



**Kandidatarbeten
i skogsvetenskap**
Fakulteten för skogsvetenskap

2013:18

En utvärdering av hur olika metoder i
Skogshögskolans boniteringsystem
påverkar skattningen av ståndortsindex.

*An evaluation of how different methods in
"Skogshögskolans" site index system affect the
estimation of site index.*

Oskar Gustavsson & Erik Gunnarsson

Sveriges Lantbruksuniversitet Program: Jägmästarprogrammet
Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp, Kurs: EX0592 Nivå: G2E
Handledare: Erik Valinger, 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	Oskar Gustavsson & Erik Gunnarsson
Titel, Sv	En utvärdering av hur olika metoder i Skogshögskolans boniteringssystem påverkar skattningen av ståndortsindex.
Titel, Eng	<i>An evaluation of how different methods in "Skogshögskolans" site index system affect the estimation of site index.</i>
Nyckelord	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, ståndorsfaktorer, övre höjdsutveckling.</i>
Keywords	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, site factors, top height development</i>
Handledare/Supervisor	Erik Valinger Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
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

*"This forest is growing faster than I can tell
Cell structure eats away at a massive swell
Seems however I'm a victim of circumstance"*

Colony of Birchmen - Mastodon

FÖRORD

Detta arbete tillkom i Umeå under våren 2013 som ett kandidatarbete på 15 högskolepoäng i skogsvetenskap. Vi vill tacka vår handledare professor Erik Valinger samt professorerna Urban Nilsson och Björn Elfving. Vi tackar även forskarassistent Anders Muszta för hjälp med den statistiska analysen.

SAMMANFATTNING

Det för skogsbruket viktiga boniteringssystemet grundas på skattningar av ståndortsindex (SI). SI beskriver markens naturgivna produktionsförmåga genom att ge en skattning av hur höga de grövsta träden kommer att vara vid en referensålder. I detta arbete jämfördes metoder för att skatta ståndortsindex med ståndortsegenskaper (SIS) med äldre respektive nyare formler för skattning av ståndortsindex med övre höjd och höjdtvecklingskurvor (SIH). Detta utfördes genom analyser av data från svenska långtidsförsök med gallring och gödsling (GG-försöken) rörande tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*). Resultaten visade statistiskt signifikanta skillnader mellan äldre och nyare formler för SIH på tall men inte på gran. Det fanns statistiskt signifikanta skillnader mellan skattningar med SIS och SIH för bägge trädslagen. Det fanns ingen skillnad mellan skattad höjdtillväxt med nya formler för SIH och den uppmätta faktiska höjden. Resultaten stöddes till viss del av andra undersökningar gjorda i området. Datasetet som användes i arbetet var av för liten omfattning för att bredare slutsatser skulle kunna dras och författarna ansåg att ytterligare studier inom området behövs.

Nyckelord: *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, ståndortsfaktorer, övre höjdsutveckling

SUMMARY

The usage of site index (SI) is of great importance for forestry. SI describes the natural productivity of the soil by giving an estimation of how tall the thickest trees will be at a certain reference age. This thesis compares methods of estimation for SI by site factors (SIS) with older and newer formulas for estimation of SI by top height and height development curves (SIH). These analyses were done using data from Swedish long term experiments with thinning and fertilization done for Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*). The results showed statistically significant differences between older and newer formulas for SIH for pine but not for spruce. There were statistically significant differences between estimations for SIH and SIS for both pine and spruce. There was no difference between estimated height development with the newer formulas and the actual measured heights. The results were partly supported by other studies. The data set used in this thesis was too small to allow wider conclusions and the authors came to the conclusion that further studies in the area were necessary.

Keywords: *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, site factors, top height development

INLEDNING

För att kunna fatta väl övervägda skogliga beslut krävs ett referenssystem över skogsmarkens produktionsförmåga. Till detta används ofta ståndortsindex eller bonitet. Boniteten, det vill säga vad ett optimalt skött bestånd har som högsta medeltillväxt i kubikmeter per hektar och år skattas oftast med hjälp av ståndortsindex. Ståndortsindex är ett mått på hur bra ett skogsbestånd växer med fokus på höjdtillväxten. Höjdtillväxten används eftersom den påverkas mindre av olika skogsskötselåtgärder än vad till exempel diametertillväxt gör. Ståndortsindex formuleras som ett optimalt bestånds övre höjd vid en referensålder. I Sverige används ofta referensåldern 100 år. För skattning av ståndortsindex och i förlängningen även bonitet kan det användas olika metoder. I det mest aktuella svenska systemet, Skogshögskolans boniteringssystem (Hägglund 1977), används tre metoder:

- Skattning av ståndortsindex med hjälp av övre höjd och höjdtutvecklingskurvor
- Skattning av ståndortsindex med hjälp av intercept
- Skattning av ståndortsindex med hjälp av ståndortsfaktorer

I detta arbete har vi benämnt skattning av ståndortsindex (SI) med hjälp av övre höjd och höjdtutvecklingskurvor som SIH, skattning av ståndortsindex med hjälp av intercept som SII och skattning av ståndortsindex med hjälp av ståndortsfaktorer som SIS. Vid bägge metoderna SIH och SII används övre höjd. Övre höjd innebär i praktiken aritmetisk medelhöjd för de två grävsta träden på en provyta á 314 m². För SIH mäts dessa trädets höjd med höjdmätare och brösthöjdsåldern fastställs m.h.a. borrhärdar ur brösthöjd (1,3 m över gröningspunkten) eller med information om beståndets totalålder. De olika åldrarna kan omvandlas m.h.a. omvandlingstal. Vid användande av SII mäts längden av de fem följande årsskotten över 2,5 m höjd på övre höjdsträden. Denna metod är endast lämplig i yngre bestånd i gott skick på jorddjup överstigande 0,7 m. För SIH och SII krävs dessutom att ett trädslag dominerar till 50 respektive 70 %, något som inte SIS kräver. Om SIH och SII inte är tillämpligt används SIS. Denna metod utgår ifrån markvegetationstyp, lokalklimat samt mark- och vattenegenskaper. (Hägglund & Lundmark 2010).

I andra länder än Sverige används system liknande Skogshögskolans boniteringssystem men med lite andra beteckningar och ingående variabler. Gemensamt för många av dessa är att de innehåller någon form av skattning som använder höjdtutvecklingskurvor modellerade med övre höjd och någon metod att skatta ståndortsindex med hjälp av olika ståndortsfaktorer. (Grant m.fl. 2010; Skovsgaard & Vanclay 2007).

Det är sedan länge känt att skattningar av ståndortsindex sällan är helt korrekta (Hägglund 1979). Detta kan bero på olika faktorer som modeller eller tillämpningar. Oavsett orsak så försvårar det skogliga planerings-, värderings- och rådgivningsbeslut. På grund av att skattningarna har kända brister så har det i flera omgångar gjorts försök att förbättra dem (Tegnhamar 1992; Elfving 1994; Elfving & Kiviste 1997; Elfving 2003). Detta kommer under sommaren 2013 utmynna i nya handledningar i bonitering (Elfving 2013 muntl.; Nilsson 2013a muntl.). Dessa kommer att innehålla SIH-material för flera nya trädslag, förbättrat SIH-material för de trädslag som ingick tidigare och SIS-material för björk (Johansson m.fl. 2013. opubl.). SIS var förut endast möjligt att använda för gran (*Picea abies* (L.) H. Karst.) och tall (*Pinus sylvestris* L.) (Hägglund & Lundmark 2010). Till skillnad från den äldre metoden så använder man här sig av totalålder istället för brösthöjdsålder (Johansson m.fl. 2013 opubl.).

Vi har valt att rikta in oss på hur tillämpningar påverkar skattningen och då framförallt de tre olika metoderna för att skatta ståndortsindex och hur deras resultat skiljer sig åt. På grund av de data vi erhållit har vi endast arbetat med två av de tre metoderna, SIH och SIS.

Förhoppningen vi hade med arbetet var bland annat att identifiera eventuella bias i de olika metoderna och undersöka om det finns skillnader i möjligheten att använda SIS på olika ståndorter.

Vårt mål var att bidra till en korrektare skattning av ståndortsindex. Detta gjordes genom en undersökning av hur SIS och SIH påverkade det skattade värdet. För att uppnå detta mål jämförde vi om och i så fall hur de äldre och nyare höjdtvecklingsfunktionerna skiljde sig. Vi beskrev vilka resultat de olika skattningarna gav för samma data samt om dessa skiljde sig från varandra. Vidare undersökte vi om vissa ståndorter skiljde sig mer än andra. Slutligen jämförde vi SIH-värden mot den faktiska höjden.

Våra hypoteser var att:

- de nya skattningarna är signifikant högre än de gamla, då de bättre skildrar höjdtillväxt hos den skog som anläggs idag med bättre plantmaterial, effektivare markberedning och bättre skogsskötsel
- SIH är signifikant högre än SIS för alla marker
- mark utan fältskikt (marktyp UF) har den största skillnaden mellan SIH och SIS. Detta då denna antagligen innehåller marker med olika produktionsförmåga samt att vi tror att metoden är utformad efter provytor med sämre produktionsförmåga än genomsnittet för dessa marker i allmänhet
- den faktiska höjdtvecklingen är statistiskt signifikant större än SIH
- de nya funktionerna är närmare den faktiska höjdtvecklingen än de gamla

MATERIAL OCH METODER

Vi har använt data från GG-försöken, som är en serie långtidsförsök med gallring och gödsling, anlagda mellan 1966 och 1983. I denna serie finns ytor med tall i hela landet och gran i Götaland, ett fåtal i Svealand och två i Norrland (Figur 1). Varje yta innehöll ett varierande antal parceller varpå olika behandlingar utförts (Tabell 1). (Eriksson 1986). Vi ansåg att våra data var väl spridda geografiskt sett.

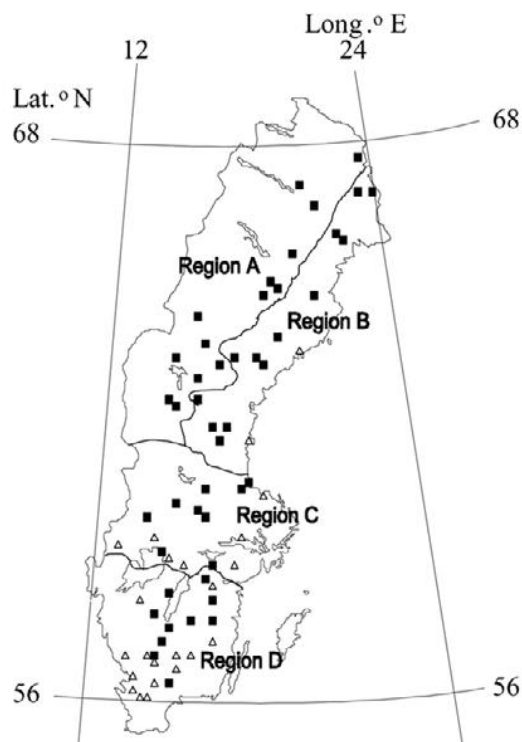
Ur denna dataserie använde vi övre höjd, totalålder, geografisk position, försöksled, dominerande trädslag, uträknade gamla SIH-värden och de faktorer som behövdes för att skatta SIS vilka beskrivs i Hägglund & Lundmark (2010). Vi använde oss av data ifrån 23 granytor och 48 tallytor. Dessa data härstammade ifrån parceller med behandlingarna A-E, I samt J för gran och med behandlingarna A-E, I, J samt N för tall (Eriksson 1986; Nilsson 2013b muntl.). De övriga behandlingarna var antingen höggallring eller gödsling och därmed per definition omöjliga att skatta SIH-värden för. Vid höggallring berodde detta på att övre höjdsträden avverkats och vid gödsling berodde det på att markens naturgivna produktionsförmåga blivit förändrad (Hägglund & Lundmark 2010). Samtliga övriga behandlingar var låggallringar. De ytor vi använt data ifrån var mätta 3-9 gånger. Dessa revisioner har skett mellan 1966 och 2007 och räknades som olika observationer. När vi erhållit dessa data sammanställde vi dem och uteslöt femton observationer som saknade vissa värden (fyra observationer utan övre höjd och elva som saknade uträknat SI) så att vi hade kompletta data för de observationer som vi hade kvar. Efter detta återstod 1863 observationer varav 680 för gran och 1183 för tall, fördelat på 71 ytor.

Vi erhöll de nya formlerna för SIH av Björn Elfving 2013-03-06 (Formel 1). Med det kompletta datasetet och de nya formlerna räknade vi fram nya SIH-värden för alla bestånd. Hädanefter kallas dessa nya SIH-värden. Efter att ha räknat fram dessa värden gjorde vi diagram för att undersöka om vi kunde se några tendenser eller samband i datasetet. Dessa operationer utfördes i Microsoft Excel 2010.

$H2 = (H1+d+r) / [2 + (4 \cdot \beta \cdot A2^{b2}) / (H1-d+r)]$	parameter	gran	tall
Där:	asi	10	25
• $d = \beta \cdot asi^{b2}$;	beta	1495,3	7395,6
• $r = [(H1-d)^2 + 4 \cdot \beta \cdot H1 \cdot A1^{b2}]^{0,5}$	b2	-1,5978	-1,7829

Formel 1. Formel för nya SIH. I formeln är H1 och A1 uppmätt övre höjd respektive totalålder och A2 är referensålder. H2 är övre höjd vid referensåldern (=SIH). De övriga parametrarna (asi, beta och b2) är trädslagsvisa och redovisas för gran och tall bredvid formeln.

Formula 1. Formula for the new SIH. In the formula H1 and A1 symbolize measured top height and total age while A2 symbolize reference age. H2 is top height at the reference age (=SIH). The other parameters (asi, beta and b2) are specific for each tree species and are presented for spruce and pine next to the formula (Johansson m. fl. 2013 opubl.).



Figur 1. Karta över GG-försöksytornas läge i Sverige. Kvadrater symboliserar tallytor och trianglar granytor.

Figure 1. Map with the positions of the blocks in the GG-experiments. Squares symbolize pine and triangles spruce (Nilsson m.fl. 2010).

För de samband vi fann undersökte vi deras statistiska signifikans för att se om vi faktiskt kunde säga något om sambanden. Analyserna gjorde vi genom t-test för differenserna mellan de skattade värdena för nya SIH och SIS samt mellan nya och gamla SIH-värden. Vi analyserade även differenserna mellan nya SIH och SIS på varje markttyp för att se hur dessa skilde sig åt. Dessa operationer utfördes i databehandlingsprogrammet Minitab 16 statistical software (Minitab inc. 2012).

Tabell 1. Beskrivning av de olika försöksleden i GG-försöken och antalet parceller använda i denna studie
Table 1. Description of the treatments that are part of the GG-experiments and the number of parcels used in this thesis (Eriksson 1986; Nilsson m.fl. 2010; Nilsson 2013b muntl.)

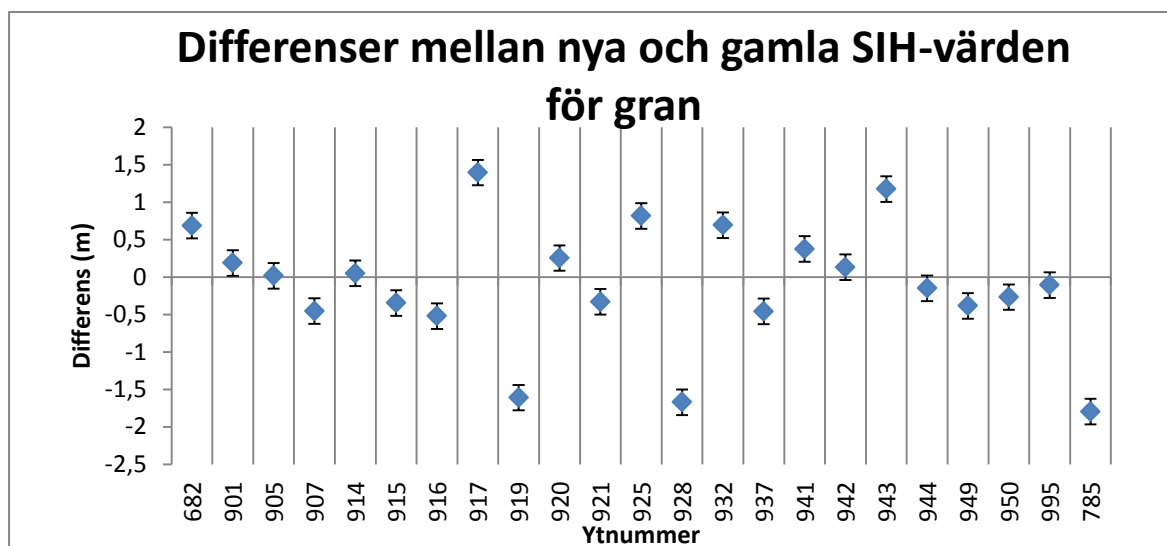
Art	Behandlings-beteckning	Antal gallringar	Grundyta efter gallring	Kommentar	Antal parceller	Antal använda parceller	
Tall	A	3-4	18		47	46	
	B	2	15		19	18	
	C	1	10		48	47	
	D	3-4	13		18	18	
	E	2-3	18		Sen förstagallring	26	26
	F	3-4	18		Höggallring	48	0
	G	3-4	18		Gödslad med kväve	47	0
	H	3-4	18		Gödslad med kväve och fosfor	47	0
	I	0			Ogallrad kontroll	49	49
	J	4-5	18		Tidig förstagallring	7	7
	K	0			Gödslad med kväve, ogallrad	10	0
	L	1-2	15		Gödslad med kväve	4	0
	M	5	18		Höggallrad vid nio meters höjd	1	0
	N	2	15		Stamkvistad	1	1
Gran	A	4-6	28		20	20	
	B	2-3	23		17	17	
	C	1	12		19	19	
	D	4-6	20		16	16	
	E	3-5	28		Sen förstagallring	15	15
	F	4-6	28		Höggallring	16	0
	G	3-6	28		Gödslad med kväve	16	0
	H	3-6	28		Gödslad med kväve och fosfor	17	0
	I	0			Ogallrad kontroll	24	24
	J	4-6	28		Tidig förstagallring	1	1
	K	0			Gödslad med kväve, ogallrad	4	0
	L	2-3	23		Gödslad med kväve	2	0

För att jämföra hur väl nya SIH-värden motsvarade den faktiska höjdtutvecklingen så använde vi modellen (Formel 1) ur Johansson m.fl. (2013 opubl.) där vi ersatte referensåldern 100 år med åldern vid den senaste revisionen. För grandatan minskades den nya referensåldern och totalåldern vid respektive revisionstillfälle med tre på grund av formelns utformning (Elfving 2003). Eftersom revisionerna var gjorda vid olika tillfällen samt att bestånden haft olika ålder vid försökens start så skiljde sig referensåldern åt mellan olika ytor och i vissa fall mellan olika parceller på en och samma yta. De åldrar vi använde varierade mellan 38 och 89 år. Vi kunde då jämföra de tidigare prognoserna av den kommande höjden med den faktiska höjden

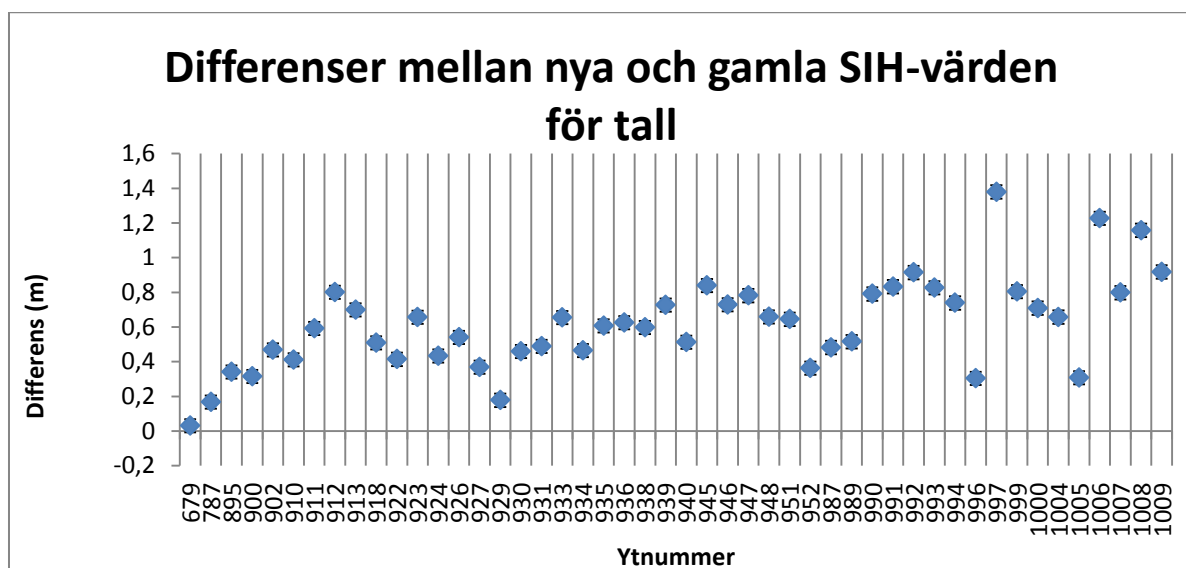
vid sista revisionstillfället. Den sista revisionens värden blev identiska för skattning och faktisk övre höjd eftersom det var den referensåldern som använts. Sedan räknade vi ut differensen mellan den övre höjd som var uppmätt vid sista revisionen och de tillväxtkorrigerade SIH-värdena. För denna ritade vi nya diagram för att se eventuella tendenser och gjorde ytterligare t-test för att utreda signifikansen av de tendenser som vi såg.

RESULTAT

De nya och de gamla funktionerna för SIH hade en del skillnader gällande skattad övre höjd vid referensåldern 100 år (Figureerna 2 och 3), men dessa var inte signifikanta för gran ($p=0,69$). För tall var skillnaderna däremot signifikanta ($p<0,001$). Dessa skillnader innebar att de nya SIH-värdena för tall var i medeltal 0,59 m högre än de gamla.

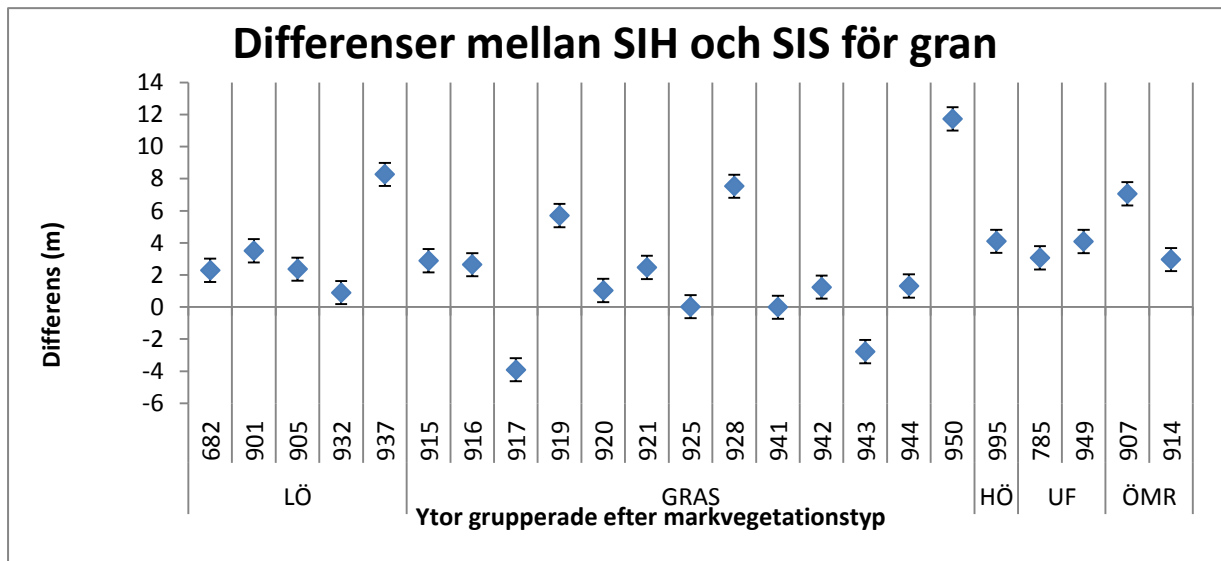


Figur 2. Medeldifferenser mellan nya och gamla SIH-värden per yta för gran med medelfel utritat.
Figure 2. Mean differences between new and old site index values (estimated by height) per plot for spruce. The error bars are standard error.

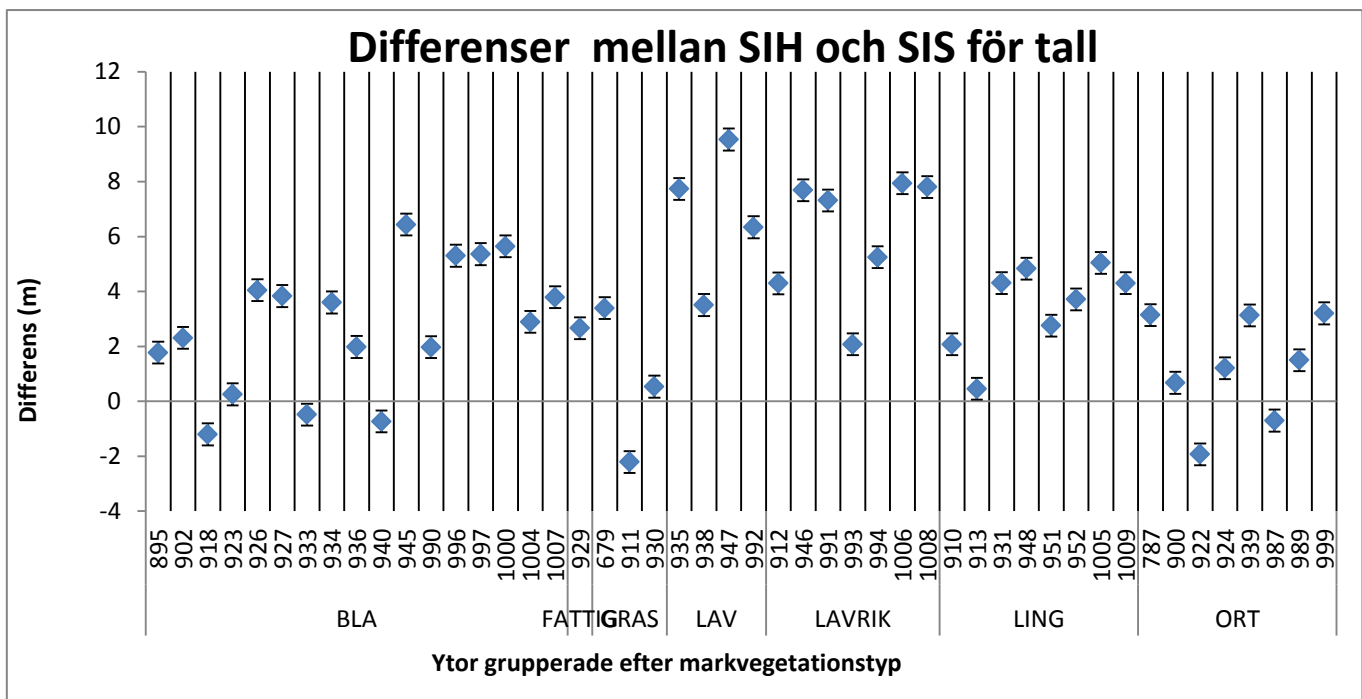


Figur 3. Medeldifferenser mellan nya och gamla SIH-värden per yta för tall med medelfel utritat.
Figure 3. Mean differences between new and old site index values (estimated by height) per plot for pine. The error bars are standard error.

Mellan de nya SIH-värdena och SIS-värden var skillnaden statistiskt signifikant ($p < 0.05$) för båda trädslagen (Figurerna 4 och 5). Skillnaden var något mindre för gran än för tall, 2,9 respektive 3,5 m i medeltal.



Figur 4. Medeldifferenser mellan nya SIH-värden och SIS-värden per yta för gran med medelfel uttritad. De olika marktyperna är lågört (LÖ), gräs (GRAS), högört (HÖ), mark utan fältskikt (UF), örttyp med ris (ÖMR).
Figure 4. Mean differences between new and old site index values (estimated by height) per plot. The error bars are standard error. The ground vegetation types are low-herb (LÖ), grass (GRAS), rich-herb (HÖ), without field layer (UF) and herbs with dwarf shrubs (ÖMR).



Figur 5. Medeldifferenser mellan nya SIH-värden och SIS-värden per yta för tall med medelfel uttritad. De olika marktyperna är blåbär (BLA), fattigräs (FATTIG), gräs (GRAS), lav (LAV), lavrik (LAVRIK), lingon (LING) och ört (ORT).
Figure 5. Mean differences between new and old site index values (estimated by height) per plot. The error bars are standard error. The different ground vegetation types are blueberry (BLA), dwarf shrubs (FATTIG), grass (GRAS), lichen, dominating (LAV), lichen, frequent occurrence (LAVRIK), lingberry (LING) and herb (ORT).

För de olika marktyperna fanns vissa skillnader i differensen mellan värdena för SIH och SIS (Tabell 2 och 3). I grandatat hittade vi dock inte några signifikanta över- eller underskattningar av SIH. Däremot syntes det att den marktyp som uppvisade störst variation var utan fältskikt (UF). Detta framgick av det stora konfidensintervallet. För högört fanns inte tillräckligt mycket data för att t-test skulle kunna utföras.

Tabell 2. Resultaten från t-testen för differenserna mellan nya SIH-värden och SIS-värden för gran uppdelade på markvegetationstyper

Table 2. The results from the t-tests for the differences between new site index values estimated by height and site index values estimated by site factors for spruce organized by ground vegetation types

Mark-vegetationstyp	N	Medelvärde	Standardavvikelse	Standardfel	95 %-igt konfidensintervall	T-värde	P-värde
Lågört	5	3,39	2,76	1,23	-0,03 ; 6,82	2,75	0,051
Ört med ris	4	2,17	4,56	2,26	-5,03 ; 9,38	0,96	0,408
Utan fältskikt	2	3,47	0,959	0,678	-5,147 ; 12,087	5,12	0,123
Gräs	11	2,77	4,05	1,22	0,05 ; 5,49	2,27	0,047

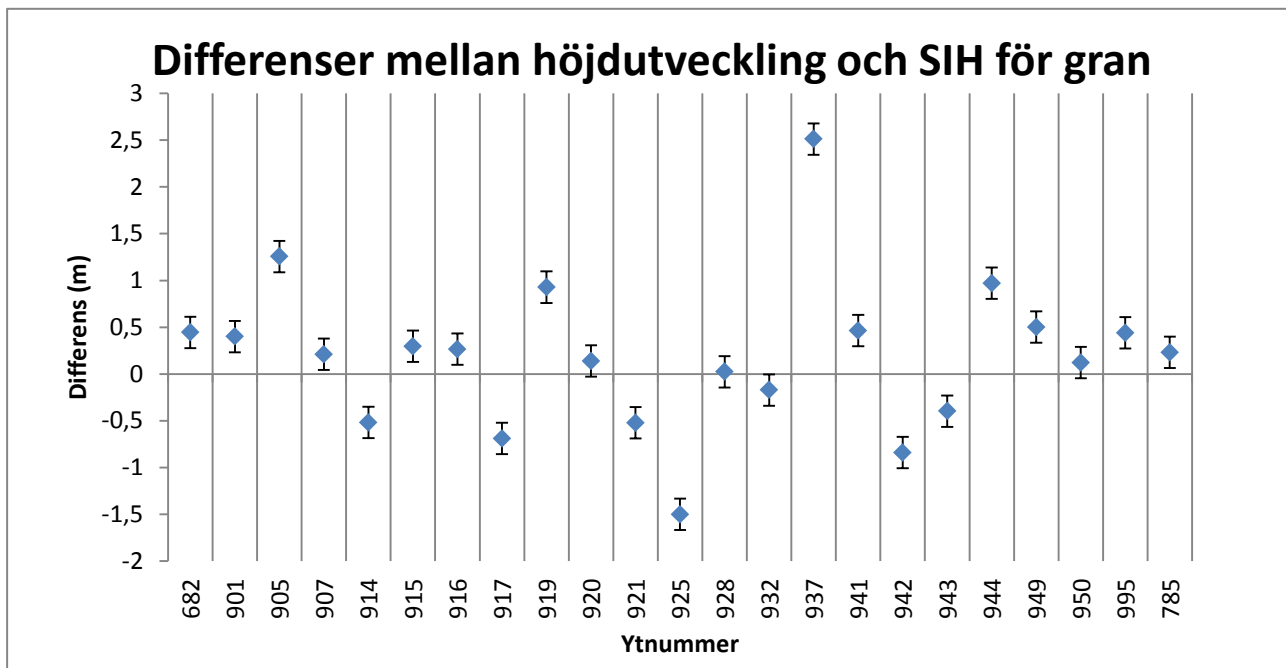
För tall gav lavtyper (lav och lavrik) och ristyper (lingon och blåbär) underskattningar. Detta syns på konfidensintervallen som inte innehåller noll, men även på att noll inte finns inom ett standardfel från medelvärdet. Fattigris-typen gick inte att säga något om, eftersom det fanns för lite data för att utföra ett t-test då den bara fanns på en yta.

Tabell 3. Resultaten från t-testen för differenserna mellan nya SIH-värden och SIS-värden för tall uppdelade på markvegetationstyper

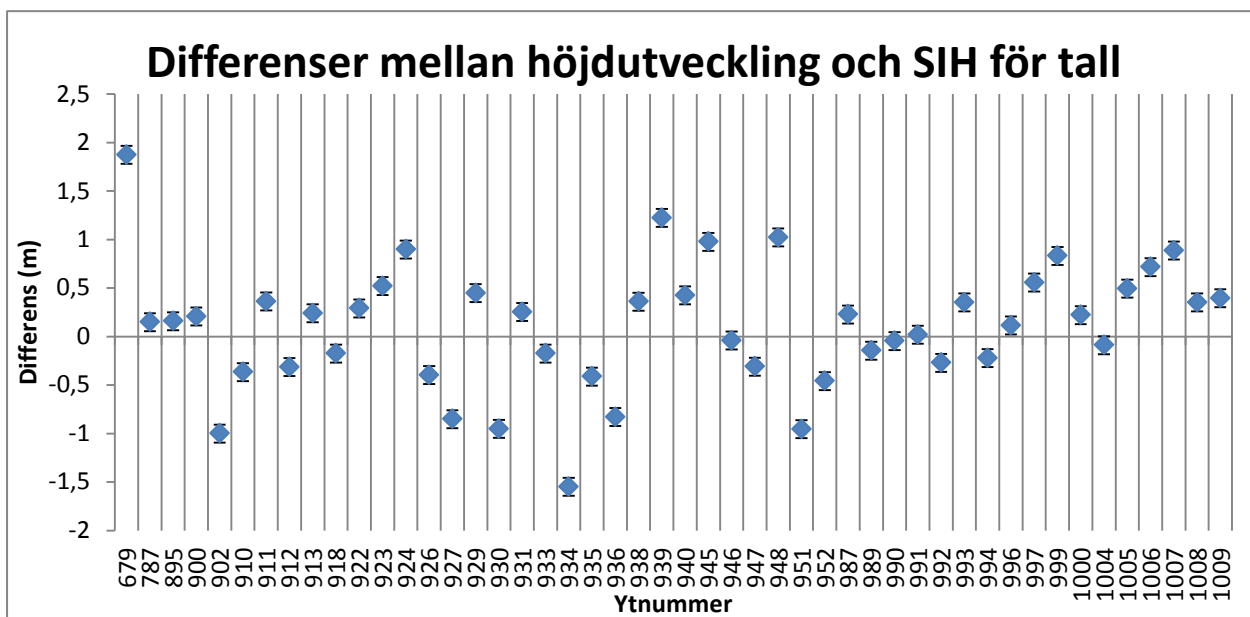
Table 3. The results from the t-tests for the differences between new site index values estimated by height and site index values estimated by site factors for pine organized by ground vegetation types

Mark-vegetationstyp	N	Medelvärde	Standardavvikelse	Standardfel	95 %-igt konfidensintervall	T-värde	P-värde
Ört	8	1,514	1,782	0,630	0,024 ; 3,004	2,4	0,047
Gräs	3	0,55	2,83	1,63	-6,47 ; 7,57	0,34	0,768
Blåbär	17	2,987	2,268	0,550	1,820 ; 4,153	5,43	<0,001
Lingon	8	3,676	1,525	0,539	2,401 ; 4,951	6,82	<0,001
Lavrik	7	6,13	2,31	0,873	3,994 ; 8,267	7,02	<0,001
Lav	4	6,9	2,58	1,29	2,79 ; 11	5,34	0,013

Varken för gran ($p = 0,2$) eller för tall ($p = 0,27$) fanns det någon statistiskt signifikant skillnad mellan den faktiska övre höjden och det tillväxtkorrigerade SIH-värdet (Figureerna 6 och 7). Konfidensintervallen var -0,13 till 0,58 för gran och -0,08 till 0,29 för tall. Alla marktyper uppvisade ungefär samma variation med undantag för några avvikande värden.



Figur 6. Medeldifferenser mellan höjdtutveckling och SIH-värden per yta för gran med medelfel utritat.
Figure 6. Mean differences between height development and site index values (estimated by height) per plot. The error bars are standard error.



Figur 7. Medeldifferenser mellan höjdtutveckling och SIH-värden per yta för tall med medelfel utritat.
Figure 7. Mean differences between height development and site index values (estimated by height) per plot. The error bars are standard error.

DISKUSSION

Att det inte finns någon statistiskt signifikant skillnad mellan gamla och nya SIH-värden för gran är något som vi ifrågasätter trovärdigheten i. Vi har sett tendenser till att de nya SIH-värdena i vissa fall blir betydligt lägre än de gamla men att de i de flesta fall ligger något högre än de gamla SIH-värdena. Våra data tyder på att detta till största delen sker på högre ståndortsindex men vi har inte utrett detta ytterligare. Det här mönstret påverkar differenserna på så vis att medelvärdet hamnar närmare noll och gör att vi inte finner en statistiskt signifikant skillnad från noll. Att vi inte kunde finna någon signifikant skillnad fick oss också att fundera över varför man skapat nya funktioner om man ändå enligt våra undersökningar sannolikt har samma eller väldigt snarlikt väntevärde. För tallen var resultaten tydligare och innefattade enligt våra undersökningar en skillnad som visade att de nya SIH-värdena konsekvent var något högre än de gamla.

Att SIS-värdena var signifikant lägre än SIH-värdena stämde väl överens med vår hypotes och våra tidigare erfarenheter. Detta tyder på att förbättringar av denna metod behöver göras, både för gran och tall. Beroende på utformningen av SIS för björk så kan det behövas en korrigering även där. För att få kunskap om hur dessa förbättringar bör se ut behövs mer forskning i detta ämne. Framförallt så behövs undersökningar göras om storleken på differensen mellan SIH- och SIS-värden för olika ståndorter och lägen i landet så att korrigeringstal kan skapas åt det praktiska skogsbruket.

Något som framgick ur våra undersökningar var att SIS skiljde sig olika mycket från SIH för olika marktyper. SIS verkade till exempel fungera relativt bra för gran på örttyper med ris och för tall på grästyper. Det var dock svårt att dra några generella slutsatser på grund av den bristfälliga datamängden. Vår hypotes om att mark utan fältskikt skulle ha störst variation är ett tydligt exempel på ett fall som vi hade behövt mer data för att analysera. De två ytor som vi hade med den marktypen kan vara representativa för alla andra men med stor sannolikhet så finns det en variation hos andra ytor som inte kommit med på grund av det lilla stickprovet.

Undersökningen mellan SIH och faktisk höjd gav inte de resultat som vi hade förväntat oss. Vi trodde att SIH-värden skulle vara betydligt lägre än den faktiska höjden vid referensåldern men de låg riktigt nära varandra. Detta kan bero på sättet som vi har räknat ut skattningens differens mot den faktiska höjden, genom att sätta in den senast uppmätta övre höjden samt åldern och på så vis skattat övre höjden vid den senaste mätningen för samtliga mättillfällen. De nya SIH-formlerna medger användandet av olika referensåldrar och deras rekommenderade åldersspann över 10-80-årig skog (Johansson m. fl. 2013 opubl.) täcker in de flesta av våra revisionsåldrar. Ett fåtal ytor hade vid ett tillfälle inventerats vid en totalålder överstigande 80 år och formlerna var därmed mindre exakta för dessa skattningar. Dessa värden var dock inte med i ovan nämnda beräkningar eftersom skattningen av övre höjd blev exakt samma som den uppmätta övre höjden. Detta innebär att differensen blir noll och i medelvärdesberäkningen var alla nollvärden borttagna. Två parceller hade inventerats vid två tillfällen vid en totalålder överstigande den rekommenderade åldern, varpå data från den näst sista revisionen ingick i beräkningarna. Vi bedömer dock att den knappa överträdelserna var av omärkbar betydelse.

Vi har inte jämfört de gamla SIH-värdena med den faktiska höjden. Anledningen till att vi inte gjort detta var att vi inte hade formlerna för att räkna ut de gamla SIH-värdena utan endast uträknade värden i vårt dataset. Dessutom är dessa formler, såvitt vi har förstått, inte anpassade för ändringar av referensåldern (Hägglund & Lundmark 2010). Det gick ändå att

dra vissa slutsatser eftersom de gamla SIH-värdena jämfördes med de nya och de nya SIH-värdena jämfördes med den faktiska höjden. Den gamla metoden för SIH har enligt detta stämt bättre med den faktiska höjden för gran än för tall. Detta då granens gamla SIH-värden har stämt bättre med de nya SIH-värdena som i sin tur stämmer bra med den faktiska tillväxten.

Vi kunde med vårt material i vissa fall inte säga något om våra resultat eftersom de grundade sig på för få observationer. Detta gällde speciellt resultat för de olika marktyperna eftersom de innehöll data från färre ytor än tester gällande de olika trädslagen, då trädslagen var fördelade över flera marktyper. För att ha fått ett mer exakt och generellt resultat hade ett större datamaterial varit nödvändigt. De nya formlerna för SIH uppges ge säkra skattningar i åldersintervallet 10-80 år (Johansson m. fl. 2013 opubl.) och vi använde oss i vissa fall av data insamlat från skog vars ålder översteg denna. Vi har dock gjort bedömningen att antalet mätningar var så få och ålderskillnaden så marginell att detta inte påverkade resultaten av våra beräkningar.

Självklart har det i konstruktionen av det nya systemet (Johansson m. fl. 2013 opubl.) tagits hänsyn till de flesta kända felaktigheterna i det gamla systemet. Ett problem med det nya systemet är dock att det här finns ett tydligt fokus på höjduitvecklingskurvor och att man, förutom att skapa SIS-funktioner för björk, inte gjort någonting nytt med SIS-funktionerna. Enligt oss är detta olyckligt då det leder till att man i det praktiska skogsbruket använder icke vetenskapligt framtagna omräkningstal mellan SIS- och SIH-värden. Dessa kan i sin tur leda till fel i skattningarna och mindre exakta prognoser vilket gör att sannolikheten för att ta felaktiga beslut i skogsbruket ökar.

Vi har använt våra data därför att de var av en lämplig omfattning för denna typ av arbete och ändå härstammade ifrån relativt många olika ståndorter. Dessutom så var det en samling data där det var möjligt att skatta SIH-värden vid nästan alla mättillfällen genom att den var trädslagsren och inom det tillåtna åldersspannet. Vi hade kunnat använda data från Riksskogstaxeringen för att komplettera våra data men för detta fanns inte tid.

Det var svårt att jämföra vårt resultat med andra studier då vi inte fann några som utförts på motsvarande vis. Tegnhammar (1992) kom i sin studie fram till en medeldifferens mellan SIH- och SIS-värden på 0,3 m för gran. Här redovisas en stor rumslig variation som troligtvis även finns i vårt material. Vi har dock inte undersökt detta. Tegnhammars (1992) studies utgångsmaterial (data från Riksskogstaxeringen) hade en något annorlunda geografisk utbredning än vårt och var mer täckande samt av större omfattning. Den studie som är mest lik vår i genomförande och material var Elfving (1994). Den stora skillnaden mot vår studie är att det i den har gjorts försök att skapa nya formler för SIS medan vi endast försökt utreda hur bra de befintliga formlerna är. Trots detta så har vi en del resultat som överensstämmer, närmare bestämt skillnader mellan SIH och SIS som också där har funnits vara statistiskt signifikanta. En felkälla är att det till viss del har använts samma material. Elfving (1994) har dock förutom att undersöka skillnaderna mellan SIH och SIS för GG-försöken gjort detsamma för annat datamaterial. Även i dessa undersökningar har han funnit en statistiskt signifikant skillnad mellan SIH och SIS, något som ger både hans och våra resultat från GG-försöken ökad trovärdighet.

Våra resultat är tillämpbara för en ökad förståelse av det komplexa problem som skattning av ståndortsindex är. Förhoppningsvis så kommer arbetet att ha gett en ökad vetenskaplig grund

åt skillnader mellan SIS och SIH samt större möjligheter till forskning om detta. Dessutom kan våra resultat användas för att nivålägga skillnader mellan olika typer av SI.

REFERENSER

Skriftliga

- Elfving, B. (1994). Analyser av bonitering med ståndortsfaktorer, grundade på rikstax-data från 1983-1986, SLU Umeå Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapporter Nr 75. 21 s.
- Elfving, B. (2003). Övre höjdens utveckling i granplanteringar. SLU Umeå Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapporter 185. 8 s.
- Elfving, B. & Kiviste, A. (1997). Construction of site index equations for *Pinus sylvestris* L. using permanent plot data in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 98: 125-134
- Eriksson, H. (1986). Hög- eller låggallring Nya gallrings- och gödslingsförsök - bakgrund till försöksserien och förelöpande resultat. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift. nr 2: 3-19.
- Grant, J. C., Nichols, J. D., Smith, R. G. B., Brennan, P., Vanclay, J., K. (2010). Site index prediction of *Eucalyptus dunnii* Maiden plantations with soil and site parameters in sub-tropical eastern Australia. *Australian Forestry* Vol. 73 nr. 4: 234-245
- Hägglund, B. (1977). Ett system för bonitering av skogsmark – introduktion. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift. Häfte nr 5: 409-416.
- Hägglund, B. (1979). Ett system för bonitering av skogsmark – analys, kontroll och diskussion inför praktisk tillämpning. SLU Umeå Skogsvetenskapliga fakulteten. Projekt HUGIN rapport nr 14. 188 s.
- Hägglund, B., Lundmark J-E. (2010). Handledning i bonitering med skogshögskolans boniteringssystem: del 1 (sjätte upplagan 2007), del 2 (femte upplagan 2007), del 3 (femte upplagan 2010).
- Johansson, U., Ekö, P-M., Elfving, B., Johansson, T. & Nilsson, U. (2013). Nya höjdutvecklingskurvor för bonitering. Opublicerat manuskript. Utkast till FaktaSkog-blad.
- Tegnhammar, L. (1992). Om skattning av ståndortsindex för gran. SLU, Institutionen för skogstaxering, Rapport 53. 259 s.
- Nilsson, U., Agestam, E., Ekö, P-M., Elfving, B., Fahlvik, N., Johansson, U, Karlsson, K., Lundmark, T., Wallentin, C. (2010). Thinning of Scots pine and Norway spruce monocultures in Sweden – Effects of different thinning programmes on stand level gross- and net stem volume production. *Studia Forestalia Suecica*, 219. 46 s.
- Skovsgaard, J. P. & Vanclay, J. K. (2008). Forest site productivity: a review of the evolution of dendrometric concepts for even-aged stands. *Forestry*, 81 (1): 13-31.

Muntliga

- Elfving, B. 2013-03-01. Muntligen.
- Nilsson, U. a: 2013-02-28. Muntligen.
- Nilsson, U. b: 2013-03-18. Muntligen.