



Kandidatarbeten i skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap

2013:26

Volymproduktion i fullskiktad granskog
- Siljansfors försökspark, Dalarna

*Volume production in uneven-aged Norway spruce
forest*

- Siljansfors experimental forest, Dalarna

Buster Knutsson & Linnéa Näsén

Sveriges Lantbruksuniversitet

Program:Jägmästarprogrammet

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

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

Handledare: Lars Lundqvist, SLU, Inst för skogens ekologi
och skötsel

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

Umeå 2013

Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap, SLU

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Buster Knutsson, Linnéa Näsén
Titel, Sv	Volymproduktion i fullskiktad granskog – Siljansfors försökspark, Dalarna
Titel, Eng	Volume production in uneven-aged Norway spruce forest – Siljansfors experimental forest, Dalarna
Nyckelord/ Keywords	<i>Diametertillväxt, stamantal, medelhöjd, virkesförråd, volymtillväxt/Increment of diameter, number of stems, average height, standing volume, increment of volume</i>
Handledare/Supervisor	<i>Docent Lars Lundqvist, institutionen för skogens ekologi och skötsel</i>
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2013

FÖRORD

Detta arbete uppkom som en del av Jägmästarutbildningen vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. Arbetet utfördes under vårterminen 2013 och motsvarar 15 högskolepoäng.

Vi blev intresserade av blädningsbruket som skogsskötselsystem då vi vid utbildningen har föreläsningar och exkursioner inom ämnet. Dock ansåg vi att detta inte var nog för att stilla vår nyfikenhet och såg kandidatarbetet som ett utmärkt tillfälle att utöka våra kunskaper inom ämnet. Studien kommer därför att inriktas mot blädningsbruket, och försöksyta 9082 vid Siljansfors försökspark i Dalarna.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare, Docent Lars Lundqvist för tillhandahållande av data och för vägledning genom arbetet.

Vi vill tacka Christer Karlsson, försöksparkschef vid Siljansfors försökspark, som visat oss försöksytan och bistått med data och kommentarer på arbetet.

Umeå 2013

Buster Knutsson och Linnéa Näsén

SAMMANFATTNING

Blädningsbruk kan enbart bedrivas med sekundära trädslag i fullskiktade skogar. I Sverige är gran (*Picea abies* (L.) Karst) det dominerande trädslaget för denna form av skogsskötselsystem. Skötselsystemet har länge varit kontroversiellt på grund av missuppfattningen att det är synonymt med de dimensionshuggningar som i början på 1900-talet härjade de svenska skogarna.

Denna studie inriktade sig mot att analysera den volymproduktionsökning som under de senaste 53 åren ägt rum på Siljansfors försökspark, blädningsyta 9082. Data bearbetades och variablerna som huvudsakligen analyserades var diametertillväxt, stamantal samt medelhöjd. Förutom detta diskuterades även diameterfördelning, uttagen medeldiameter över tiden, virkesförråd och trädslagsblandning.

Resultaten visade att medeldiametertillväxten på ytan inte hade ökat över tiden, varför denna variabel inte ansågs vara signifikant för volymproduktionsökningen. De förklarande variablerna till produktionsökningen bedömdes till största del vara det ökade stamantalet samt den högre medelhöjden. Det ökade stamantalet gav ett ökat virkesförråd. Då volymproduktionen är ungefär 3 % av den stående volymen gav ett stigande virkesförråd (och stamantal) en ökad produktion. Ytans medelhöjd hade dessutom ökat sedan försökets start, vilket i viss utsträckning hade påverkat volymproduktionsökningen.

Nyckelord: diametertillväxt, stamantal, medelhöjd, virkesförråd, volymtillväxt

SUMMARY

Single-tree selection can only be practiced with shade tolerant tree species in uneven-aged forests. In Sweden the dominating tree species for this kind of silviculture is Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). This silvicultural system has long been controversial due to the misconception that it is synonymous with the diameter limit cuttings that were used in the beginning of the 20th century in the Swedish forests.

This study concentrated on analyzing the increase in volume production that occurred over the latest 53 years in field trial at Siljansfors Experimental forest. The data was processed and the variables that mainly were analyzed were diameter increment, number of stems and average height. In addition the diameter distribution, the change in mean diameter of trees harvested, standing volume and species composition were discussed.

The result showed that mean diameter increment had not increased, why this variable was not believed to be significant for the increment in volume production. The explanatory variables for the increment in volume production were assumed to be the increase in number of stems and the increase in average height. The increase in number of stems gave an increase in the standing volume. As production of volume is approximately 3 % of the standing volume, a larger growing stock (and number of stems) gives an enhanced production. The average height had, in addition, increased since the start of the trial, which to some extent had influenced the increase in volume production.

Keywords: increment of diameter, number of stems, average height, standing volume, increment of volume

INLEDNING

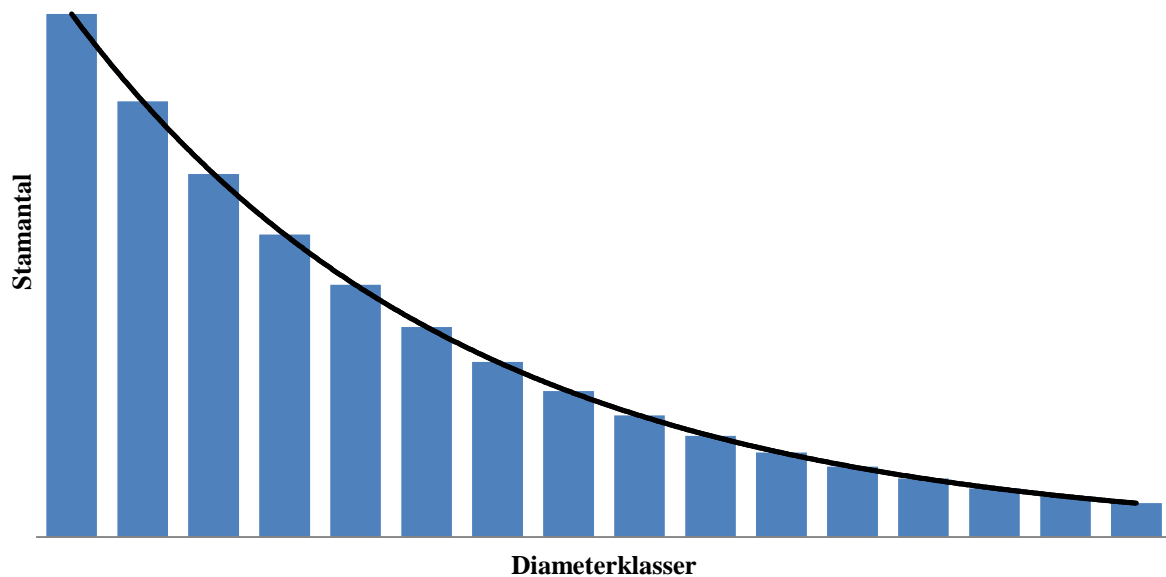
Bakgrund

Sedan 1950-talet har trakthyggesbruket varit det dominerande skogsskötselsystemet i de svenska skogarna. Denna form av skötselsystem lämnar efter slutavverkning stor kalområden och täta homogena ungsogor (Ekelund & Hamilton 2001). Skogen som sedan växer upp är även den likåldrig och homogen vilket har orsakat en allt större debatt kring trakthyggesbruket ur bland annat naturvårds, sociala och estetiska perspektiv. På grund av detta har röster om att nyttja skogen med alternativa metoder till trakthyggesbruket börjat höras, ett exempel på detta är Zaremba (2012 a-e) – ”Skogen vi ärvde” och debatten i DN som utspelade sig under 2012.

Blädningsbruk är ett skogsskötselsystem som bedrivs med upprepade blädningar (“avverkning med syfte att gallra i en fullskiktad skog utan att dess struktur ändras...”). Detta skogsskötselsystem kan endast utföras i fullskiktade skogar bestående av skuggtåliga, sekundära trädslag, där huvudalternativet för de svenska skogarna är gran (*Picea abies* (L.) Karst), vilkas förnygring klarar av att växa upp under skuggan av de större individerna. (Skogsencyklopedin, 2011) Fullskiktade skogar är skogar där träd i alla storleksklasser finns representerade. Bestånden måste dessutom, enligt Lundqvist (2005), uppfylla kraven:

- volymslutenheten måste vara minst 0,5 (§10 i Skogsvårdslagen)
- det grövsta trädet ska vara minst 25 cm i brösthöjd.
- det finns flest träd i den klenaste diameterklassen, d1
- det finns näst flest träd i nästa diameterklass, d2
- det finns träd i de två återstående diameterklasserna, d3 och d4.

Fenomenet där flest träd återfinns i den klenaste diameterklassen och sedan blir färre och färre desto grövre diametern blir, kallas inverterade j-kurva (Figur 1). Kurvan presenterades för första gången av skogsforskaren François de Liocourt (1898).



Figur 1. Skiss över en inverterad j- kurva.
Figure 1. Sketch off an inverted j-curve.

Intresset för trakthyggesbruk har länge varit betydligt större än för blädningsbruk, varför också merparten av forskningen varit inriktad mot detta skötselsystem (Ekelund & Hamilton 2001). Blädningens bruket har dessutom, sedan mitten av 1900-talet, fått mycket kritik på grund av att skötselsystemet ofta förväxlats med dimensionsavverkningarna som i början på 1900-talet efterlämnade lågproducerande restskogar över hela landet (Ekelund & Hamilton 2001). Idag hålls begreppen dock isär och blädningens bruket kan ses som upprepade höggallringar i fullskiktade skogar.

Virkesproduktionen är korrelerad till virkesförrådet. Lundqvist (1989) visade att tillväxten är ungefär 3 % av den stående volymen, varför ett högt virkesförråd eftersträvas för att minska risken för produktionsförluster. Med detta som bakgrund besöktes Siljansfors försökspark och yta nr 9082 som blädats med jämna mellanrum sedan 1959, detta för att få en uppfattning om hur strukturen i en blädningsskog ser ut och för att få en idé om hur arbetet skulle riktas. Försöksparkschefen Christer Karlsson gav oss en guidad tur och skickade sedan en sammanställning på de blädningar som utförts sedan försöket anlades. Datat genomgicks och vi upptäckte att ytan genom åren påvisat en allt högre volymproduktion. Denna studie kommer att inriktas mot ovanstående produktionsökning och syftar till att undersöka vilka faktorer som kan ligga bakom ökningen.

Tidigare studier

Näslund (1942) gjorde en studie i norra Sverige baserad på 157 granbestånd. I varje bestånd lades en provyta på 500-1000 m³ ut och samtliga träd över brösthöjd klavades och numrerades, samtidigt beskrevs även lokala förhållanden. 1-3 provträd per yta fälldes, sektionklavades och borrhov togs på ett flertal höjder. Studiens huvudsyfte var att ta fram funktioner för diametertillväxt efter gallring vid 30, 50 och 70 % gallringsstyrka. Studien visade att den relativa årsringsbredden steg med ökad gallringsstyrka samt vid bördigare markvegetationstyper. De produktivare skogstyperna var också mer reaktionsvilliga med:

- ökad höjd över havet och stigande latitud
- stigande förhållande mellan trädens diameter och höjd
- tilltagande huggningsprocent av provytans och cirkelytans grundyta

Lundqvist (1989) undersökte den årliga volymtillväxten i förhållande till stående volym i elva granbestånd. Alla bestånd utom ett (som började blädas 1959) hade skötts med upprepade blädningar sedan 1913-1925. Resultatet visade att det fanns ett linjärt samband mellan stående volym och årlig volymtillväxt. Den relativa årliga volymökningen var ungefär 3 % av virkesförrådet. Resultatet tyder också på att det med rätt skötsel var möjligt att över längre tider upprätthålla både ett högt virkesförråd samt en hög volymtillväxt. Lundqvist konstaterade dessutom att man inte kunde fastställa om det finns någon skillnad i årlig medeltillväxt mellan ett bestånd skött med blädningsbruk och ett bestånd skött med trakthyggesbruk.

Pilo (2012) utvecklade, genom att analysera fem försöksytor, en tillväxtmodell för enskilda träd i grandominerad, fullskiktad skog skött med blädningsbruk. Försöksytorna hade blädats i 20-57 år och var fördelade på tre lokaler (Svartberget i Västerbotten, Siljansfors försökspark i Dalarna och norr om Ronneby i Blekinge), med ståndortsindex G19, G24 respektive G30. Baserat på ingående variabler skattades årlig diametertillväxt för dessa tre ståndortsindex. Pilo påvisade med sin studie att diametertillväxten ökade med tilltagande diameter och kulminerade inte förrän träden var mycket grova. Han påpekade dock att diametertillväxten uppvisade stor variation mellan enskilda träd av samma storlek.

Syfte

Denna studie syftade till att utreda vad den ökade volymproduktionen som uppmätts i yta 9082 på Siljansfors försökspark berodde på. De variabler som huvudsakligen analyserades var:

- skillnader i diametertillväxt mellan de olika blädningsintervallen från 1959 till 2012
- skillnader i stamantal mellan de olika blädningsintervallen från 1959 till 2012
- skillnad i medelhöjd i de olika diameterklasserna år 1959 och år 2012

En ökning av dessa variabler mellan perioderna antogs förklara den stigande volymproduktionen.

MATERIAL OCH METODER

Studielokal

Försöksytan låg inom Siljansfors försökspark i Mora Socken, Dalarna och gick under benämningen försöksyta 9082. Hädanefter refereras försöksyta 9082 som beståndet. År 1816 anlades beståndet troligtvis genom självsådd. Beståndets areal var 0,52 ha och ytan låg i en nordvästlig sluttning 260 m över havet. Ståndortsindex uppskattades till G24 och huvudträdslaget i den fullskiktade skogen var gran. Ytans markvegetation var blåbärsristyp och jordarten sandig-moig morän.

Skogsskötselsystemet hade sedan 1959 varit blädningsbruk med återkommande blädningar, där intervallet mellan blädningarna var tio till tolv år. Blädningssingreppen utfördes åren 1959, 1969, 1979, 1990, 2000 och år 2012 (revisionerna 1 - 6). Troligtvis har beståndet tidigare varit hårt brukat på grund av närheten till Siljansfors järnbruk där driften upphörde år 1876 (Andersson & Fries 1979).

Siljansfors försökspark låg inom ett område som var ett av de mest utpräglade lokalkontinentala klimatområdena i Sverige. Jämfört med samma latituder inom riket innebär detta att somrarna var något varmare och vintrarna något kallare. (Ångström 1938)

Datansamling

Vid varje blädningssingrepp inventerades det kvarvarande beståndet. Alla nummerade träd korsklavades i brösthöjd med 1 mm noggrannhet och räknades in i diameterklasser om 2 cm. Onummerade, levande och döda träd klavades i brösthöjd med 1 cm noggrannhet och räknades in i 2-cm klasser. Endast träd överstigande brösthöjd (1,3 m) räknades med vid inventeringen. Träden delades in efter trädslagen gran, tall (*Pinus sylvestris* L.), vårtbjörk (*Betula pendula* Roth.) och övriga lövträd.

Uttagning av provträd skedde med hjälp av ett datorprogram i den fältdator som användes. På provträden av gran mättes diameter, den totala höjden samt grön krongränshöjd inom varje enskild diameterklass. Diametern mättes med 1 mm noggrannhet, höjd och grön krongränshöjd mättes med 1 dm noggrannhet.

För volymberäkningar användes Näslunds större funktioner (Näslund 1940) fram till och med år 1990. Därefter utfördes volymberäkningar med Brandels motsvarande funktioner (Brandel 1990).

Databearbetning

För korsklavade träd beräknades brösthöjdsdiametern som det aritmetiska medelvärdet av de två klavade diametrarna.

Beräkningarna inkluderade endast gran, eftersom övriga trädslag var så sparsamt förekommande och inte ansågs påverka resultatet.

Diametertillväxten för varje enskilt träd räknades ut som:

$$(d_{j+t} - d_j) / t$$

där d_j är diametern d i cm år j , d_{j+t} är diametern d i cm år $j + t$ och t är antal år mellan blädningssingrepp.

Träden delades in i diameterklasser om 4-cm per klass (klassbotten angiven i respektive figur). Detta upprepades för varje tidsintervall mellan de olika blädningssingreppen, med första intervall år 1959 – 1969.

Diametertillväxten beräknades för perioderna 1959 - 1969, 1979 - 1990 och 2000 - 2012.

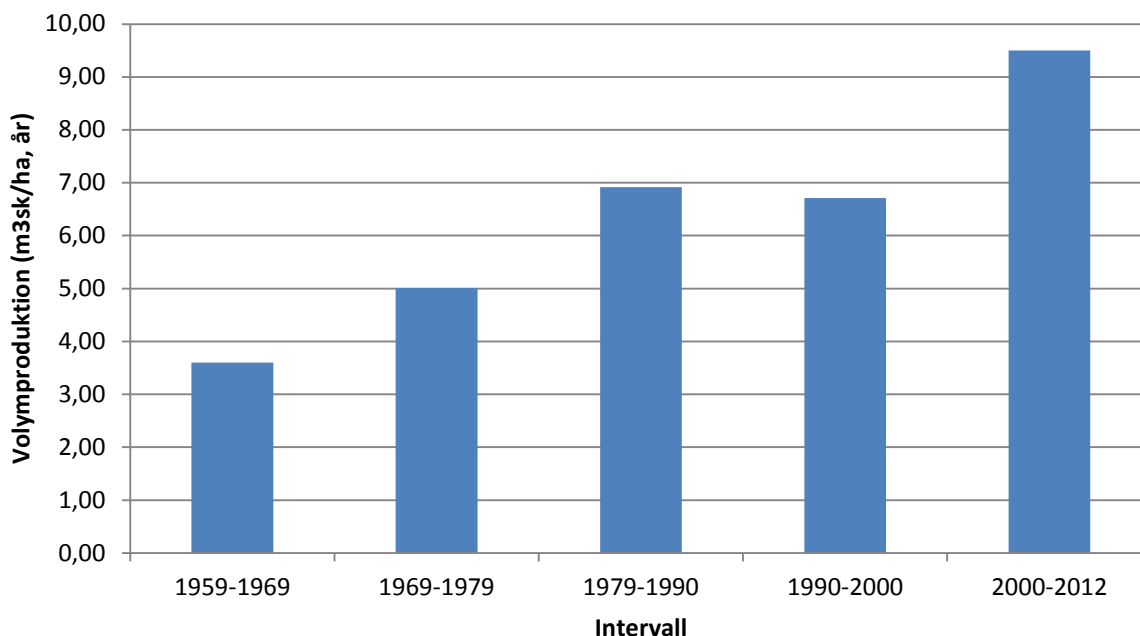
En höjdkurva beräknades för varje inventering baserat på provträden.

Samtliga trädslag inkluderades vid analys av diameterfördelningen (gran, tall, vårtbjörk och övriga lövträd).

RESULTAT

Volymtillväxt

Volymproduktionen steg över åren, från ungefär 3,5 m³sk/ha/år under intervallet 1959 – 1969, till ett värde på strax under 10 m³sk/ ha och år under intervallet 2000 – 2012 (Figur 2).



Figur 2. Medelvolymtillväxten mellan blädningssingreppen.
Figure 2. Average volume growth between the single-tree selection.

Diametertillväxt

Diametertillväxten 1959-2012 uppvisade stora variationer, både över tiden och mellan de olika diameterklasserna. I diameterklass 8,5 och 12,5 för intervallet 2000-2012 var tillväxten betydligt lägre än för samma diameterklass vid tidigare mätningar. I diameterklass 36,5 för intervall 1979-1990 konstaterades en hög diametertillväxt (Figur 3).

Diametertillväxten påvisade dessutom ett mönster över diameterklasserna där tillväxten steg från diameterklass 8,5 till 16,5-24,5, minskade till diameterklass 28,5-32,5 och ökade sedan igen. Denna struktur blev mer och mer markant desto fler blädningar som utfördes.

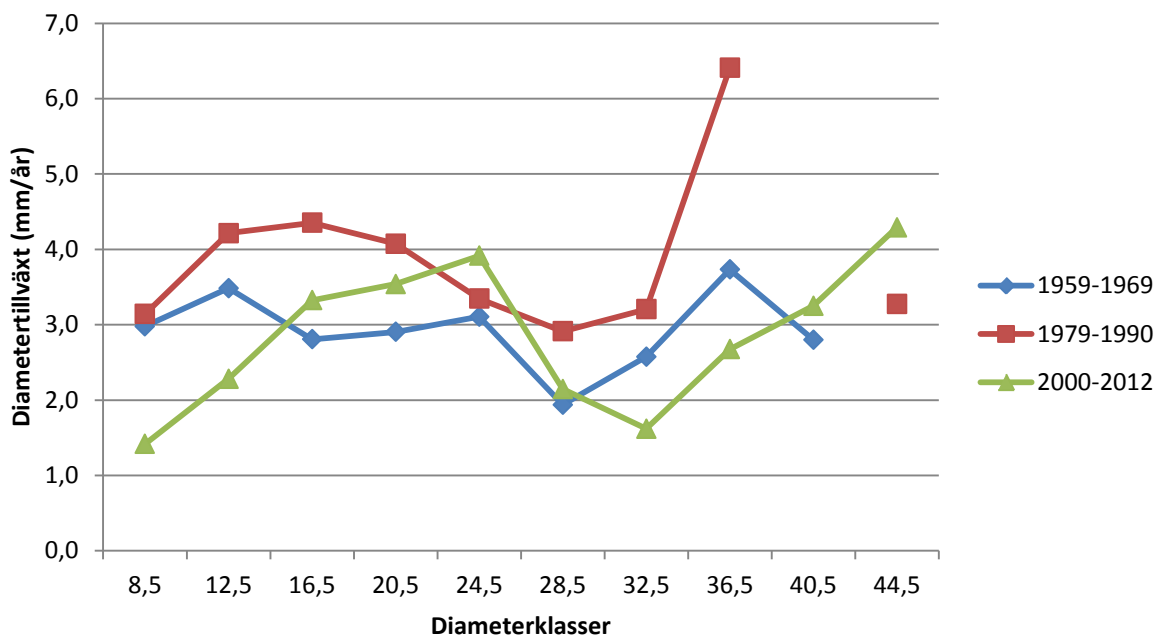
I diameterklasserna 16,5-28,5 och 40,5 visade diagrammet på en ökning av diametertillväxten för de olika diameterklasserna sedan 1959. Dock var tillväxten i de flesta fall högre för intervallet 1979-1990 än för perioden 2000-2012.

Data saknades i diameterklass 40,5 och 44,5 på grund av att det inte fanns några träd i de klasserna för respektive intervall.

Den totala, genomsnittliga diametertillväxten för samtliga diameterklasser var relativt konstant över åren. Diametertillväxten i första intervallet var 2,9 mm/år, ökade till 3,9 i intervallet 1979-1990, och därefter sjönk diametertillväxten och var 2,8 mm/år vid senaste mätning (2000-2012) (Tabell 1).

Tabell 1. Genomsnittlig diametertillväxten per intervall
Table 1. Average diameter increase for each period

Blädningsintervall år	Genomsnittlig diametertillväxt mm/år
1959 – 1969	2,9
1969 – 1979	3,3
1979 – 1990	3,9
1990 – 2000	2,8
2000 - 2012	2,8

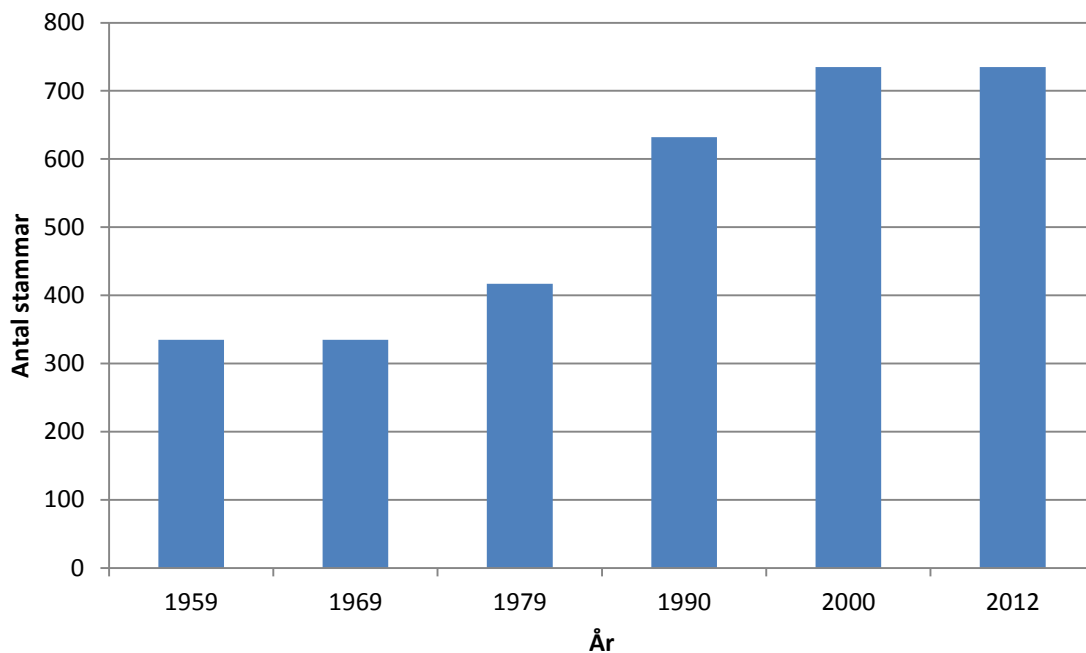


Figur 3. Genomsnittlig diametertillväxt (mm) för 4-cm diameterklasserna 8,5–44,5 cm under tre blädningsintervall. Endast träd grövre än 8,5 cm i brösthöjd inkluderades.

Figure 3. Average diameter growth (mm) for 4-cm diameter classes 8,5 – 44,5 cm during three periods. Only trees wider than 8,5 cm in breast height were included.

Stamantal

Stamantalet i beståndet ökade från andra blädningsingreppet år 1969. År 1969 var antalet stammar i beståndet 335, år 2000 stagnerade ökningen och har därefter varit konstant (Figur 4).



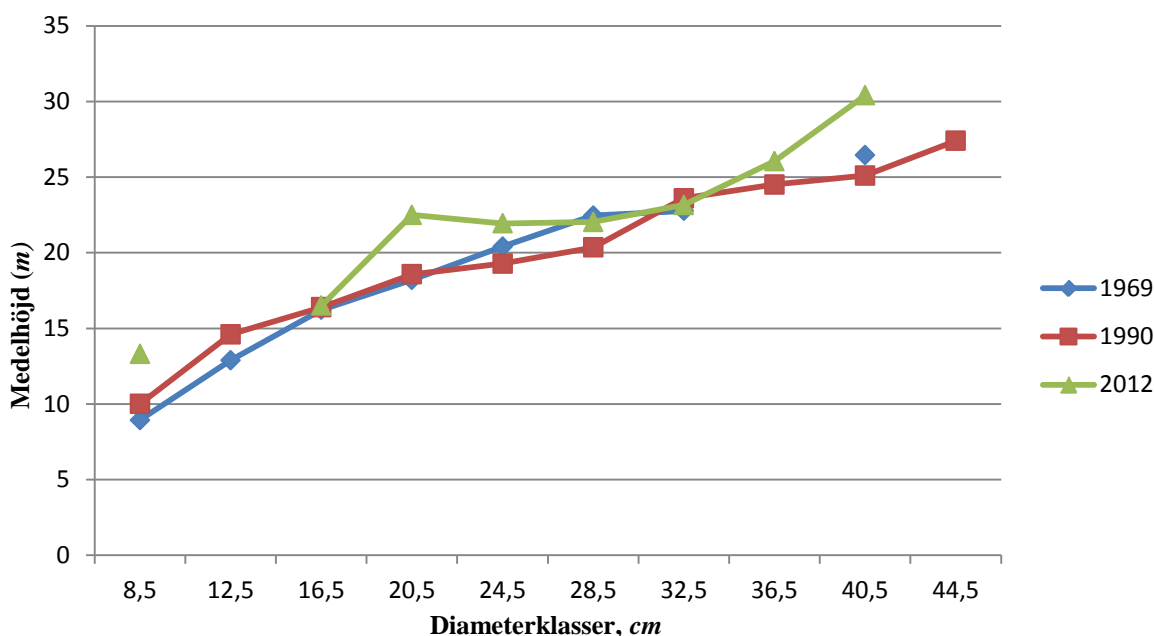
Figur 4. Ytans stamantal från år 1959 till år 2012. Endast träd grövre än 8,5 cm i brösthöjd inkluderades.
Figure 4. Number of stems in the area from year 1959 to year 2012. Only trees wider than 8,5 cm in breast height were included.

Medelhöjd

Vid jämförandet av provträden hade medelhöjden i beståndet ökat något från år 1969 till år 2012. Från och med revisionen 1990 till och med revisionen 2012 hade en tydlig ökning skett. I vissa diameterklasser saknades provträd varför ingen jämförande höjd fanns (Figur 5). Skillnaden i medelhöjden var mycket varierande (Tabell 2).

Tabell 2. Förändring i medelhöjd i olika diameterklasser mellan år 1969 och år 2012
Table 2. Difference in average height in the diameter classes between year 1969 and year 2012

Diameterklass <i>cm</i>	Skillnad i medelhöjd <i>m</i>
8,5	4,4
16,5	0,3
20,5	4,3
24,5	1,5
28,5	-0,4
32,5	0,4
40,5	4,0



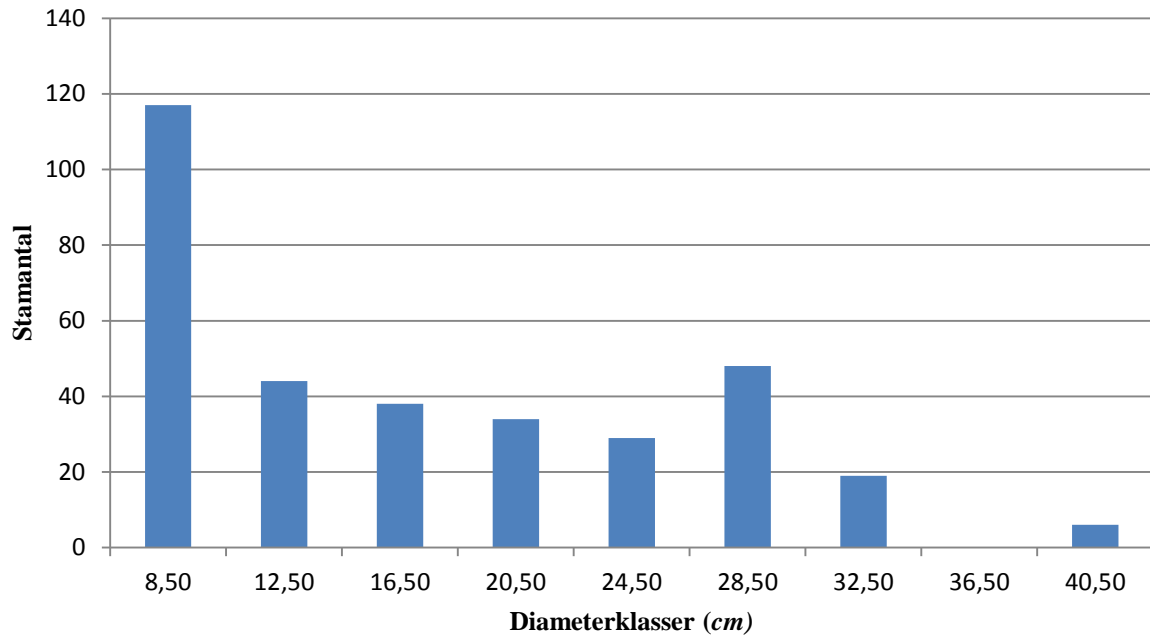
Figur 5. Provträdens medelhöjd per 4-cm diameterklasser. Endast träd grövre än 8,5 cm i brösthöjd inkluderades.

Figure 5. Average height per 4-cm diameter class for the sample trees. Only trees wider than 8,5 cm in breast height were included.

Diameterfördelning

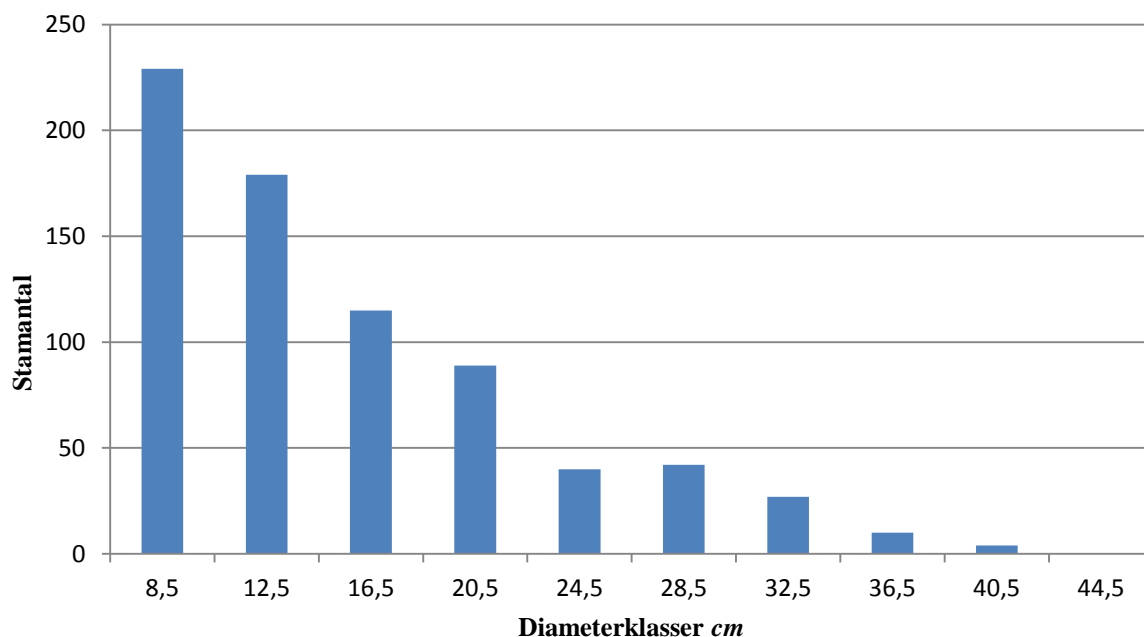
Diameterfördelningen för år 1969 visade en fördelning av stammarna som inte stämde överens med hur det teoretiskt optimalt borde se ut i ett bestånd lämpligt för bländningsbruk. Kurvan hade ett sjunkande stamantal med ökande diameterklass i de flesta av klasserna, undantagen var diameterklasserna 8,5 och 28,5. En minskning i stamantal med ökad diameterklass kunde utläsas men den var något ojämn (Figur 6).

Diameterfördelningen för år 2012 påvisade däremot en fördelning av stammarna som stämde väl överens med hur det borde se ut i ett fullskiktat bestånd (Figur 7). Flest stammar återfanns i de lägre diameterklasserna för att sedan minska med ökad diameterklass.



Figur 6. Diameterfördelning för revisionen år 1969 indelat i 4-cm diameterklasser. Endast träd grövre än 8,5 cm i brösthöjd inkluderades.

Figure 6. Distribution of diameter for the review in year 1969 divided in 4-cm diameter classes. Only trees wider than 8,5 cm in breast height were included.



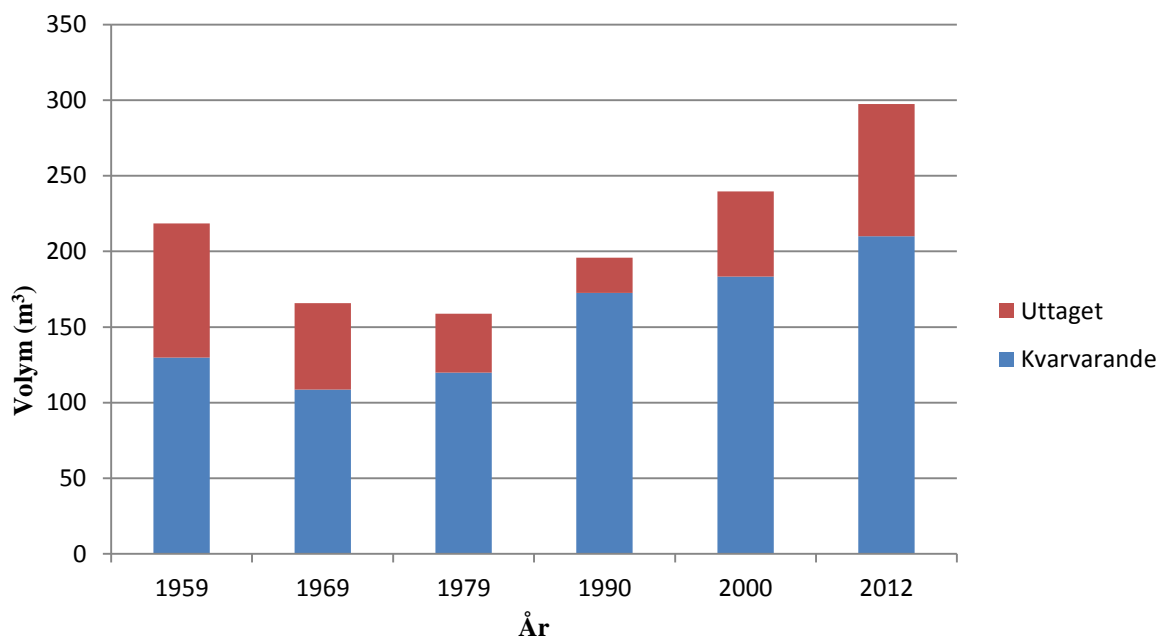
Figur 7. Diameterfördelning för revisionen år 2012. Endast träd grövre än 8,5 cm i brösthöjd inkluderades.
Figure 7. Distribution of diameter for the review in year 2012. Only trees wider than 8,5 cm in breast height were included.

Volymfördelning

Andelen övriga trädslag (inklusive björk) var ungefär 3 % av ytans totala volym. Det dominerande trädslaget var sedan försökets start gran. Volymen vårtbjörk hade ökat genom åren. Denna ökning var inte av större betydelse för volymfördelningen som helhet.

Virkesförråd

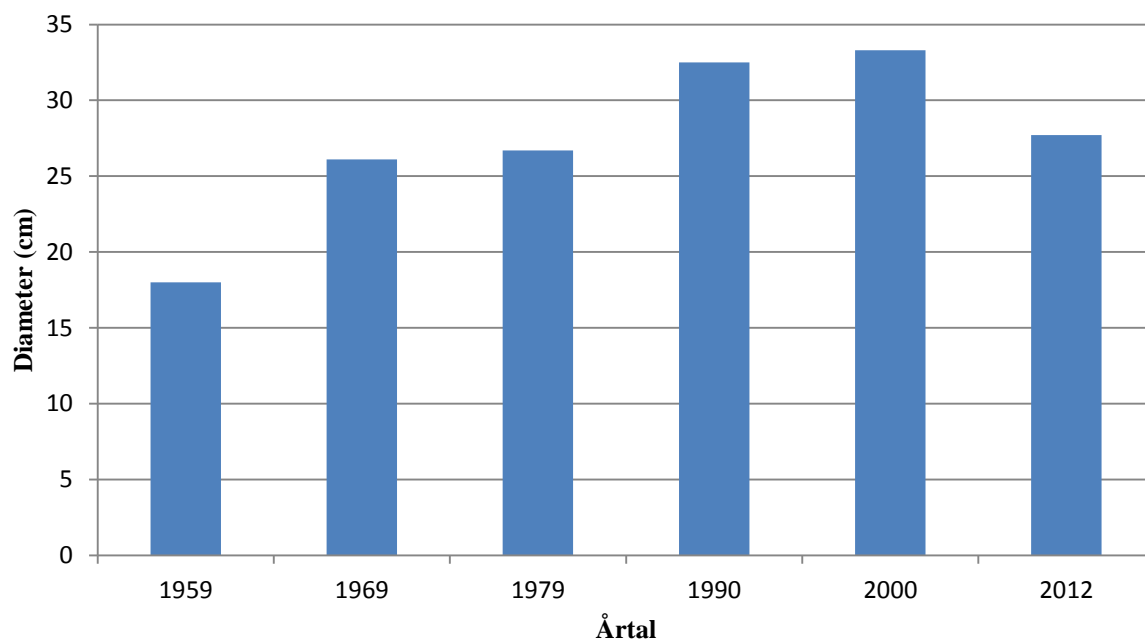
Virkesförrådet ökade från första blädningssingrepp. Uttagen varierade och skillnaden mellan blädningarna var stor. Uttagen år 1959 och år 2012 var större än övriga uttag (Figur 8)



Figur 8. Virkesförrådet före och efter blädningsingreppen.
Figure 8. Standing volume before and after the single-tree selection.

Uttagets medeldiameter

Medeldiametern för de träd som avverkades vid varje blädningsingrepp hade ökat sedan år 1959. Medeldiametern minskade något vid det senaste ingreppet (Figur 9).



Figur 9. Uttagets medeldiameter vid de olika blädningssingreppen.

Figure 9. Mean diameter of the timber extraction for the various single-tree selection.

DISKUSSION

Att första klassbotten för diameterklasserna var 8,5 cm berodde på att inväxning i beståndet orsakade felkällor vid inmätning, vilket gjorde resultatet i klasserna 0,5 cm och 4,5 cm otillförlitligt. Då endast träd som översteg brösthöjd (1,3m) numrerades hade man inte data för de individer som var lägre än brösthöjd. Det gick därför inte att räkna ut tillväxten för dessa träd som precis blev högre än 1,3 m, eftersom man inte hade någon tidigare data att jämföra med. Vi antog att alla träd med en diameter på minst 8,5 cm med god marginal översteg brösthöjd och att tidigare data för dessa träd fanns. Följaktligen sattes detta värde till första klassbotten.

Den minskande diametertillväxten i de lägre diameterklasserna (8,5–12,5 cm) för intervallet 2000-2012 tros bero på att samplet som använts var samma sampel som vid försökets start 1959. Individerna som återfanns i dessa klasser var de individer som under hela försöket hade en låg produktion. Medan mer snabbväxande artfränder vuxit ifrån och återfanns i högre diameterklasser blev de lågproducerande individerna kvar, vilket sänkte medeldiametertillväxten för dessa diameterklasser. Detta påverkade sedan den totala medeldiametertillväxten för samtliga diameterklasser negativt. Det ska tilläggas att diametertillväxten alltid är något lägre i de klenare, undertryckta diameterklasserna (Mitscherlich 1952, 1961) men att tillväxten för diameterklasserna 8,5 och 12,5 blev lägre och lägre desto längre försöket fortgick.

Orsaken till diametertillväxtens struktur var svår att förklara. Den ökade diametertillväxten för de grövre träden kunde bero på att de var härskande och därför var mer utsatta för väder och vind. På grund av detta stärkte de stammen genom att bli grövre och diametertillväxten var därför högre i dessa träd. Påståendet stärktes av Jacobs (1939, 1954) och Valinger (1992). De visade att stammarna efter gallring blev mer utsatta för vind och svajning. Stammarna fick då en ökad diametertillväxt i de lägre delarna av stammen på bekostnad av diametertillväxten i de övre delarna av stammen. Detta för att minska risken för stambrott. Orsaken till strukturen i de klenare diameterklasserna kunde vi inte förklara. Tidigare studier visade på en annan strukturell form av diametertillväxt, där tillväxten från början var låg och därefter stigande för att sedan plana ut i de grövsta diameterklasserna (Mitscherlich 1952, 1961). Med detta som bakgrund förkastades strukturen som en ren tillfällighet och studien innehöll därför inte någon förklaring till diametertillväxtens struktur.

Medeldiametertillväxten för samtliga diameterklasser var relativt jämn över tiden. Ökningen som skedde i intervallen 1969-1979 och 1979-1990 antogs vara en reaktion på de två blädningar som utfördes 1969 och 1979. Reaktionen berodde antagligen på ett glesare bestånd efter blädningarna, samtidigt som stamantalet fortfarande var relativt lågt. Det gav individerna den plats de behövde för att kunna växa radiellt. När stamantalet sedan steg ökade konkurrensen och individerna fick mindre utrymme att växa på varför också diametertillväxten sjönk. Hallsby (2008) nämnde att beståndets täthet var den faktor som främst påverkade diametertillväxten. Samtidigt ska tilläggas att de lågproducerande individerna i diameterklass 8,5 för intervallet 2000-2012 sänkte medeltillväxten något. Tillförsel av nytt material i de två lägsta diameterklasserna hade troligtvis fått till följd att medeltillväxten stigit något, samtidigt som samplet blivit större och därför bättre representerat beståndet.

Ökningen i stamantal påverkade volymproduktionen. Chrimes (2004) fann att ökande volymtillväxt var positivt relaterad till stamtätheten. Fler stammar i beståndet gav ett högre virkesförråd vilket i sin tur ledde till en högre tillväxt i hela beståndet.

Eftersom ytan över tiden alltid haft ett så pass högt virkesförråd var risken för att underväxten skulle ta över och kväva plantorna liten (Hallsby 2008). En annan aspekt som möjligt påverkade var att ett ökat stamantal gav fler individer som kunde reproducera sig, en ökad reproduktion gav sedan ett större plantuppslag. Vi trodde att det tilltagande plantuppslaget bidrog till en ökad inväxning underifrån och det naturliga var att stamantalet då blev högre med tiden. Tahvonen et al (2010) styrkte detta då studien visade att ett ökat stamantal gav en ökad inväxning.

Medelhöjden i beståndet hade stigit markant sedan första blädning 1959. Det förklarades för de grövre diameterklasserna med att träden fick stå kvar i beståndet längre. Träden hade då längre tid på sig att växa sig högre. Höjdökning påverkade sedan volymtillväxten i och med att när ett träd växer radiellt, alltså får en grövre diameter, blir tillväxten i volym större för ett högre träd än ett kortare träd. Detta på grund av att diametertillväxten sker i hela trädets längdriktning.

Höjdskillnaden i diameterklasserna 8,5 och 20,5 cm förklarades med att de klenare träden, på grund av ett tätare bestånd, var mer skyddade mot vind och därför inte hade något behov av att bli grövre. De kunde alltså växa sig högre, utan att bygga på diametern, tack vare det ökade skyddet det tätare beståndet gav. De kortare individerna lägger dessutom all energi på höjdtillväxt för att komma upp i de medhärskande eller härskande skikten. På så sätt kan de bättre konkurrera om det livsnödvändiga solljuset. (Telewski 2006) Dock ska det tas i beaktande att samplet i diameterklass 8,5 var litet varför det antagligen fanns vissa felkällor.

Resultaten från diameterfördelningen år 1969 visade att ytan i tidigt skede inte hade den optimala form som (teoretiskt sett) eftersträvades i ett fullskiktat bestånd. Med tiden fick diameterfördelningen ett bättre utseende och närmade sig så kallad blädningsjämvikt, en teoretiskt ideal diameterfördelning (Prodan 1944). Det kunde bero på att man allt eftersom åren gått blev mer uppmärksam på att beståndet skulle ha strukturen av en J-kurva som beskrivits enligt Liocourt (1898).

Volymfördelning per trädslag har sin grund i att ljuskrävande pionjärträdsdrag inte klarar av att föryngra sig i fullskiktade, slutna granskogar på grund av bristen på solljus (Hallsby 2008). De äldre tallar som fanns på ytan etablerades antagligen i det nuvarande beståndets ungdom. De yngre tallarna och vårtbjörkarna hade troligen vuxit upp i en lucka där ett av de större träden tidigare stått. Dessa konkurrerades dock ut av granen och dog efterhand på grund av bristen på solljus. Eftersom de övriga trädslagens sammanlagda volym var en så liten del av totalvolymen ansågs den påverkan de hade på beräkningarna som utfördes vara marginell. De övriga trädslagen uteslöts därför vid beräkningar.

Genom att minska virkesuttagen hade man ökat den stående volymen i beståndet. Då tillväxten är beroende av virkesförrådet (som ovan nämnts) har tillväxten också ökat i takt med att virkesförrådet blivit större (Lundqvist 1989). Detta har sedan 1990 varit en strategi av försöksparkschefen Christer Karlsson för att få upp ett högre virkesförråd.

Den ökade medeldiametern i uttagen förklarades genom ett uttag av större och grövre träd, då man istället för att avverka en mängd mindre träd kunde ta några få stora och komma upp i samma volym vid avverkning. Uttagets medeldiameter återspeglades även i det totala virkesuttaget. Desto större uttagen var, desto mindre blev uttagens medeldiameter. Detta berodde på att fler stammar avverkades och då måste också klenare träd avverkas på grund av att det fanns för få individer i de grövsta diameterklasserna.

Slutsatser

Medeldiametertillväxten hade inte ökat över tiden, vilket gjorde att man kunde anta att volymproduktionsökningen i detta fall inte berodde av diametertillväxten.

Ökningen antogs till största del bero på det ökade stamantalet, vilket ledde till ett allt högre virkesförråd.

Slutligen förmodades medelhöjden också ha viss påverkan men kunde inte ensam ha påverkat volymproduktionen i så hög grad.

REFERENSER

- Andersson, O. Fries, J. (1979). *Siljansfors försökspark*. Garpenberg: Sveriges Lantbruksuniversitet (Institutionen för skogsproduktion, Rapport 1).
- Brandel, G. (1990). *Volymfunktioner för enskilda träd: tall, gran och björk*. Sveriges Lantbruksuniversitet (Institutionen för skogsproduktion, Rapport 26).
- Chrimes, D. (2004). *Stand Development and Regeneration Dynamics of Managed Uneven-aged Picea abies Forests in Boreal Sweden*. Doctoral Thesis. Sveriges Lantbruksuniversitet. Umeå. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 304.
- Ekelund, H. & Hamilton, G. (2001). *Skogspolitisk historia*. Jönköping: Skogsstyrelsen (Rapport 2001: 8A)
- Hallsby, G. (2008). *Nya Tidens Skog: Skogsskötsel för ökad tillväxt*. Andra upplagan. Stockholm. LRF Skogsägarna.
- Jacobs, MR. (1939). A study on the effects of sway on trees. *Bullentin* 26. Canberra: Australian commonwealth Forestry Bureau.
- Jacobs, MR. (1954). The effect of wind sway on the form and development of *Pinus radiata* D. Don. *Australian journal of botany* 2, ss. 35-51
- Liocourt, F. de. (1898). De l'aménagement des sapinières. *Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort* 6, ss. 396-405.
- Lundqvist, L. (1989). *Blädning i granskog: strukturförändringar, volymtillväxt, inväxning och förnygring på försöksytor skötta med stamvis blädning*. Diss. (sammanfattning) Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. Umeå.
- Lundqvist, L. (2005). *Blädningsbruk*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Institutionen för skogsskötsel, nr. 61)
- Mitscherlich, G. (1952). *Der Tannen–Fichten–(Buchen)–Plenterwald*. Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt, Freiburg im Breisgau, Heft 8.
- Mitscherlich, G. (1961). *Untersuchungen in Plenterwäldern des Schwarzwaldes - Die Versuchsflächen*. Wolfach 3/II und Freudensstadt, Plenterwald 5. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 132, heft 3 und 4.
- Näslund, M. (1940). *Funktioner och tabeller för kubering av stående träd: Tall, gran och björk i norra Sverige*. Stockholm: (Meddelande från Statens skogsforsöksanstalt, 32:4.)
- Näslund, M. (1942). *Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning*. Stockholm: (Meddelande från Statens skogsforsöksanstalt, 33:1.)
- Pilo, B. (2012). *Produktion och beståndsstruktur i fullskiktad skog skött med blädningsbruk*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens produkter/ Skogsvetarprogrammet. (Examensarbete).
- Prodan, M. (1944). *Zuwachs- und Ertragsuntersuchungen im Plenterwald*. Dissertation. Albert Ludwigs-Universität zu Freiburg im Breisgau.

Skogforsk, (2011). Skogsencyklopedin: Blädning. [Online] Tillgänglig: <http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/u/Skogsencyklopedin/?parentid=11239> (2013-02-28)

Tahvonen, O. Pukkala, T. Laiho, O. Lähde, E. Niinimäki, S. (2010). Optimal management of uneven-aged Norway spruce stands. *Forest Ecology and Management*, vol. 260 (1), ss.106-115

Telewski, F.W. (2006). A unified hypothesis of mechanoperception in plants. *Am. J. Bot.* 93, ss. 1466-1476.

Valinger, E. (1992). Effects of wind sway on stem form and crown development of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Australian Forestry* 55, ss. 15-21

Zaremba, M. (2012a). Skogen vi ärvde – Sveriges nya miljonprogram. *Dagens Nyheter*, 30 april.

Zaremba, M. (2012b). Skogen vi ärvde – Lagen är en rökridå. *Dagens nyheter*, 1 maj.

Zaremba, M. (2012c). Skogen vi ärvde – Motorsågsmassakern. Det finns alternativ, men lagen kräver hyggen. *Dagens nyheter*, 6 maj.

Zaremba, M. (2012d). Skogen vi ärvde – Skogens maffia. Så tog de makten över träden. *Dagens nyheter*, 8 maj.

Zaremba, M. (2012e). Skogen vi ärvde – Skönheten och odjuret. Så drivs människan ut ur skogen. *Dagens nyheter*, 13 maj.

Ångström, A. (1938). *Lufttemperatur och temperaturanomalier i Sverige 1901-1930*. SMHI. Meddelade Band 7:2.