tydligt i de nordligare länen (tabell 3).

Medeltransportavståndet för de träd som kan kapas till längre stockar än 6 m räknas med hela volymen upp till toppkapdiametern. Om ett träd som är 11 m upp till toppkapdiametern kapas i en stock som är 6 m kan det inte kapas två sådana. Men volymen för den 5 m långa stock som blir över räknas fortfarande med i uträkningen. För att erhålla den potential som resultatet visar krävs därför att längsta möjliga stockar med avseende på toppkapdiameter kapas.

Hypotesen var att län i centrala Svealand har större förutsättningar att upprätta ett sågverk där minst 6 m långa stockar sågas. Det kortaste medeltransportavståndet i Svealand var i Värmlands län, beroende på vilken toppkapdiameter som beaktades. Enligt tabell 3 har dock Kronobergs län i Götaland det kortaste medeltransportavståndet i landet oavsett toppkapdiameter. Hypotesen kan därmed förkastas på länsnivå.

Jämförs Svealand mot Götaland och Norrland hade Svealand det lägsta medeltransportavståndet (tabell 4). Hypotesen kan därmed bekräftas på landsdelnivå. Skulle dock Gotlands län som avviker stort från resten av Götaland (tabell 3) exkluderas blev medeltransportavståndet istället 20,1 km för 12 cm toppkapdiameter, 21,5 km för 16 cm och

24,2 km för 20 cm. Att Gotland exkluderas ur Götaland är rimligt ur virkesförsörjningssynpunkt då länet inte har någon särskild påverkan på övriga län i Götaland. Denna beräkning visar att Götaland då hade lägst medeltransportavstånd även på landsdelsnivå och hypotesen kan därmed förkastas.

Tabell 5. Medeltransportavstånd (km) vid ett sågverks råvarubehov på 200 000 m³fub baserat på den årliga uppskattade avverkningsnivån av minst 6m långa stockar samt landareal för respektive landsdel.

Table 5. Average transport distance (km) at a sawmill's raw material requirement of 200,000 m³fub based on the annual estimated harvest level of timber with minimum of 6m lengths and land area for each region.

Toppkapdiameter (cm)	Götaland	Svealand	Norrland
12	22,7	21,3	26,1
16	24,4	23,2	30,4
20	27,7	24,2	26,7

Den uppskattade årliga avverkningsnivån för stockar som kan kapas i minst 6 m i hela landet var för kategorin total stamvolym 44,3 milj. m³sk, i resultatet ingår dock toppar. Den årliga nettoavverkningen för alla sortiment och hela landet var i medeltal 88,8 milj. m³sk enligt Skogsstyrelsen (u.å) för åren 2015–2017. Den siffran innehåller dock alla trädslag och all avverkning. Om toppar antas vara 5 % av trädets stamvolym blir volymen enligt resultatet istället 42,1 milj. m³sk. Andel slutavverkning av total avverkning var enligt Riksskogstaxeringen (2018) ca 61 %. Den årliga avverkningsnivån exklusive toppar dividerat med 61 % och dividerat med 88,8 milj. m³sk visar på en avverkningsnivå för studiens resultat på 77,7 % av dagens avverkningsnivå för slutavverkningsskog (ekvation 6).

$$6) \text{ Andel av dagens avverkningsnivå (\%)} = \frac{\frac{42,1}{0,61}}{88,8} * 100$$

77,7 % är mer än de 76 % som var den genomsnittliga skadefri andelen för hela landet (figur 3). I studiens resultat ingår endast trädslagen gran och tall, till skillnad från Skogsstyrelsens statistik där alla trädslag ingår vilket betyder att resultatet kan vara överskattat. Sammantaget dras slutsatsen att studiens avverkningsnivå bör ligga något över den avverkningsnivå som finns i Sverige idag för trädslagen gran och tall i slutavverkningsskog. Troligtvis beror detta på att i den antagna avverkningsnivån (46 % av medeltillväxten) ingick förutom barrträd även lövträd. Den faktiska avverkningsnivån för gran och tall i slutavverkningsskog bör därmed vara lägre.

Den uppskattade avverkningsnivån för 12 cm toppkapdiameter var 36,0 milj. m³sk. Avverkningsnivå för sågtimmer av barrträd i Sverige under åren 2015–2017 var i medeltal också 36,0 milj. m³sk (Skogsstyrelsen u.å). Minsta toppkapdiameter i Sverige för sågtimmer varierar men är sällan under 12 cm. Enligt Holmens prislista (Holmen Skog 2018) apteras sågtimmer ned till 14 cm i topp. Norra skogsägarna (2018) apterar dock ned till 12 cm i topp. Att räkna med att sågtimmer alltid apteras ned till 12 cm i topp överskattar därmed resultatet. Toppkapdiametrarna 16 och 20 cm berörs dock inte av detta.

Resultatet från tabell 3 visade medeltransportavståndet för de olika toppkapdiametrarna vid en minsta stocklängd på 6 m. Resultatet visar dock medeltransportavståndet med antagandet att all virkesvolym i upptagningsområdet finns tillgänglig för sågverken. I verkligheten är dock inte detta fallet utan ofta finns det konkurrenser, mark som ägs av andra skogsbolag eller mark

som på annat sätt undantas från sågverkets upptagningsområde. Därför har en känslighetsanalys utförts där förutsättningarna för sågverken varit desamma som i tabell 3 med undantaget att en marknadsandel på 50 samt 25 % har använts istället för 100 % (tabell 5). Detta utfördes genom att den årliga avverkningsnivån (figur 12) i respektive län sänktes med 50 % respektive 75 %. Medeltransportavståndet över hela landet ökade med 41,4 % från 100 % marknadsandel till 50 %. Från 100 % marknadsandel till 25 % var medeltransportavståndet dubbelt så långt (100 % ökning).

Tabell 6. Medeltransportavstånd (km) vid ett sågverks råvarubehov på 200 000 m³fub för 50 % samt inom parentes 25 % marknadsandel.

Table 6. Average transport distance (km) at a sawmill's raw material requirement of 200,000 m³fub for a market share of 50 % and in parentheses 25 %.

Län	Toppkapdiameter (cm)		
	12	16	20
Jönköpings län	27,3(38,6)	29,4(41,6)	33,0(46,6)
Kalmar län	28,4(40,2)	30,1(42,6)	33,7(47,7)
Kronobergs län	25,5(36,1)	27,8(39,3)	32,6(46,1)
Örebro län	27,1(38,3)	29,4(41,6)	33,6(47,5)
Värmlands län	26,6(37,6)	29,2(41,3)	34,0(48,1)
Gävleborgs län	27,7(39,2)	31,0(43,9)	37,4(53,0)
Uppsala län	29,6(41,8)	31,9(45,1)	36,1(51,1)
Dalarnas län	33,7(47,7)	38,3(54,1)	47,1(66,6)
Östergötlands län	27,4(38,8)	28,9(40,8)	32,1(45,4)
Västra Götalands län	30,3(42,9)	32,6(46,0)	36,7(51,9)
Västmanlands län	29,7(42,0)	32,2(45,6)	37,0(52,3)
Hallands län	27,7(39,2)	29,5(41,7)	33,1(46,8)
Södermanlands län	27,8(39,3)	29,3(41,5)	32,5(46,0)
Stockholms län	36,0(50,9)	39,1(55,3)	43,9(62,1)
Jämtlands län	37,3(52,8)	43,5(61,6)	55,8(78,9)
Blekinge län	27,2(38,5)	29,0(41,0)	32,2(45,5)
Gotlands län	61,0(86,2)	66,7(94,3)	77,9(110,1)
Västerbottens län	40,1(56,7)	47,3(66,9)	61,6(87,1)
Västernorrlands län	30,0(42,4)	34,7(49,0)	43,0(60,8)
Skånes län	33,8(47,8)	36,4(51,4)	40,8(57,7)
Norrbottnens län	49,8(70,4)	58,7(83,0)	76,1(107,6)
Medel	32,6(46,1)	35,9(50,8)	42,4(60,0)

4.7 Hur resultaten kan implementeras i praktiken

Resultatet av denna studie kan användas vid fortsatta studier i ämnet eller av yrkesverksamma inom skogsbranschen som vill undersöka uttag av längre stockar efter egna förutsättningar. Förutom att använda de länsvis framtagna resultaten kan vissa resultat användas för att på ett enkelt sätt få fram mer noggranna resultat. Exempelvis, en planeringsavdelning på ett skogsbolag i Sverige vill undersöka vilken potential det finns för dem att avverka raka friska stammar av tall och gran som är minst 10 m långa och kan kapas vid en toppkapdiameter på minst 20 cm. Volymen tall och gran i deras traktbank eller liknande multipliceras då med skadeandelen (figur 3) i det län där företaget har sin skog. Den skadefria volymen multipliceras med den andelen träd som kan kapas 10 m (figur 5; figur 6; figur 7).

Om företaget även vill uppskatta vilket virkesuttag (m³sk/ha) som förväntas kan resultatet från föregående stycke multipliceras med det medelvirkesförråd som återfinns i företagets slutavverkningskog. Det är dock viktigt att påpeka att siffrorna kommer att vara ett medel och bör inte användas på lägre nivå än länsnivå för att vara pålitliga.

4.8 Styrkor och svagheter med studien

Att använda Riksskogstaxeringens provträd för att rikstäckande undersöka denna fråga har varit avgörande. Det är svårt att se hur studien hade kunnat genomföras med något annat

dataset. Under studiens gång har vissa aspekter identifierats som på något sätt stärker eller försvagar studien

- Medeltillväxten som använts i studien är baserad på alla trädslag i Sverige. I studien användes dock bara gran och tall. Då lövträd har en lägre medeltillväxt än barrträd bör detta därför vara en underskattning. Underskattningen blir dessutom större ju större andel löv ett län har.
- I den uppskattade avverkningsnivån användes andelen slutavverkning av medeltillväxten för hela Sverige. Studien antar att detta förhållande är samma för alla län. I studien beaktades dock inte att i andelen slutavverkning från Riksskogstaxeringen ingick avverkade lövträd. I denna studie användes bara trädslagen gran och tall vilket betyder att den använda avverkningsandelen borde varit lägre. Den uppskattade årliga avverkningsnivån borde därmed vara överskattad. Det bör dock vara en blygsam överskattning då lövträd inte står för mer än 12 % av den totala avverkningen i Sverige varje år. Det får dock större betydelse för lövrika län som Skåne och Blekinge.
- När det gäller skadeandel bör den vara något överskattad sett till vilka skador som tillåts enligt SDC:s virkeskrav på sågtimmer.

4.9 Behov av fortsatt forskning i området

Den här studien har visat att fortsatt forskning i området bör vara av intresse. Ett nästa steg bör vara att undersöka potentialen ur sågverksindustrins perspektiv. Kan sågverksindustrin tillgodogöra sig ett mervärde ur de längre stockarna? Intressanta frågeställningar kan arbetas fram ur de scenarierna som presenterades i denna studie (se avsnitt 1.4) och handlade om huruvida sågverksindustrin kan tillgodogöra sig ett mervärde ur de längre stockarna eller inte.

Ett annat område är att titta på vilken påverkan drivning och transport av längre stockar får på svenskt skogsbruk. Hur skiljer sig produktivitet och kostnader jämfört med traditionell kortvirkestransport?

För att presentera mer detaljerade data om potentialen i skogen skulle en intressant frågeställning vara att undersöka ståndortsdata, geografi, laserskannade skogar och så vidare för att se om det finns samband mellan de variablerna och trädens egenskaper (rakhet/friskhet). Ett resultat av detta skulle kunna vara högupplöst data över Sverige som visar var potentialen är som störst.

4.10 Slutsatser

Studien har visat att det i Sverige finns stor potential att utvinna raka, friska och långa stockar i svenskt skogsbruk. Jämfört med dagens avverkning på 43,5 milj. m³sk sågtimmer visar den här studien att 29,1 milj. m³sk kan i Sverige avverkas som minst 6 m långa stockar och 16,6 milj. m³sk som minst 10 m långa stockar med 16 cm i toppkapdiameter. Medellängden i Götaland var för de stockarna signifikant längre än i Svealand och Norrland. Medellängden i Svealand var signifikant längre än i Norrland. Förutsättningarna för att upprätta ett sågverk som ska såga längre stockar var i denna studie som högst i Kronobergs län.

Litteraturförteckning

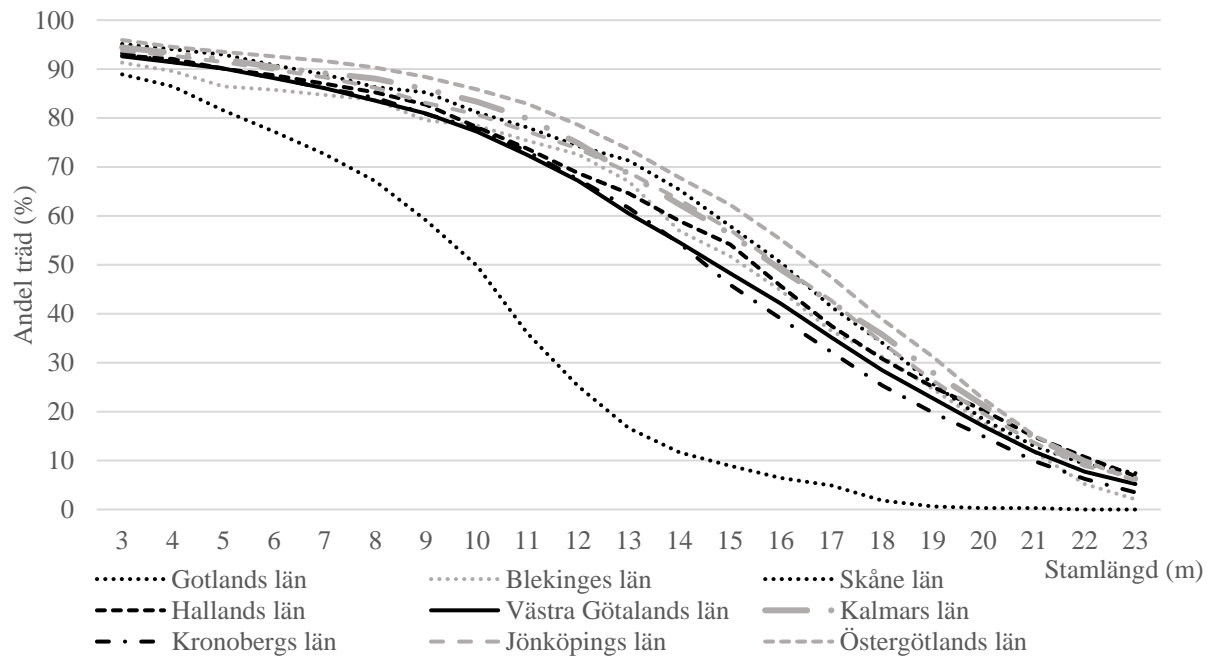
- Ager, B. (2014). *Skogsarbetets humanisering och rationalisering från 1900 och framåt*. Diss. Luleå: Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle, Luleå tekniska universitet.
- Agestam, E. (2015). Skogsskötselserien nr 7, Gallring. Skogsstyrelsen.
- Albrektsson, A. Lundqvist, L. Valinger, E. Elfving, B. (2012). Skogsskötselns grunder och samband. Skogsstyrelsen.
- An, Y. & Schajer, G. (2014). Geometry-based CT scanner for measuring logs in sawmills. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 105(66), ss. 66–73. DOI: 10.1016/j.compag.2014.03.007
- Bendz-Hellgren, M. (1997). *Heterobasidion annosum root and butt rot of Norway spruce, Picea abies*. Diss. Uppsala: Institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi, Swedish University of Agricultural Science.
- Esping, T. (2014). Skogsbruk av den gamla stammen. *ATL*,
- Fjeld, D. & Dahlin, B. (2008). *Nordic logistics handbook: Forest operations in wood supply*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Granqvist, Å. (1977). *Helstamsavverkning och central uppärbetning vid sågverk*. Garpenberg: Institutionen för skogsteknik, Skogshögskolan (Rapporter & uppsatser nr 117).
- Helstad, K. (2006). *Managing timber procurement in Nordic purchasing sawmills*. Diss. Växjö: Institutionen för teknik och design, Växjö Universitet.
- Holmen Skog AB (2018). *Prislista - Timmer och massaved*. Tillgänglig: <https://www.holmen.com/globalassets/holmen-documents/skog/prislistor/prislista-ovik-hs18n2-180820-lagupplost.pdf> [2019-01-04].
- HSM-Forest (u.å) *Combination-forwarder*. Tillgänglig: <https://www.hsm-forest.net/combination-forwarder.html> [2019-01-09].
- Johansson, P. & Lundgren, H. (2005). *Förstudie för produktionshöjande åtgärder: en fallstudie på Munksunds sågverk, Piteå*. Piteå: Institutionen för tillämpad fysik, maskin och materialteknik, Luleå Tekniska Universitet. Civilingenjörsprogrammet (Examensarbete 2005:286).
- Johansson, L. (2000). *Rotröta i Sverige enligt Riksskogstaxeringen – en beskrivning och modellering av röt förekomst hos gran, tall och björk*. Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet. (Arbetsrapport 74 2000).
- Kardell, L. & Wennerberg, A. (2004). *Svenskarna och skogen. D. 2, Från baggböleri till naturvård*. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.
- Larsson, M. & Nilson, G. (1977). *Drivning, transport och terminalhantering av stammar i sverige*. Stockholm: Forskningsstiftelsen skogsarbeten (redogörelse, nr 9 1977).
- Lundberg, H. & Tarre, E. (1993). *Vinnande aptering. Hur anpassa timret efter produktionsförutsättningar och kundkrav*. Stockholm: Institutet för träteknisk forskning (Rapport I, 9301003).
- Lundbäck, M., Nordfjell, T. & Haggström, C (2018). Worldwide trends in the methods and system for harvesting, extraction and transport of roundwood. I: *Proceeding from 6th International Forest Engineering Conference*, New Zealand 16-19:e April 2018.
- Navrén, M. & Gustavsson, R. (2001). *Sågfakta 2000*. Uppsala: Institutionen för skogens produkter och marknader, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Nilsson, P. (2016). *Skogsdata - aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen*. Umeå: Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet (JO0801).
- Nordmark, U. (2005). Value recovery and production control in bucking, log sorting and log breakdown. *Forest Products Journal*, 55(6), ss. 73–79.
- Norra Timber (u.å). *Agnäs-stolpfabrik*. Tillgänglig:

- <https://www.norra.se/kontakt/agn%C3%A4s-stolpfabrik> [2019-01-12].
- Norra Skogsägarna (2018). *Virkesprislista - Västerbotten södra*. Tillgänglig: https://www.norraskogvirke.se/-/media/norra/files/prislistor/virkesprislista_vasterbotten-sodra.pdf [2019-01-05].
- Nylinder, M. & Fryk, H. (2011). *Timmer*. Uppsala: Institutionen för skogens produkter, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Pettersson, R. (2015). *Sågad skog för välstånd: den svenska sågverksindustrins historia 1850–2010*. Stockholm: Kungl. Skogs- och Lantbruksakademin.
- Rais, A., Vicario, E., Ursella, 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 the Forest Science*, 74(2), ss. 1-9. DOI: 10.1007/s13595-017-0630-5
- Riksskogstaxeringen (2018). *Skogsdata 2018*. Umeå: Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/skogsdata/skogsdata_2018_webb.pdf [2019-02-12]
- Riksskogstaxeringen & markinventeringen (2015). *Fältinstruktion 2015*. Umeå: Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/faltinst/ris_faltinstruktion_2015_hela.pdf [2018-12-10]
- Rinnhofer, A., Andreau, J.-P. & Petutschnigg, A. (2003). Internal log scanning for optimizing breakdown. *Computers and Electronics in Agriculture*, 41(1-3), ss. 7-21. DOI: 10.1016/S0168-1699(03)00039-5
- Rundvirke Skog (u.å). *Handledning för säker och effektiv stolpskotning*. Tillgänglig: https://www.rundvirkeskog.se/wp-content/uploads/sites/2/2017/04/Stolpkorning_sammanstallning_WEB.pdf [2018-11-05].
- SCB (2007). *Karta över länsindelningen i Sverige*. Tillgänglig: <https://www.scb.se/contentassets/1e02934987424259b730c5e9a82f7e74/lanskarta.pdf> [2018-10-23].
- SDC (2015). *Kvalitetsbestämning av barrsågtimmer*. Tillgänglig: <https://www.sdc.se/admin/PDF/SDCs%20Instruktion%20för%20kvalitetsbestämning%20av%20barrsågtimmer%202014-12-01.pdf> [2018-11-07].
- SDC (2007). *Mätning av barrsågtimmer*. Tillgänglig: http://ny.sdc.se/admin/PDF/pdfiler_VMUVMK/M%C3%A4tningsinstruktioner/M%C3%A4tning%20av%20barr%C3%A5gtimmer%2C%20VMR%201-07%20OH-bilder.pdf [2019-02-12]
- Sennblad, G. & Andersson, M. (2008). *Aptering och virkeskänedom III*. Hedemora: Firma Småskog.
- Skog, J. (2014). *Röntgentomografibaserad hållfasthetsoptimering*. Skellefteå: SP-trä. Tillgänglig: <http://www.norrskog.se/PageFiles/5768/5-4%20-%20R%C3%B6ntgentomografibaserad%20h%C3%A5llfasthetsoptimering%20-%20Slutrapport.pdf> [2019-02-10].
- Skogsindustrierna (2017). *Sågverksindustrin 2017*. Tillgänglig: <https://www.skogsindustrierna.se/skogsindustrin/branschstatistik/sagverksindustrin/> [2019-01-24]
- Skogsstyrelsen (u.å). *Skogsstyrelsens statistikdatabas*. Tillgänglig: http://pxweb.skogsstyrelsen.se/pxweb/sv/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas__Bruttoavverkning/?rxid=dc8324a4-65e9-497a-b0d6-11d59849e14b [2018-10-18]

- Skogssverige (2012). *Räkna själv på skogen, omföringstabell för kubikmetermått*. Tillgänglig: <https://www.skogssverige.se/omvandlare> [2019-01-23].
- Svenskt Trä (2016). *Guide för Handelssortering och hållfasthetsklasser*. Tillgänglig: https://www.svenskttra.se/siteassets/6-om-oss/publikationer/pdf/er/guide_klasser_150.pdf [2019-02-12].
- Tapper, G. (2014). Bollsta sätter rekord. *Dagens Industri*, Tillgänglig: <https://www.di.se/di/artiklar/2014/6/3/bollsta-satter-rekord/> [2019-02-12]
- Träguiden (2016). *Postning*. Tillgänglig: <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/sagverksprocessen/sagprocessen/postning/> [2019-02-10].
- Träguiden (2017). *Sortering*. Tillgänglig: <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/sagverksprocessen/sagprocessen/sortering/?previousState=1> [2019-02-09].
- Örlander, G. & Samuelsson, H. (2002). *Skador på skog*. Jönköping: Skogsstyrelsen (Rapport 80) Tillgänglig: <https://shopcdn.textalk.se/shop/9098/art61/4646061-6b588c-1709.pdf> [2019-02-12]

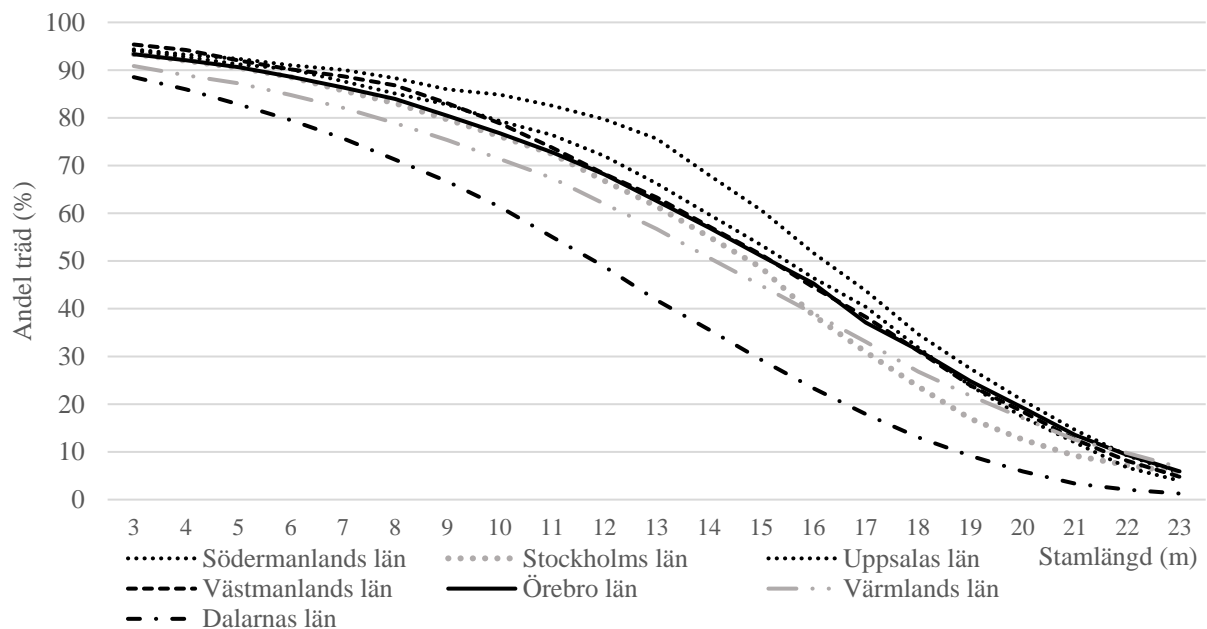
Bilagor

Bilaga 1 Längdfördelning 12 cm toppkapdiameter



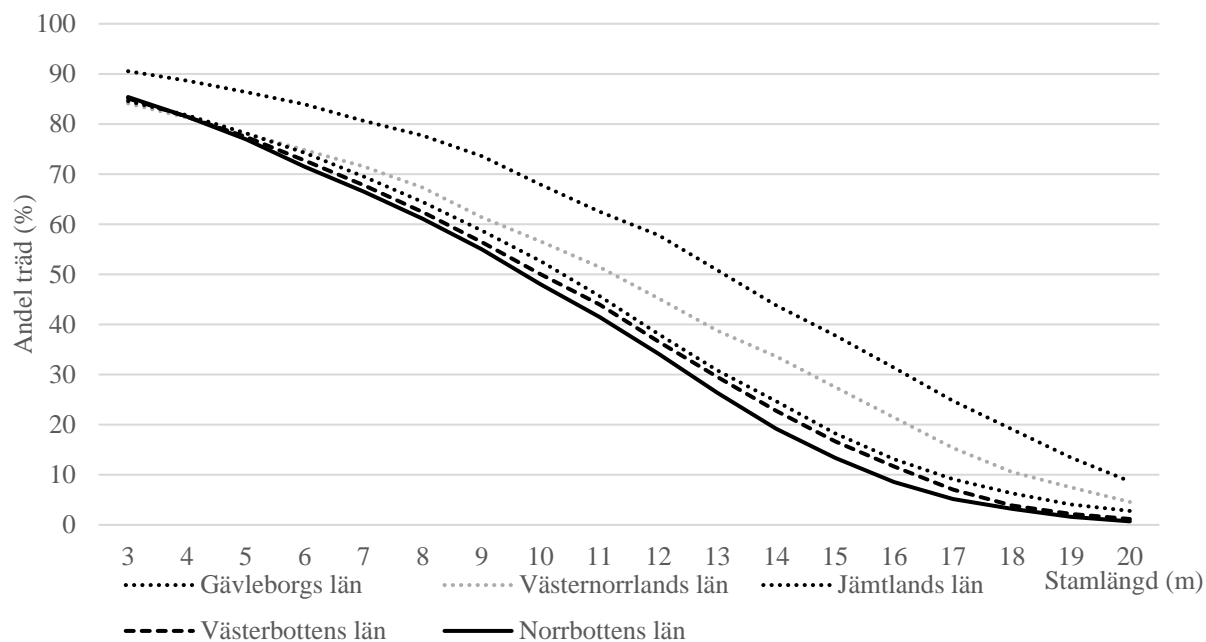
Figur 1. Andelen träd som kan kapas i en viss längd för län tillhörande Götaland och en toppkapdiameter på 12 cm.

Figure 1. The proportion of trees that can be cut to a certain length for counties belonging to Götaland and a top cut diameter of 12 cm.



Figur 2. Andelen träd som kan kapas i en viss längd för län tillhörande Svealand och en toppkapdiameter på 12 cm.

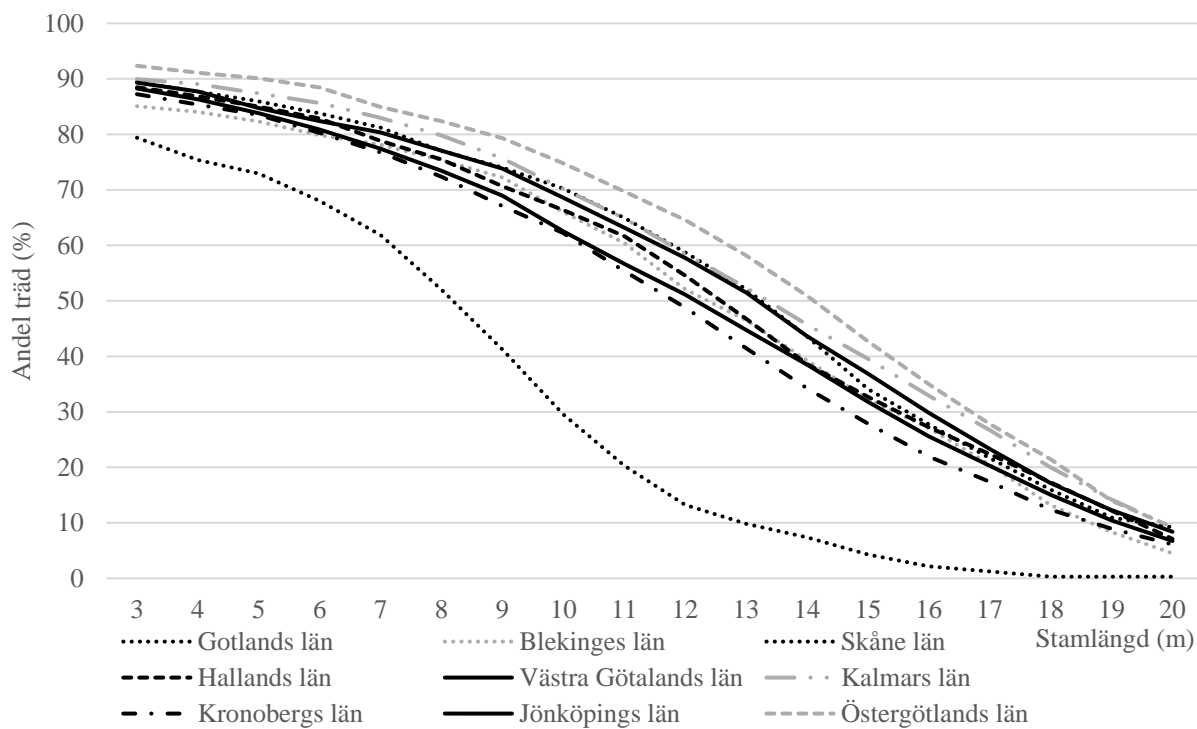
Figure 2. The proportion of trees that can be cut to a certain length for counties belonging to Svealand and a top cut diameter of 12 cm.



Figur 3. Andelen träd som kan kapas i en viss längd för län tillhörande Norrland och en toppkapdiameter på 12 cm.

Figure 3. The proportion of logs that can be cut to a certain length for counties belonging to Norrland and a top cut diameter of 12 cm

Bilaga 2 Längdfördelning 16 cm toppkapdiameter



Figur 4. Andelen träd som kan kapas i en viss längd för län tillhörande Götaland och en toppkapdiameter på 16 cm.

Figure 4. The proportion of trees that can be cut to a certain length for counties belonging to Götaland and a top cut diameter of 16 cm.

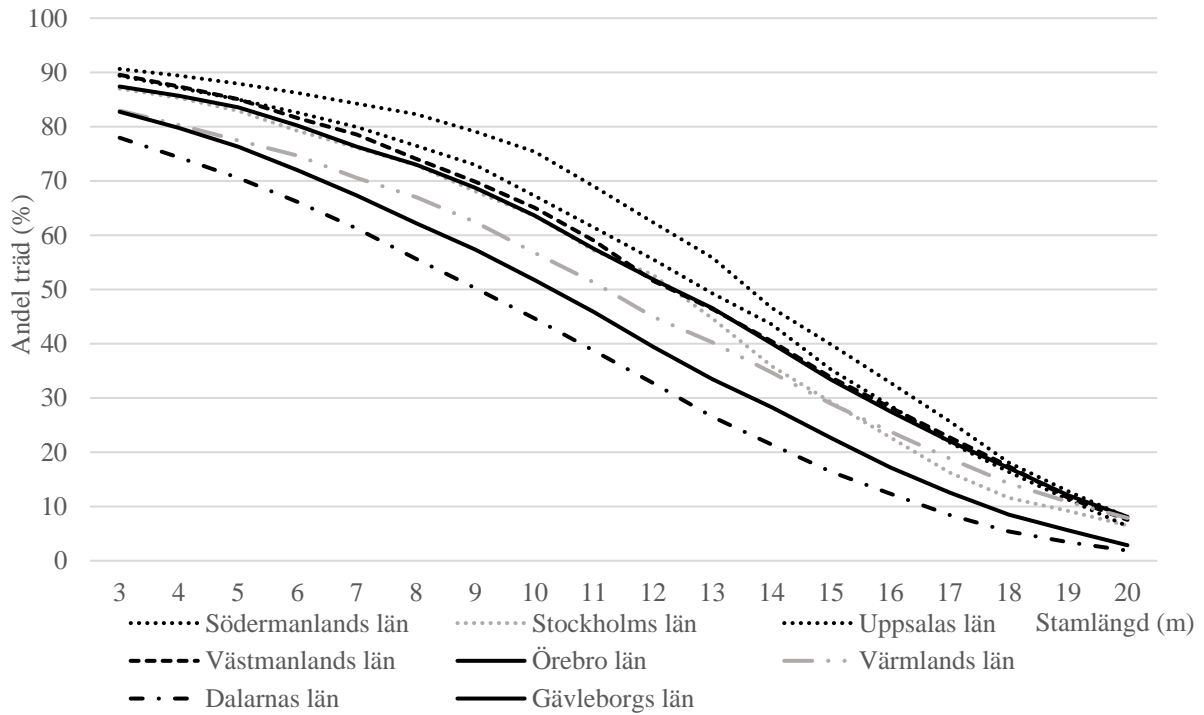
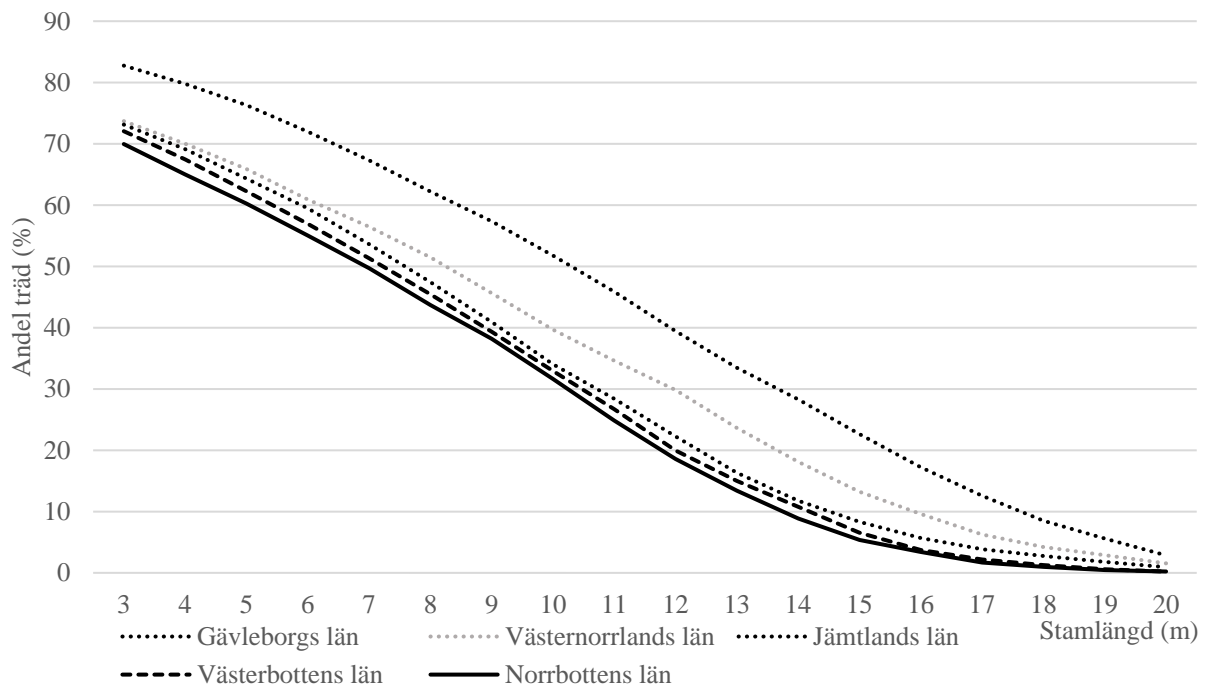


Figure 5. Andelen träd som kan kapas i en viss längd för län tillhörande Svealand och en toppkapdiameter på 16 cm.

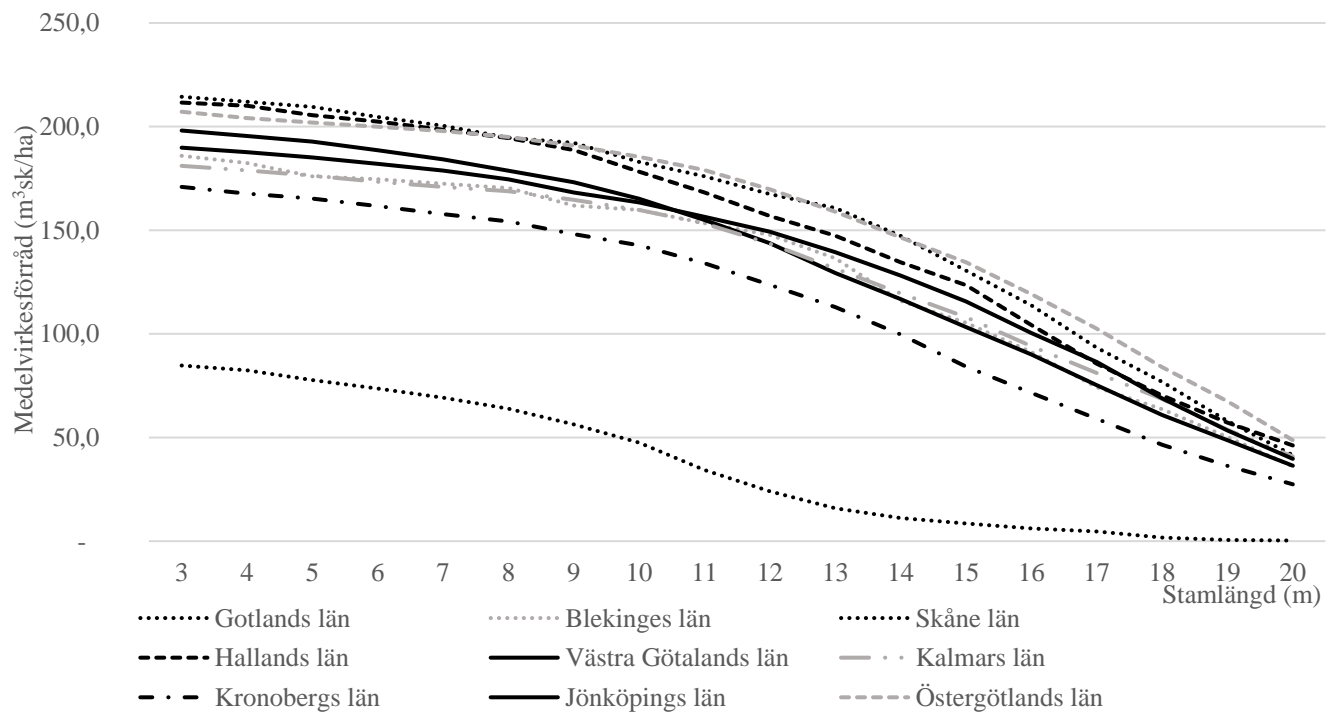
Figure 5. The proportion of trees that can be cut to a certain length for counties belonging to Svealand and a top cut diameter of 16 cm.



Figur 6. Andelen träd som kan kapas i en viss längd för län tillhörande Norrland och en toppkapdiameter på 16 cm.

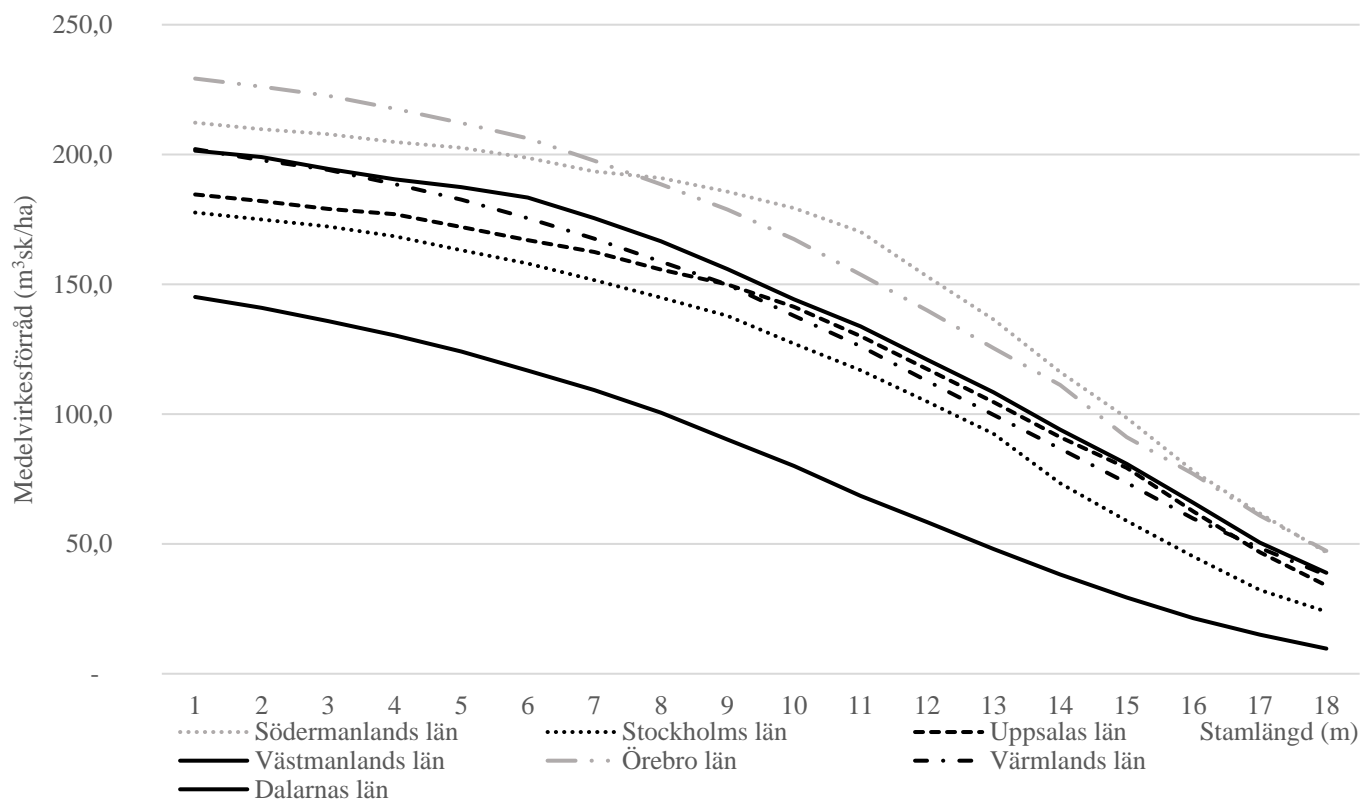
Figure 6. The proportion of trees that can be cut to a certain length for counties belonging to Norrland and a top cut diameter of 16 cm.

Bilaga 3 Förväntat medelvirkesförråd 12 cm toppkapdiameter



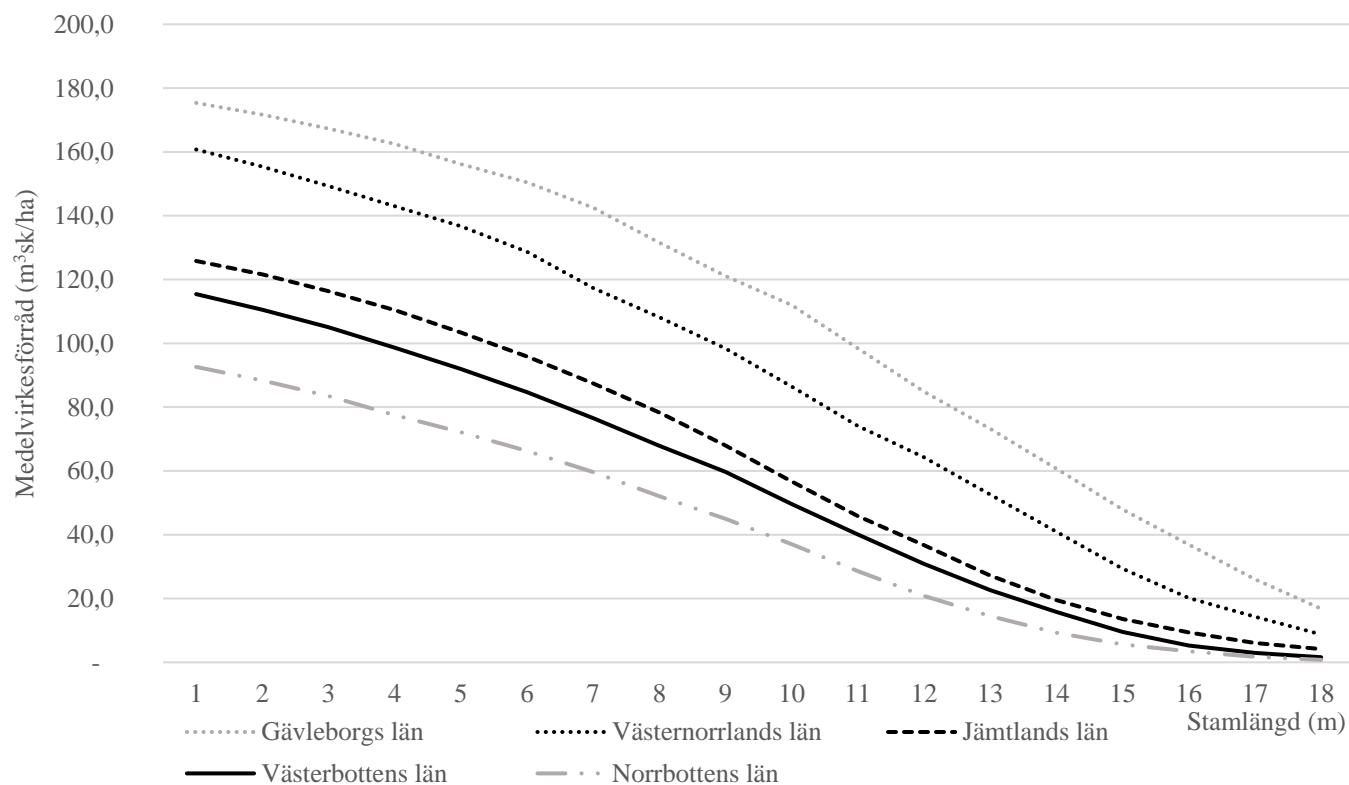
Figur 7. Förväntat medelförråd i slutavverkningsskog vid olika stocklängder och toppkapdiameter 12 cm för respektive län i Götaland.

Figure 7. Expected average stock in final logging forest at different log lengths and top cut diameter 12 cm for each county in Götaland.



Figur 8. Förväntat medelförråd i slutavverkningsskog vid olika stocklängder och toppkapdiameter 12 cm för respektive län i Svealand.

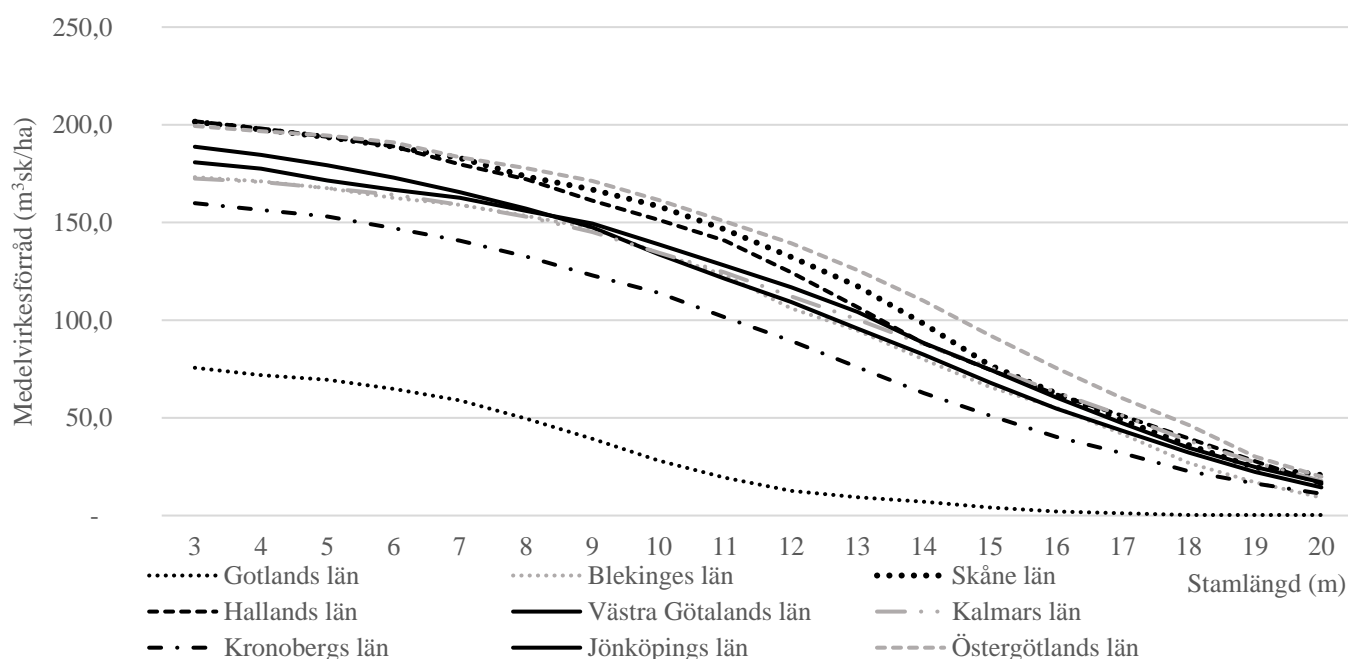
Figure 8. Expected average stock in final logging forest at different log lengths and top cut diameter 12 cm for each county in Svealand.



Figur 9. Förväntat medelförråd i slutavverkningsskog vid olika stocklängder och toppkapdiameter 12 cm för respektive län i Norrland.

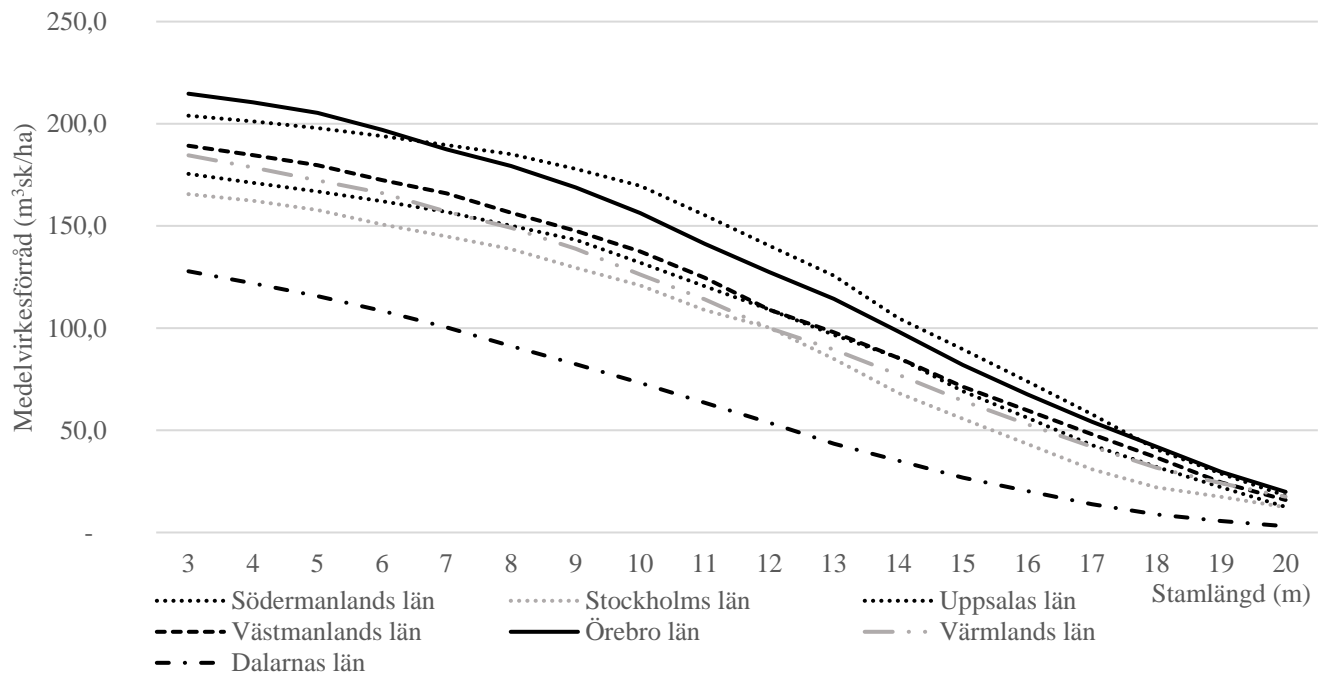
Figure 9. Expected average stock in final logging forest at different log lengths and top cut diameter 12 cm for each county in Norrland.

Bilaga 4 Förväntat medelvirkessförråd 16 cm toppkapdiameter



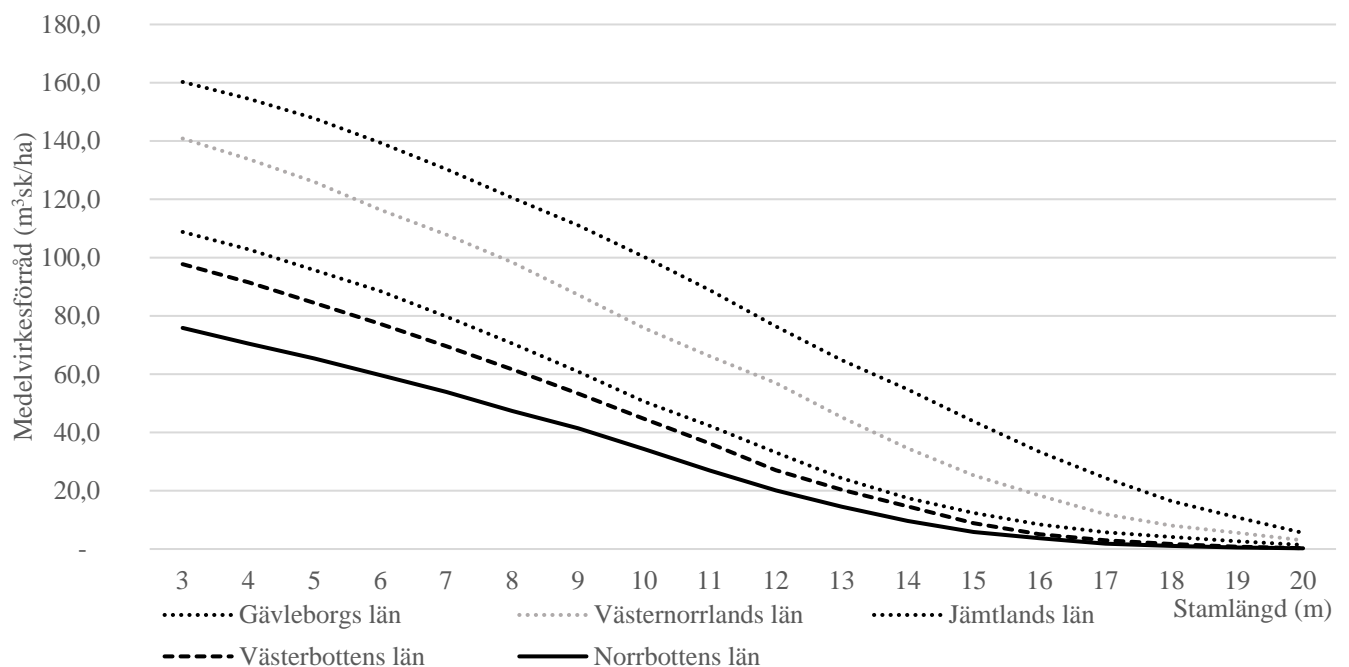
Figur 10. Förväntat medelförråd i slutavverkningsskog vid olika stocklängder och toppkapdiameter 16 cm för respektive län i Götaland.

Figure 10. Expected average stock in final logging forest at different log lengths and top cut diameter 16 cm for each county in Götaland.



Figur 11. Förväntat medelförråd i slutavverkningsskog vid olika stocklängder och toppkapdiameter 16 cm för respektive län i Svealand.

Figure 11. Expected average stock in final logging forest at different log lengths and top cut diameter 16 cm for each county in Svealand.



Figur 12. Förväntat medelförråd i slutavverkningsskog vid olika stocklängder och toppkapdiameter 16 cm för respektive län i Norrland.

Figure 12. Expected average stock in final logging forest at different log lengths and top cut diameter 16 cm for each county in Norrland

