



Kandidatarbeten i skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap

2013:8

Kan data från riksskogstaxeringen
användas för att bedöma kvalitet på
tallens rotstock?

*Can data from the national forest inventory be
used to assess the quality of pine butt log?*



Foto: Linus Edelbro

Gustav Claesson & Linus Edelbro

Sveriges Lantbruksuniversitet Program: Jägmästarprogrammet
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp, Kurs: EX0592 Nivå: G2E

Handledare: Tommy Mörling, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel

Examinator: Lars Lundqvist, SLU. Inst för skogens ekologi och skötsel

Umeå 2013

Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Linus Edelbro & Gustav Claesson
Titel, Sv	Kan data från riksskogstaxeringen användas för att bedöma kvaliteten på tallens rotstock?
Titel, Eng	Can data from the national forest inventory be used to assess the quality of pine butt log?
Nyckelord/ Keywords	Årsringsbredd, kvist, ståndortsindex, talltimmer, growth ring width, knot, site index, pine sawlogs.
Handledare/Supervisor	Tommy Mörling, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Examinator/Examiner	Lars Lundqvist, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2013

Förord

Studien genomfördes som en del i Jägmästarutbildningen på Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. Studiens omfattade 15 högskolepoäng och utfördes under vårterminen 2013.

Vi vill tacka Anders Lundström som försåg oss med data och konsultation, Peichen Gong (Inst. för skogsekonomi) för hjälp med formelprogrammering i Excel, Hans Peterson för förklaring av sin studie, samt vår handledare Tommy Mörling.

Sammanfattning

Tidigare studier visar att ”summa 5 årsringsbredd med start 20 mm från märg vid brösthöjd” (5YRW) samvarierar med måttet grövsta kvist i rotstocken hos tall. Grövsta kvist är en viktig kvalitetsbeskrivande variabel som påverkar virkets värde och användningsområde.

Riksskogstaxeringen tar borkkärnor på tillfälliga provytor. För varje provyta samlas data in för bestånds, träd och ståndorts – variabler. Matchning mot trädindivid möjliggjorde statistiska analyser med stort datamaterial i Minitab. 5YRW användes med övriga variabler, för att verifiera måttets samvariation med kvistgrovlek i trädets rotstock, undersöka om värdet samt spridningen ökar med stigande ståndortsindex och vilka variabler som påverkar värdet mest.

Verifieringen av korrelationen mellan kvistgrovlek 5YRW visade en korrelationskoefficient på 0,391 vilket ansågs som bra med tanke på materialets heterogenitet. Variation i 5YRW mellan olika ståndortsindexklasser var signifikant. Spridningen av 5YRW ökade med stigande ståndortsindex. Skillnaden var signifikant mellan alla klasser utom den första och andra samt första och tredje. Variablerna diameter, ringantal, bottenskikt, fältskikt, slutenhet, grundyta, bonitet, altitud och latitud gav en justerad förklaringsgrad på 43,2 %. Av detta stod ringantal och diameter tillsammans för totalt 39,9 %.

En starkt påverkande variabel är ungskogsskötseln och förbandet vid 5YRW's bildande, vilken inte finns representerad i vår analys. Studien bekräftar tidigare studiers resultat och metoden kan användas till kvalitetsbedömning hos stående skog och utveckling av kvaliteten över tid och geografiskt eftersom riksskogstaxeringen har långa tidsserier. Det finns därmed underlag till vidare studier inom ämnesområdet.

Nyckelord: årsringsbredd, kvist, ståndortsindex, talltimmer

Abstract

Previous studies have indicated that "sum of 5 growth ring width with start 20 mm from pith" (5YRW) correlates with the measure thickest knot inside the butt log of Scots pine. Thickest knot is an important quality describing variable affecting the timber value and use.

The national forest inventory takes drill samples at temporary sample plots. For each plot more data is collected for a number of stand, tree and site – variables. Matching against individual trees enabled statistical analysis of a large set of data in Minitab. 5YRW was used together with the other variables, to verify the correlation between the measure and the thickest knot in butt log, to investigate if the value and the scattering increase with increased site index and which variables that will have the strongest impact on the value.

The verification of the correlation between the thickest knot and 5YRW resulted in a correlation coefficient of 0,39, which was considered good given the heterogeneity of the material. The variation between the different site index classes was significant. There was a difference in the scattering of the measure over different site index classes which was significant for between all classes except between the first and second and between the first and third. Regression analysis showed that the variables diameter, number of growth rings, bottom layer, field layer, closedness, basal area, site index, altitude and latitude resulted in an adjusted coefficient of determination of 43,2 %. Diameter and number of growth rings together accounted for 39,9 %.

An important variable is the management of the young forest and the distance between stems at 5YRW,s formation , which is not represented in our analysis. The study confirms results from earlier studies and the method can be used to assess quality in standing forest and changes in the landscape over time and over different geographic areas, because of the long time series available from the national forest inventory. There is therefore a basis for further studies within the subject area.

Keywords: growth ring width, knot, site index, pine sawlogs.

Inledning

Bakgrund

Begreppet kvalitet kan ha många betydelser. Det vanliga inom träbranschen på senare år har blivit att beskriva kvalitén hos en produkt genom att utgå från vad den ska användas till. Kvalité kan då definieras som ”anpassningsgrad till ändamålet” (Bengtsson et al. 1998). Vid svensk bedömning av kvalitet hos sågat tallvirke är kvistdiameter en mycket viktig parameter (Björklund 1997; Björklund & Peterson 1999; Anon 2008).

Kvaliténs utveckling hos tallsågtimmer har under de senaste årtiondena diskuterats flitigt. Under 70-talet var farhågorna att skogarna i framtiden inte skulle kunna producera lika stor mängd timmer av hög kvalitet som industrin vant sig med. Anledningen skulle vara att den nya anläggningen och skötseln av bestånden ledde till att tillväxten blev för snabb och kvistarna för grova (Persson 1976). Utvecklingen blev inte lika dramatisk som man då befarade men att ta fram metoder för att kunna bedöma timmerkvalitén hos stående skog har länge varit aktuellt (Björklund & Hörnfeldt 1996). En viktig faktor som påverkar kvaliteten hos sågtimmeret är det genetiska ursprunget, genotypen (Persson 1994; Mäkinen 1996). I Perssons studie från 1994 visade det sig att kvistdiametern var en av de timmervariabler som påverkades minst av just genotypen. Mäkinen menar att hur grenarna utformas beror mycket på konkurrens och ståndortsförhållanden. Anders Persson tog med hjälp av förbandsförsök och provsågningar fram korrelationskoefficienter för den sågade varans kvalitet vid olika höjder i trädet och årsringsbredder i olika höjdsektioner och årsringszoner i trädet (Persson, 1976). Det var med dessa undersökningar som grund som Persson spådde en kraftig minskning av högre timmerkvaliteter i framtidens tallskogar. När Persson, med provsågningar som underlag, sökte faktorer som hade samband med sågtimmerkvalitén kom han fram till att förbandet i beståndet har störst inverkan på kvalitén efter dåtidens sorteringsregler för sågad vara (Persson 1977). Grövsta gren i de två grenvarv som ligger över respektive under en punkt 1,5m över mark visade ett starkt samband med sågtimrets kvalitet.

Tidigare studier har gjorts för att identifiera och beskriva korrelationen mellan årsringsbredd och grövsta kvist (Nylinder 1959). Man fann att samband rådde mellan genomsnittlig grendiameter vid 3 och 5 meters höjd och årsringar inom olika zoner vid brösthöjd. Zonerna man fann starkast samband för var 2-4 cm från märe, 3-5 cm från märe och 4-6 cm från märe.

Ett viktigt resultat ur Perssons studier är att samvariation råder mellan bredden av 5 årsringar med mätstart 20mm ut från märe och grövsta kvist i stammen, både 1-2 m och 0-4 m över mark (Persson 1985). Rotstocken som tas ur ett träd utgörs till största delen av detta höjdspann varför denna samvariation blir intressant vid försök att bedöma kvalitet hos ett stående bestånd. Anledningen till att rotstocken är intressant är att det endast är den som kan klassas till klass 1 i kvalitetsklassningen av timmer, vilket är det mest värdebetingade klassificeringen (Anon 2008). Det är också den som utgör största volymen sågtimmer i en tall varför god kvalitet på rotstocken approximativt betyder god kvalitet för hela trädet/beståndet (Björklund & Petersson 1999). Förklaringsgraden av grövsta gren blev bäst när man mätte årsringarna i stubbhöjd, men eftersom dessa data endast blir tillgängliga när trädet fälls används mätning i brösthöjd vilket också ger god förklaringsgrad (Persson 1976). Persson såg också att en skillnad förelåg mellan olika delar av landet. Kvistdiametern ökar långsammare i takt med ökad summa av fem årsringar i norra Sverige än i södra, summan av fem årsringars bredd är i sin tur starkt påverkad av förbandet i beståndet (Persson 1985). Därmed blev slutsatsen att kvalitén hos sågtimmeret inte är lika känsligt för förbandsökningar i norra som i södra Sverige.

En studie (Björklund & Petersson 1999) visade att kombinationen av medelbredden på årsringarna nr 11-20 (från märke räknat) i stubbhöjd och latitud gav en hög justerad förklaringsgrad (0,63) för prediktering av grövsta kvist, vilket är högre än vad som erhållits med att mäta summa 5 årsringar med start 20 mm från märke, där en korrelationskoefficient på 0,76 ($R^2=0,58$) erhöles från förbandsförsök, samt korrelationskoefficient 0,47 ($R^2=0,22$) för lyckade självföryngringar (Persson, 1985). Dock med reservation för att olika datamaterial har använts vid de olika studierna. Björklund & Petersson kom också fram till hur måttet grövsta kvist varierar inom olika delar av landet, ståndortsindex, trädklasser och åldersklasser. Resultaten från studien visade att måttet grövsta kvist ökar med ökande ståndortsindex, ökar med mer dominerande trädklasser och ökar med mer nutida beståndanläggning. Björklund visade (Björklund 1997) att kviststrukturen inom stammen inte är homogen utan varierar med höjd i stammen och ståndortsindex. Antal kvistar per grenvarv kulminerar vid 2-3 meters höjd i stammen. Även grövsta kvist inom grenvarven har sitt maximum vid höjden 2-3 meters höjd.

Ovanstående redogörelse motiverar att grövsta kvist inom rotstocken är en bra variabel att använda för att beskriva kvalitet. Ytterligare en faktor som gör variabeln bra att använda är att man bara hanterar ett värde per stam vilket underlättar jämförelser mellan stammar och/eller bestånd (Björklund & Petersson 1999). Genom att använda ett mått på årsringsbredd som beskriver tillväxthastighet fångar man även upp måtten densitet och andel juvenilverd (Karlsson et al. 1999) som även de ses som kvalitetsmått hos sågad vara såväl som hos massaved (Persson 1985). Detta motiverar ytterligare användandet av detta mått som en kvalitetsbeskrivande variabel.

Studierna som refereras till ovan har fastställt att årsringstillväxten hos det unga trädet påverkar hur grova kvistarna blir i den nedre sektionen av stammen. Kvar blir då att fundera över vad som påverkar det unga trädets årsringstillväxt och grövsta kvist. Nämnts har att förbandet har stor inverkan (Persson 1977; Dippel 1982). Det leder vidare till att val av föryngringsmetod vid beståndsanläggningen har betydelse då planteringar generellt har större förband än lyckade självföryngringar och sådder (Uusvaara 1974 se Persson et al 1995). Andra faktorer som påverkar hur breda årsringar träden anlägger är ståndortsindex, det vill säga markens bördighet, samt latitud. (Björklund & Petersson 1999). Detta betyder att det borde finnas skillnader i förutsättningarna för kvalitetsproduktion på olika marktyper samt i olika delar av landet.

Ingen liknande studie har gjorts sedan Björklund & Petersson gjorde sin studie 1999, och då med bara 558 träd som dataset. Detta motiverar ytterligare behovet av vår studie.

Syfte

Syftet med det här arbetet var att:

1. verifiera samvariationen mellan grövsta kvist och vårt mått ”summa 5 årsringar 20 mm från märke” med hjälp av riksskogstaxeringens mätningar av grövsta kvist.
2. med den fastställda samvariationen mellan grövsta kvist och ”summa bredd av 5 årsringar med start 20 mm från märke” analysera data från riksskogstaxeringen för att undersöka om det finns en skillnad mellan olika ståndortsindex”. Vår hypotes var att måttet ska öka med ökande ståndortsindex (Heiskanen 1965 se Björklund 1997).

3. undersöka spridningen i ”summa bredd av 5 årsringar med start 20 mm från märg” över olika ståndortsindex. Hypotesen var att spridningen ska öka med ökande ståndortsindex eftersom potentialen att växa snabbt ökar på högre ståndortsindex.
4. undersöka vilka variabler eller kombination av variabler tillgängliga i riksskogstaxeringens material som förklarar detta kvalitetsmått bäst.

Material och metoder

Data har erhållits från riksskogstaxeringens inventeringsår 2005 till och med 2011 från Anders Lundström, konsekvensanalytiker på riksskogstaxeringen. Borrning sker endast på provträden på de tillfälliga ytorna varför endast dessa har legat som underlag till vårt dataset. Ytorna är nya för varje år, man återkommer alltså inte till samma yta år efter år. På provytorna borrar ett eller flera provträd. Provträden måste ha en brösthöjdsdiameter på minst 40 mm och ju större grundytan på provytan är, desto fler provträd väljs, men maximalt 3 provträd per delyta. Följande variabler krävs för att räkna ut om ett träd ska bli provträdkandidat (Walheim et al 2009): Delyta, ägoslag, total areal och bedömd grundyta. Förfarandet är som följer: Innan klavningen på en yta startas görs en bedömning av grundytan och ett kandidatsteg beräknas. Kandidatsteget anger hur mycket klavad grundyta som skall ackumuleras mellan att kandidater tas ut. Ett slumpstal mellan 0 och kandidatsteget tas för att ange vid vilken ackumulerad grundyta i klavningen som första kandidaten skall tas ut. När klavningen är avslutad slumpas provträden ut bland kandidaterna. Under klavningen kan stora träd gå över två kandidatsteg och därmed tilldelas mer än ett kandidatnummer. Vid lottningen av provträd kommer dessa träd således ha en större sannolikhet att tas ut och därmed existerar en grundytävägning i processen.

De data som vi använt som responsvariabel kommer från årsringsmätningen av dessa borrhöjdsprover. Värdena redovisas ackumulerande från första årsring under bark in till mörgen, eller till och med årsring nr 60 räknat utifrån och in (Anon 2012). Det innebär att bara träd som är yngre än 60 år går att använda då man annars slutat räkna innan mörgen.

För varje provyta samlas även andra data om ståndorten, beståndet och provträden in. Dessa data matchades individuellt mot varje borrhöjdsprov så att alla variablerna nedan fanns för varje träd.

Variablerna vi hade i vårt material var följande (Anon 2012):

Provträdsvariabler: diameter, trädklass, kvistgrovlek

Beståndsvariabler: beståndsålder, huggningsklass, slutenhet, grundyta, stamantal, bonitetsvisande trädslag, ståndortsindex boniterad med ståndortsfaktorer

Ståndortsvariabler: markfuktighet, bottenskiktstyp, fältskiktstyp, höjd över havet, latitud

I Excel beräknades måttet ”summa bredd av 5 årsringar med start 20 mm från mörge”. Hädanefter i denna rapport kommer denna variabel betecknas som ”5YRW” (5 youth ring width). Detta mått användes som responsvariabel i dataanalysen.

Datamängd var inte lika för alla variabler. När data för trädklasser erhöles saknades trädklassdata för omkring 1000 träd. Dessa träd togs bort. Vårt kompletta dataset bestod efter denna matchning av 6868 träd.

För att data skulle vara användbart fanns några restriktioner. Eftersom borrhöjdsprover inte är användbara för träd över 60 års ålder filterades träd äldre än 60 år bort. Yngre träd som inte uppfyller kravet på att det ska finnas minst 5 årsringar utanför 20 mm från mörge filterades också bort. För att kunna använda bonitet i dataanalyserna måste tall vara det bonitetsvisande trädslaget på ytan där respektive tall är borrhöjdat. En filtrering utfördes där endast ytor med tall som bonitetsvisande trädslag sparades. En filtrering på trädklasser utfördes också. Bara härskande och medhärskande träd fick ingå, eftersom undertryckta träd och överståndare träd

påverkar data mycket och kan inte anses vara representativa timmerträd. Efter att dessa filtreringar utförts bestod datamängden av 4631 observationer.

Residualstudier utfördes i samband med regressionerna. Då uppmärksammades ett antal utstickande observationer. Residualstudierna bestod av tester där Cooks, HI-Leverage och standardiserade residualer plottades mot index. Fyra av de utstickande observationerna togs bort i de fall som det tydligt kunde motiveras med exempelvis enorma residualer, hög hävstång eller stort Cooksavstånd. Hela datasetet bestod då av 4627 st träd.

Medelvärden för måttet 5YRW beräknades för fem ståndortsindexklasser. Klasserna som användes var T10-T13, T14-T17, T18-T21, T22-T25, T26-T28. Medelvärdet av klasserna analyserades med ANOVA för att se om signifikanta skillnader förelåg. Detta kompletterades med ett post-hoc test med Tukeys metod för att ta hänsyn till att slumpen kan påverka skillnadernas signifikans.

För att avgöra huruvida det förekom en variation i spridning över olika ståndortsindexklasser så togs 95 %-iga konfidensintervall och p-värden från F-test fram för standaravvikelse och varianserna för respektive ståndortsindexklass.

Multipla regressioner kördes med värdet 5YRW som responsvariabel. Olika kombinationer av ett urval av förklarande variabler kördes. Detta urval bestod av variablerna ståndortsindex, brösthöjdsålder, diameter, stamantal, altitud, latitud, fältskikt, grundyta, bottenskikt, markfuktighet och slutenhet. Det gav en modell som kan beskrivas som:

$5YRW = f(\text{ståndortsindex, brösthöjdsålder, diameter, stamantal, altitud, latitud, fältskikt, grundyta, bottenskikt, markfuktighet, slutenhet})$

Med tanke på att flera av dessa variabler kunde misstänkas vara ej-oberoende, togs "*the variance inflation factor*" (VIF) med, som avslöjar om variablerna är oberoende eller inte. Dessutom gjordes anpassade linjeplottar för responsvariabeln mot ståndortsindexvariabeln.

För att verifiera samvariationen mellan vårt mått och grövsta kvist användes, för de träd som blivit mätta, variabeln "kvistgrovlek" i riksskogstaxeringens material från provträden. Mätningen av kvistgrovlek görs vid inventeringen på provträden om kvist finns från 0-2 m upp i trädet. Finns flera kvistar så mäts den grövsta. Det fanns 4352 träd där kvistgrovlek blivit mätt. Detta är samma datamaterial som i ovanstående analys med den skillnaden att de fyra uteliggarna är med. Korrelationskoefficienten för dessa två variabler beräknades. En regressionsekvation togs också fram för variablerna där kvistgrovlek och 5YRW fick stå som respons- respektive förklarande variabel.

Analyserna har alla genomförts i Minitab 16 (Minitab Inc.)

Resultat

För de 4352 träd där kvistgrovlek fanns registrerat i riksskogstaxeringens material togs korrelationskoefficienten mellan kvistgrovleksmättet och 5YRW fram. Korrelationskoefficienten som beräknades blev 0,391.

Regressionsekvationen blev: $\text{Kvistgrovlek} = 8,77 + 1,05 \text{ 5YRW}$ (Tabell 1).

Tabell 1. Minitabresultat för regressionsanalys av kvistgrovlek
Table 1. Minitabresults of regressionanalysis of branschdiameter

Förklarande Variabler	Coef	Rel SeCoef %	T	P	
Konstant	8,7713	7,000	14,30	0,000	
5YRW	1,04658	3,564	28,06	0,000	
S = 15,1653		R-Sq = 15,3%	R-Sq(adj) = 15,3%		
Variansanalys					
Källa	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	181048	181048	787,22	0,000
Residualfel	4349	1000205	230		
Total	4350	1181253			

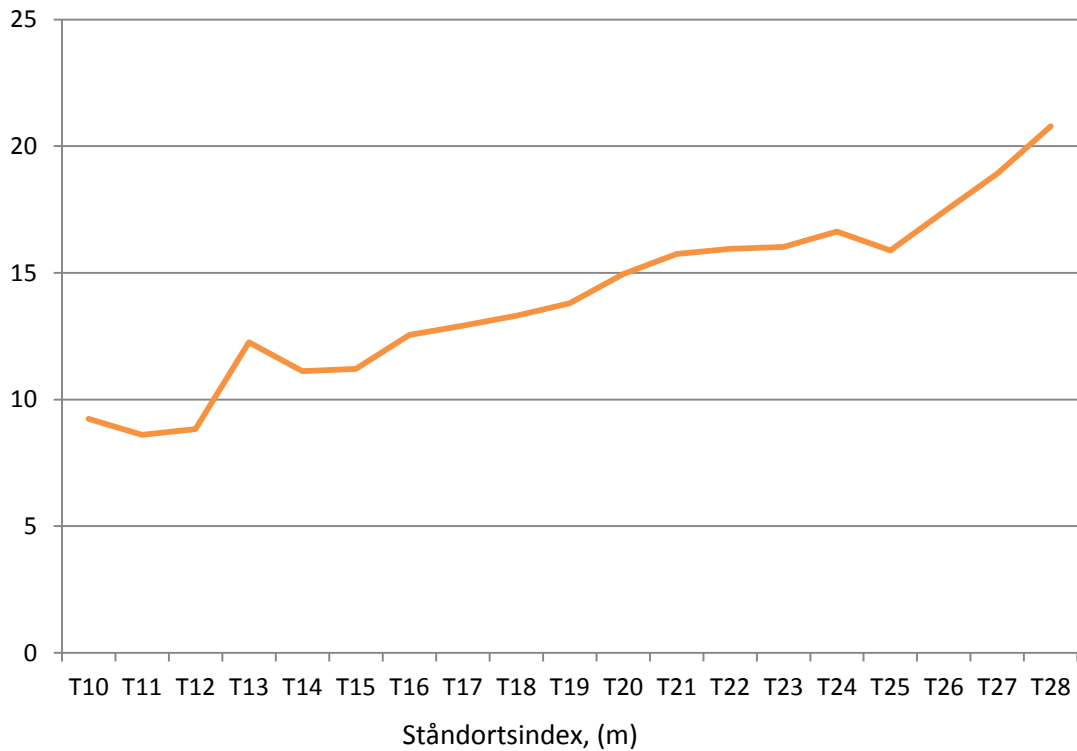
Analysen visade att 5YRW ökade med stigande ståndortsindex (Tabell 2). Skillnaderna mellan medelvärden för de olika ståndortsindexklasserna är signifikanta på 5%-nivån ($p\text{-värde}=0,000$). Tukeys metod visade att alla klasser skiljer sig signifikant från varandra. Själva sambandet är inte helt linjärt men uppvisar en tydlig trend (Figur 1). Ståndortsindex förklarade 9,5% av variationen i 5YRW (Figur 2).

Tabell 2. Medelvärden för måttet 5YRW och konfidensintervall för standaravvikelseerna över olika ståndortsindexklasser.

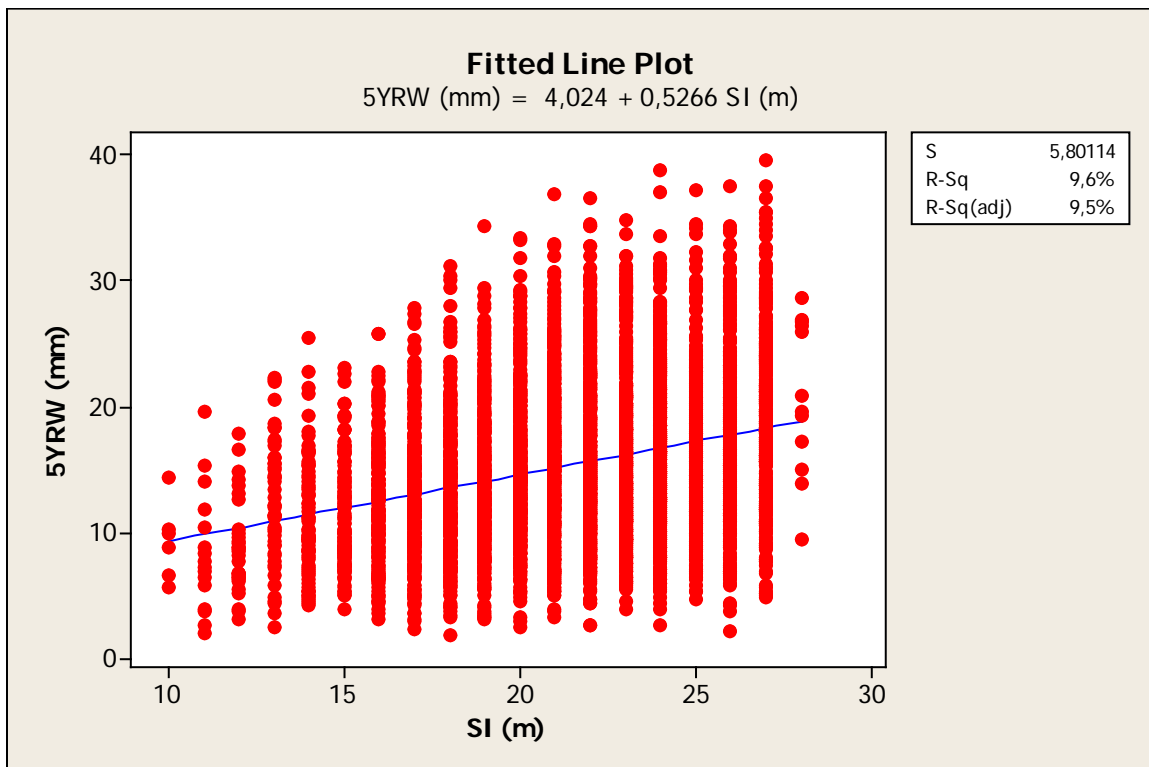
Table 2. Mean values of 5YRW and confidence interval for the standard deviations over different site index classes.

Site index class	N	mean	p-value	S ²	CI for StDev, Chi-Square
T10-T13	101	10,41	0,000	4,83	(4,25; 5,61)
T14-T17	689	12,31	0,000	4,78	(4,54; 5,05)
T18-T21	1607	14,59	0,000	5,54	(5,35; 5,74)
T22-T25	1668	16,17	0,000	6,12	(5,92; 6,34)
T26-T28	562	18,16	0,000	6,96	(6,57; 7,39)

5YRW (mm)



Figur 1. Medelvärde av summa 5 årsringar med start 20mm från märke över ståndortsindex
Figure 1. Mean values of sum 5 growth rings width with start 20 mm from pith over site indexes



Figur 2. Anpassad linjeplot av värden över olika ståndortsindex
Figure 2. Fitted line plot of values on different site indexes

Variationen på måttet 5YRW inom ståndortsindexklasserna ökar med ökande klass. Denna skillnad i spridning är signifikant på 5 % - nivån för alla klasserna utom mellan första och andra samt första och tredje klasserna. (T10-T12 mot T13-T15 och T10-12 mot T18-21) (tabell 1).

Den multipla regressionen med de variabler som är signifikanta gav en justerad förklaringsgrad på 43,2 % (Tabell 3). Måttet "variance inflation factor" visar att variablerna inte har tillräckligt stark kollineratitet för att man ska vidta åtgärder då $VIF < 5$ anges som gränsvärde i Minitab. Regressionsekvationen blev:

$$5YRW = -7,02 + 0,0718 \text{ diameter} - 0,279 \text{ ringantal} + 0,137 \text{ Bottenskikt} - 0,113 \text{ Fältskikt} + 5,29 \text{ Slutenhet} - 0,0705 \text{ Grundyta} + 0,202 \text{ StåndortsindexSI} + 0,00229 \text{ Altitud} + 0,189 \text{ Latitud}$$

Tabell 3. Resultat från multipel regressionskörning i Minitab 16 med flera förklarande variabler

Table 3. Results from multiple regression analysis in Minitab 16 with several predicting variables

Förklarande Variabler	Coef	Rel SeCoef %	T	P	VIF
Konstant	-7,025	31,473	-3,18	0,001	
Diameter	0,071811	2,082	48,03	0,000	1,819
Ringantal	-0,279048	2,818	-35,49	0,000	1,664
Bottenskikt	0,13732	47,240	2,12	0,034	1,432
Fältskikt	-0,11316	21,324	-4,69	0,000	1,333
Slutenhet	5,2853	9,373	10,67	0,000	1,723
Grundyta	-0,07053	15,766	-6,34	0,000	2,191
StåndortsindexSI	0,20208	15,529	6,44	0,000	2,761
Altitud	0,0022906	23,775	4,21	0,000	1,276
Latitud	0,18927	15,877	6,30	0,000	1,714
S= 4,59869	R-Sq=43,3%	R-Sq(adj)=43,2%			
Variansanalys					
Källa	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	74448,2	8272,0	391,15	0,000
Residualfel	4617	97640,2	21,1		
Total	4626	172088,4			

Om enbart diameter och ringantal används som förklarande variabler blir regressionsekvationen:

$$5YRW = 12,3 + 0,0707 \text{ diameter} - 0,309 \text{ ringantal}$$

och justerad förklaringsgrad 39,9 % (Tabell 4).

Tabell 4. Resultat från multipel regression i Minitab 16 med 2 förklarande variabler
Table 4. Results from multiple regression analysis in Minitab 16 with 2 predicting variables

<i>Förklarande Variabler</i>	<i>Coef</i>	<i>Rel SeCoef %</i>	<i>T</i>	<i>P</i>	<i>VIF</i>
Konstant	12,2733	1,952	51,22	0,000	
Diameter	0,070730	1,895	52,80	0,000	1,380
Ringantal	-0,308971	2,384	-41,94	0,000	1,380
S = 4,703030	R-Sq =39,9%	R-Sq(adj)= 39,9%			
Variansanalys					
Källa	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	68623	34311	1533,42	0,000
Residualfel	4624	103465	22		
Total	4629	172088			

Diskussion

Vår studie kan ses som en fördjupning av vissa delar av Björklund & Peterssons studie 1999, med nytt data och en större datamängd. Björklund & Petersson tittade på hur årsringmättet varierade över olika ståndortsindex, trädklasser och åldersklasser. En annan skillnad är också att Björklund & Petersson tittade på skillnader över tid med avseende på kvalitetsutveckling.

Verifieringen av samvariationen hos måttet 5YRW och kvistgrovlek gav en korrelationskoefficient på 0,39. Detta kan jämföras med tidigare förbandsförsök (Persson 1977) där korrelationskoefficienten var 0,76. Förbandsförsöken är dock ett mer homogent material än det vi använt från riksskogstaxeringen och en högre korrelation är därför att vänta. En studie som genomfördes i lyckade självföryngringar av tall gav en korrelationskoefficient 0,47 (Persson 1985), även den avsevärt lägre än i förbandsförsöken men fortfarande i ett material som är jämnare än det vi använt från riksskogstaxeringen. Resultatet i vår studie indikerar att samvariation råder mellan variablerna då vi, som påpekats ovan, har ett mycket ojämnare och spritt material men ändå en korrelationskoefficient som inte ligger så långt under. Resultatet av detta förhållande skulle kunna användas till att prognosticera hur grova kvistar som finns längre in i stocken men som nu är övervallade. En sak att ta hänsyn till är att ekvationen i vårt fall bygger på material från hela landet. Men som påpekats i tidigare studier (Persson 1985) ökar kvistgrovleken långsammare i norra Sverige jämfört med södra då 5YRW stiger. Detta innebär att en uppdelning på geografiska regioner skulle ge olika förhållanden. En stor svaghet i riksskogstaxeringens material är dock att inte mer än 60 årsringar registreras vilket gör att den stora majoriteten träd med övervallade kvistar inte kommer med i materialet och analysen blir därför omöjlig. För andra intressenter kan dock metodiken användas om träd borrar och mäts upp ända in till märe. Samma teori styrks i flera tidigare studier (Nylinder 1959; Persson 1977; Björklund & Petersson 1999).

Medelvärdet för 5YRW ökade med stigande ståndortsindexklass och skillnaderna var signifikanta, vilket var ett resultat i enlighet med vår hypotes. Det innebär att träd på bördigare mark generellt har grövre kvist vilket i sin tur leder till att förutsättningar för produktion av klenkvistigt talltimmer är olika för olika ståndortsindex. Det ska nämnas att ståndortsindex delades in i klasser vilket bidrog till att skillnaderna för medelvärdena blev signifikanta mellan samtliga klasser. Om man tittade på hur väl ståndortsindex förklarade värdet så gavs en justerad förklaringsgrad på 9,5 % som motsvarar en korrelationskoefficient på 0,308, vilket kan anses vara ganska lågt. Varför förklarar då markens bördighet måttet på årsringsutvecklingen så pass dåligt? Måttet 5YRW anläggs i trädens ungdomsfas och vad som påverkar hur breda årsringar som då utvecklas är till mångt och mycket skötseln av det unga beståndet. Om stammarna står tätt länge i ungdomsfasen hålls årsringstillväxten nere och måttet blir lågt. Om ungskogsskötseln innebär att stammarna tidigt ges större utrymme leder det till en snabbare tillväxt och därmed också en större årsringstillväxt. Beståndsanläggningen spelar således en stor roll eftersom den i mångt och mycket avgör hur stort stamantal beståndet kan ha i ungdomsfasen. Det betyder att den information som man kan anta har stor del i förklarandet av måttet 5YRW är ungskogsskötseln och då framförallt förbandet vid årsringsintervallens bildande. Detta i enlighet med tidigare studier i förbandsförsök (Persson 1977). En variabel för ungskogsskötsel är för det mesta inte helt enkelt att erhålla. Om det

fanns långtgående beståndshistorik kunde det användas, till exempel om det fanns beskrivet i beståndshistoriken vid vilken ålder som beståndet röjdes, hur många röjningar som utfördes och till vilket förband beståndet röjdes, skulle det troligen bidra mycket till förklaringen av måttet.

En felkälla som man alltid måste ta i beaktande vid hantering av inventerat data är den mänskliga faktorn, det kan alltid bli fel vid inventeringen eller registrering av data. Vi har till exempel stött på träd i samplet där diametern från klavningen avviker med 20 cm från diametern från borrhovsmätningen. Då har troligtvis ett borrhov parats med fel provträd. Riksskogstaxeringen har dock rutiner för att fånga upp felmätningar och fel i hantering av provträdens identitet vilket gör att antalet fel blir väldigt få (Anders Lundström, muntlig kommunikation). En annan felkälla, som härleds till mätningen av borrhovarna, är att värdena som redovisas är ackumulerade värden av dubbel årsringsbredd, förekommer då i borrhovet sektioner med reaktionsved kommer responsvariabeln 5YRW bli missvisande. Urvalet av provträden vid inventeringen innehåller en grundtyevägning vilket gör att samplet troligen har en större andel grova träd än den verkliga populationen. Detta kan innebära en förskjutning av medelvärdet mot högre nivå då ett grovt träd generellt kan tänkas ha haft kraftigare årsringstillväxt genom livet. Det kan, exempelvis vid användning av datat för att bedöma ett bestånds tillväxt, visa bättre tillväxt än vad beståndet i verkligheten haft. Vi hanterade problemet genom att sortera bort alla överståndare i samplet och endast använda härskande och medhärskande träd.

Att spridningen i medelvärde ökar med stigande ståndortsindexklasser kan ha flera orsaker. Träd på marker med högre ståndortsindex växer generellt snabbare, och så även i ungdomsfasen. Det betyder att alla träd har möjlighet att växa fort, men att skötseln kan påverka detta. Eftersom skötseln gör att årsringsutvecklingen på bördiga marker påverkas mer än på fattiga marker kan detta förklara skillnaden i spridning. På fattiga marker finns en begränsning i hur snabbt årsringsutvecklingen kan ske vilket ger en lägre spridning. Att skillnaden inte är signifikant mellan första och andra samt första och tredje klass beror bland annat på att det är väldigt få (101) träd i första klassen. De träd med stor avvikelse från medelvärdet drar då ut konfidensintervallet som blir väldigt långt.

En slutsats man kan dra av detta förhållande är att skötseln spelar en större roll för möjligheten att producera kvalitetstimmer på marker med högre boniteter. Skötselåtgärderna kan krävas bestå av fler och intensivare ingrepp under beståndets utveckling eftersom tall på högre ståndortsindex men med samma förband anlägger grövre grenar (Mäkinen, 1996). Detta kan leda till att produktion av kvalitetstimmer är dyrare på högre boniteter på grund av högre kostnader för planering och genomförande av skötselåtgärder relativt svagare marker. De ökade kostnaderna kan dock vägas upp av den högre tillväxten. Vidare kan man tänka sig att förhållandet kan ligga som beslutsgrund vid val av förnyingsmetod. Naturlig förnying, vilket generellt anses ge bra förutsättningar för kvalitetsproduktion på grund av det täta plantuppslaget vid lyckad anläggning kan med fördel väljas på svagare marker, vilket också andra faktorer såsom konkurrens från hyggesvegetation motiverar. Man kan därigenom anta att spridningen är större i södra Sverige än i norra eftersom boniteten generellt sett är högre. Det tillsammans med den tidigare diskuterade teorin (Persson 1977) att kvistgrovleken ökar i snabbare takt med ökning av 5YRW i södra än i norra Sverige gör att produktion av klenkvistigt talltimmer blir mer skötselintensiv under ungdomsfasen i södra delarna av landet.

Regressionen uppvisade en vad som kan anses som god förklaringsgrad, (R^2 adj = 43,2 %). Men anmärkningsvärt var att om enbart ringantal och diameter kördes som förklarande variabler gavs en justerad förklaringsgrad på 39,9 %. Detta innebär att övriga variabler, i det här fallet bonitet, fältskikt, bottenkikt, altitud, latitud, slutenhet och grundyta inte bidrog med särskilt mycket förklaring av variationen i responsvariabeln. Detta är inte så konstigt med tanke på att diameter och ringantal, det vill säga brösthöjdsålder, tillsammans beskriver medelårsringsbredden för alla årsringar. Bonitet var den variabel som utöver diameter och ringantal bidrog med störst förklaring, sedan kunde övriga variabler betraktas som överflödiga om man ska se till påverkan på förklaringsgraden. Anmärkningsvärda var också värdena för koefficienterna hos variablerna altitud, latitud och slutenhet. De hade positiva koefficienter, vilket vi inte förväntade oss. Alla de variablerna borde med ökat värde bidra negativt till måttets utveckling. Om dessa variabler däremot kördes ensamma blev koefficienterna för altitud och latitud negativa, men slutenheten var fortfarande positiv, vilket fortfarande säger emot teorierna. Vad detta beror på kan diskuteras. Det kan bero på hur slutenheten är bedömd i fält vilket är en subjektiv bedömning samt att det bestämts på hur beståndet ser ut idag. Vilken slutenhet som rådde när måttet anlades i trädets ungdom är okänt. Att altitud och latitud fick positiva koefficienter i regressionen kan bero på att andra variabler påverkade dem i den multipla regressionen, det vill säga att dem inte är oberoende. VIF-värden togs fram i samband med regressionen för att upptäcka om multikolinnearitet förelåg mellan variablerna. Värdena indikerade inte att variablerna påverkade varandra i sådan omfattning att någon av variablerna skulle tas bort (Chatterjee & Hadi 2006). Det faktum att flera träd står på samma yta, och därmed har samma värden på ytvariablerna ger dessa ytor en större vikt i regressionsanalysen än de ytor som bara har ett träd. Att ta bort träd till dess att bara ett träd per yta återstår skulle minska datasetet avsevärt varför vi valde att inte göra det. Att ytorna är så pass många gör att spridningen av ytor med mer än ett träd blir stor över variablerna och problemet minskar i omfattning.

Resultaten härifrån skulle, i teorin, kunna användas till att bedöma kvalitén hos bestånden utifrån traditionella inventeringsdata. Detta kan bedömas utan att borra och mäta kärnor om man har vetskap om beståndsåldern. En hel del villkor kring beståndens beskaffenhet bör dock uppfyllas då vi bara har använt härskande och medhärskande träd i förhållandevis rena tallskogar av en viss ålder.

Avslutningsvis kan konstateras att resultaten i denna studie styrker tidigare studiers resultat. Med tanke på vårt jämförelsevis stora och ojämna material får vi goda förklaringsgrader och korrelationskoefficienter. Att studera 5YRW hos jämna bestånd borde kunna ge fingervisningar om timmerkvaliteten i beståndet. Måttet skulle kunna användas av riksskogstaxeringen för att bedöma förändringar över tid och mellan olika geografiska områden i ovan nämnda kvalitetsaspekter eftersom de har samlat in data under lång tid. I beaktande måste då tas att metodiken för uttag av provträd har ändrats och att jämförelsen då kompliceras. Detta var en av anledningarna till att vårt material endast innehöll träd från 2005-2011. Det finns således underlag för vidare studier inom området.

Referenser

- Anon (2008). Mätinstruktion för tall och gran. Rekommenderad av rådet för virkesmätning och redovisning. VMR 1-07, 2a upplagan april 2008.
- Anon (2012). Fältinstruktion 2012, Riksinventeringen av skog. SLU, institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå.
- Bengtsson, K. Björklund, L. Wennerholm, H (1998). Värdeoptimerad virkesutnyttjande. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skog-industri-marknad studier. SIMS rapport nr 50, s 15-41.
- Björklund, L. (1997) . The interior knot structure of *Pinus sylvestris* stems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 403-412, 1997. SLU, Uppsala. Department of forest-industry-market studies.
- Björklund, L., Hörnfeldt, R. (1996). Tallens "kvalitet" på bördig mark – nya rön från Granvik. Uppsala. Utredningar, Institutionen för skog-industri-marknad studier nr 18.
- Björklund, L., Petersson, H. (1999). Predicting knot diameter of *Pinus sylvestris* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1999, v. 14(4), p. 376-384
- Chatterjee, S., Hadi, A. (2006). *Regression analysis by example*, 4th edition. 416 p. John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey. Kapitel 11.
- Dippel, M. (1982). Auswertung eines Nelder-Pflanzverbandsversuchs mit Kiefer im Forstamt Waldsrode. *Allgemeine Forst und Jagdzeitungen* 153: 137-154.
- Karlsson, K., Mörling, T., Pape, R (1999). Gallring på gott och ont – hur påverkas tillväxt och kvalitet hos tall och gran? SLU Uppsala Fakta skog Nr 10 1999.
- Mäkinen, H (1996). Effect of intertree competition on branch characteristics of *Pinus sylvestris* families. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 11: 129-136.
- Nylinder P (1959). Synpunkter på produktionens kvalitet. Statens forskningsinstitut, uppsatser Nr 64. Särtryck ut tidskriften *Skogen* nr 4 och 23, 1958, nr 3, 1959.
- Persson, A. (1976). Förbandets inverkan på tallens sågtimmerkvalité. Institutionen för skogsproduktion. Skogshögskolan Stockholm. Rapporter och uppsatser Nr 42.
- Persson, A. (1977). Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Institutionen för skogsproduktion. Stockholm. Inst. för skogsproduktion, Skogshögskolan. Rapporter och uppsatser Nr 45.
- Persson, A. (1985). Beståndsanläggningens inverkan på kvaliteten. Skogsfakta konferens Nr 6, Kvalitet – behöver vi det? Skogshögskolans höstkonferens 4-5 december 1984, Uppsala. S 27-32.
- Persson, A. (1994). How genotype and silviculture interact in forming timber properties. *Silva Fennica* 28(4): 275-282
- Persson, B., Persson, A., Ståhl, E., Karlsmats, U. (1995). Wood quality of *Pinus sylvestris* progenies at various spacings. SLU, Garpenberg. *Forest Ecology and Management*, Vol.76(1), pp.127-138

Walheim, M., Eriksson, B., Eriksson, J. & Fridman J (2009). Uttag av provträd bland ej förväxande träd vid tillfällig inventering. Opubl.