



**Kandidatarbeten
i skogsvetenskap**
Fakulteten för skogsvetenskap

2012:13

Ståndortsanpassning och produktionspotential för björk i Gävleborgs län

Site demand adaption and production potential for birch in Gävleborg County



Sven Gustafsson och Jacob Rudhe



Sveriges
lantbruksuniversitet

Ståndortsanpassning och produktionspotential för björk i Gävleborgs län.

Site demand adaption and production potential for birch in Gävleborg County

Sven Gustafsson & Jacob Rudhe



Självständigt arbete 15 högskolepoäng

2012

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Umeå

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet	Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Författare	Sven Gustafsson & Jacob Rudhe
Titel, Sv	Ståndortsanpassning och produktionspotential för björk i Gävleborgs län
Titel, Eng	<i>Site demand adaption and production potential for birch in Gävleborg county</i>
Nyckelord	<i>Betula pendula, Betula pubescens</i> , ståndortsindex, produktion, GIS.
Handledare	Lars Lundqvist, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Examinator	Tommy Mörling, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Kurstitel	Kandidatarbete i skogsvetenskap
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2012

FÖRORD

Vårt mål med den här studien var att visa att det finns alternativ till trädslagen gran och tall i det svenska skogsbruket. Det finns redan idag ett behov av björk till industrin och därför kändes det passande att skriva om vilka ståndorter som bäst lämpar sig för björkproduktion. Även ämnet ståndortsanpassning är väldigt aktuellt i nuläget och förhoppningsvis kan vårt arbete ge vägledning om vilka marker som björk lämpar sig bäst på.

Detta arbete är gjort inom kursen kandidatarbete i skogsvetenskap på jägmästarprogrammet, SLU. Vi vill rikta ett tack till Ulf Johansson, försöksledare på Tönnersjöhedens och Skarhults försöksparker, för hjälp med att förstå regressionsmodellen, Mats Högström, Institutionen för skoglig resurshushållning, för all hjälp med GIS-analysen samt vänner och familj för givande diskussioner och korrekturläsning.

SAMMANFATTNING

Stora volymer björkvirke importeras till den svenska massaindustrin, från framförallt Baltikum, eftersom den inhemska björkproduktionen inte räcker för att försörja industrin. Syftet med det här arbetet var att visa vilken potential björk har, samt vilka områden som lämpar sig bäst för björkproduktion. Arbetet begränsades geografiskt till Gävleborgs län.

Med hjälp av ståndortsfaktorer skattades ståndortsindex (SI) för björk på Riksskogstaxeringens provytor i Gävleborgs län. Utifrån dessa skattningar identifierades vilka ståndortsegenskaper som gav högst bonitet och därmed de bästa markerna för hög produktion ($\text{m}^3 \text{sk ha}^{-1} \text{år}^{-1}$) av björk. För att finna var i Gävleborgs län de högst producerande björkmarkerna fanns och hur stor areal de omfattade skapades en GIS-modell uppdelad på tre klasser. Björkboniteterna jämfördes även med boniteten för det bonitetsvisande trädslaget (gran eller tall) på provytorna för att hitta på vilka marker björk bäst kunde mäta sig med granens och tallens produktion.

De marker där björk hade högst produktion påträffades på; låg altitud, marker med rikt fält- och bottenskikt, marker med sluttning, friska marker, samt långt söderut i Gävleborgs län.

När björk jämfördes med tall och gran påträffades de marker där björk bäst kunde mäta sig mot tall och gran i produktion på; låg altitud, marker med magert fältskikt, friska marker, marker med lutning. Jämfört med tall kunde björk hävda sig bättre i de södra delarna av Gävleborgs län, men detta samband saknades för gran.

GIS-analysen klassade 15,4 % av skogsmarksarealen i Gävleborgs län som klass 1, den bästa klassen. 57,4 % hamnade i klass 2 och 27,2 % i klass 3, den sämsta klassen.

Nyckelord: *Betula pendula*, *Betula pubescens*, ståndortsindex, produktion, GIS.

ABSTRACT

Large amounts of birch-timber are imported to Sweden, from particularly the Baltic States, since the domestic production can't support the pulp industry. The goal of this study was to show the potential of birch and the area's most suitable for birch production. The study was limited to Gävleborg County.

Using site characteristics, site index (SI) for birch was estimated on all National Forest Inventory plots in Gävleborg County. Based on these estimations the site characteristics that gave the highest production for birch was found. To find the highest producing ($\text{m}^3 \text{sk ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$) birch sites in Gävleborg County and their size, a GIS-model divided in three classes was created. The birch production was also compared with the production-showing tree species (pine or spruce) on the plot to find the areas where birch best could match their production.

The sites where birch had the highest production were low altitude and mesic sites with rich field layer type and slopes, in the southern parts of Gävleborg County.

When birch was compared with pine and spruce, the sites where birch best could match their production were: low altitude and mesic sites with poor field layer type and slopes. Compared with pine, birch produced better in the southern parts of Gävleborg County, but that was not the case when comparing birch with spruce.

The GIS-analysis showed that 15,4 % of all forested land qualified in class 1, the best class. In class 2, 57,4 % of the forested land was placed, and 27,2 % in class 3 with the lowest production.

Keywords: *Betula pendula*, *Betula pubescens*, site index, production, GIS.

INLEDNING

Av den totala importen rundvirke till Sverige 2010 utgjordes 37 % av björkvirke, totalt 2,3 miljoner m³fub, varav nästan allt gick till massaindustrin. Björkvirket importerades framförallt från Baltikum (Skogsstyrelsen 2011a). På Iggesunds pappersbruk (Holmen) söder om Hudiksvall använder man sig av en stor mängd lövvirke för massatillverkningen, 600 000 m³fub lövvirke per år av totalt 1500 000 m³fub virke per år (Bouvin 2012). Av allt lövvirke är 90 % björk medan resten är asp. Cirka 18-37 % av allt björkvirke som används på Iggesunds pappersbruk (100 000-200 000 m³fub) är importerat från Estland (Bouvin 2012). Istället för att importera denna stora mängd björkvirke från utlandet skulle man kunna producera detta i Sverige. Möjliga argument för detta kan vara att minska transportkostnader, minska miljöpåverkan p.g.a. långa transporter och kunna säkra råvarutillgången. Studier har även visat att den biologiska mångfalden kan öka genom en större lövandel i skogen (Angelstam et al. 2007).

Björk i Sverige

I Sverige förekommer björk som två trädformade arter, vårtbjörk (*Betula pendula* Roth.) och glasbjörk (*Betula pubescens* Ehrh.). Vårt- och glasbjörk är efter gran (*Picea abies* (L.) H. Karst) och tall (*Pinus sylvestris* L.) de vanligaste trädslagen i Sverige (Skogsstyrelsen 2011a). Tillsammans står de för 12,7 % av Sveriges totala virkesförråd (alla ägoslag inkl. fridlyst mark, 2006-2010). Av lövträden är glas- och vårtbjörken dominerande och upptar 67,1 % av lövträdens totala virkesförråd. (Skogsstyrelsen 2011a).

I Sverige används björk framförallt i massaindustrin men även som snickerivirke och brännved. År 2001 användes 96 % av den avverkade björkvolymen till pappers- och massatillverkning (Fryk et al. 2006). Inblandning av björkvirke (lövvirke) i massatillverkningen tillför flera goda egenskaper till pappersmassan och pappret (Almgren & Brusewitz 1990). Björkfibrer är kortare och tunnare än barrfibrer vilket ger en slät, fin yta med en ogenomskinlighet som passar sig väl till papperstillverkning (Fryk et al. 2006). Björkvirke har också högre vedsubstans per volymenhet än barrvirke och ger därför ett högre utbyte (20-25 %) vid massaframställning (Almgren & Brusewitz 1990).

Av de två björkarterna är glasbjörk vanligast i hela landet (Almgren & Brusewitz 1990). I Norrland utgör glasbjörk 80-90% av det totala virkesförrådet av björk. I södra delen av landet är andelen glasbjörk lägre, men utgör ändå 50-70% av virkesförrådet av björk (Almgren & Brusewitz 1990). Det har alltid förekommit vissa problem med att skilja vårtbjörk från glasbjörk genom enbart yttre kännetecken på grund av stora likheter (Lundgren et al. 1995). Detta har lett till att man ofta kallar de båda arterna för enbart björk. Arterna skiljer sig dock genom flertalet morfologiska karaktärer, skillnader i produktion, årlig utvecklingsrytm och krav på ståndort (Raulo 1981). Det finns flera morfologiska karaktärer som skiljer vårt- från glasbjörk. Vårtbjörken har mörkare stam och stora, svarta, sprickiga partier. Bladen är dubbelsågade och årsskotten har hartsvårtor utan hår. Glasbjörken har istället enkelsågade och mer rundade blad. Årsskotten är också håriga men saknar hartsvårtor. Glasbjörken har också mer upprättstående grenar jämfört med vårtbjörken som har hängande grenar (Ekholm, et al. 1991). För att säkert skilja de två arterna kan man titta på kromosomerna i de vegetativa cellerna. Vårtbjörk är diploid och har 28 kromosomer medan glasbjörk är tetraploid och har 56 kromosomer (Raulo 1981). Detta är också en av anledningarna till att de två björkarterna väldigt sällan hybridiserar, vilket man tidigare trodde (Lundgren et al. 1995).

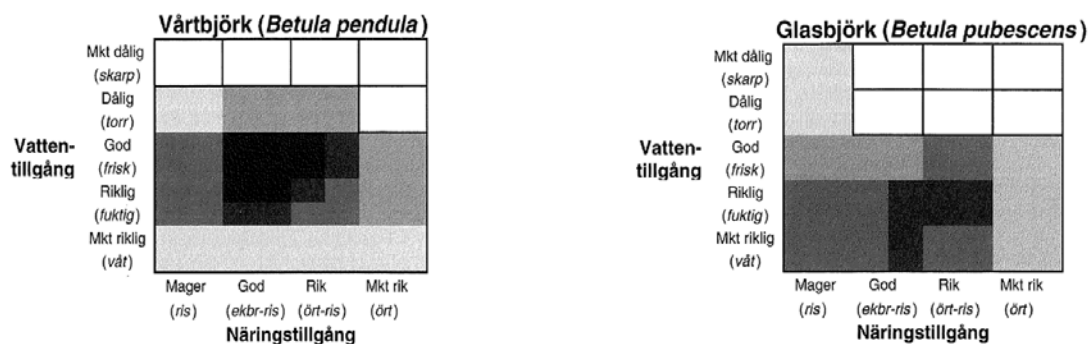
På senare tid har en ny metod utvecklats för att snabbt och säkert kunna artbestämma björk. I vårtbjörkens innerbark finns höga halter av ämnet platyphyllosid, vilket endast finns i låga halter hos glasbjörk. Genom att stoppa en bit bark i en reagenslösning för platyphyllosid bildas fällning enbart om barken är från vårtbjörk (Lundgren et al. 1995).

Vårt- och glasbjörk är båda ljuskrävande pionjärträddarter (Almgren & Brusewitz 1990). Med sina små lättspredda frön är det ofta någon av björkarterna som är de första trädslagen att etablera sig efter en störning i skogen, t.ex. brand eller avverkning. Båda arterna är snabbvuxna i ungdomen (Rytter 1998). Den löpande tillväxten kulminerar mellan 15-45 års ålder vilket ger en optimal omloppstid på 50-60 år på goda marker (Pettersson & Ståhl 2007b). Detta leder till att man har referensåldern 50 år, (B50) när man beräknar ståndortsindex (SI) för björk.

Ståndortsanpassning och ståndortskrav

Vid ståndortsanpassning anpassar man föryngringsmetod och trädslagsval så att plantorna får de bästa möjligheterna för överlevnad och produktion (Albrektsson et al. 2008). Det innebär att man tar hänsyn till dels var trädslaget bäst kan utnyttja markens produktionsförmåga, dels på vilken mark trädslaget står sig bäst jämfört med andra trädslag. Ståndortskrav är däremot enbart de förhållanden och resurser trädslaget kräver för att kunna växa på platsen (Rytter 1998).

Vårtbjörk och glasbjörk skiljer sig delvis åt i ståndortskrav (figur 1), men förekommer ofta i samma bestånd (Eriksson et al. 1997). Båda arterna växer bra på friska, bördiga eller tämligen bördiga marker, blåbärstyp eller bättre (Almgren & Brusewitz 1990). Vårtbjörken kan också klara sig bra på lite torrare och magrare marker (Rytter 1998). Både vårt- och glasbjörk är relativt frosttåliga, men frostsador kan uppkomma i plantstadiet (Almgren & Brusewitz 1990). Vårtbjörken är känslig för syrefattiga miljöer, som exempelvis styva lermarker, våta marker och torvmarker (Rytter 1998). Glasbjörken klarar sig däremot bra på syrefattiga marker och har där en högre tillväxt än vårtbjörk (Raulo 1981). Moränmarker med medelgrov textur (mo/mjåla) förefaller vara de bästa texturen (jordarterna) för björk att växa på (Hynynen et al. 2009). Både vårt- och glasbjörk klarar sura markförhållanden bra. Cameron (1996) visade i en undersökning att vårtbjörken kan klara pH-värden ner till 3,3.



Figur. 1 Ståndortskrav för vårtbjörk och glasbjörk. Rutor med färg indikerar artens ståndortskrav med hänsyn till vattentillgång samt näringsstillgång. Ju mörkare färg, desto gynnsammare för trädslaget (från Rytter 1998).

Figure 1. Site requirements for Silver birch and Downy birch. Squares with color indicate the species site requirements with regard to water- and nutrient supply. The darker the color, the more favorable for the species (from Rytter 1998).

Produktion

När det gäller produktionen ($\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}\text{år}^{-1}$) hos vårt- och glasbjörk, skiljer den sig mycket åt mellan arterna (Raulo 1981). Glasbjörken producerar ungefär 70-80 % av vårtbjörkens virkesproduktion på de flesta marker. Glasbjörken växer dock bättre än vårtbjörken på syrefattiga och riktigt fuktiga marker (Rytter 1998). På dessa marker bör därför glasbjörk prioriteras. Skillnader i höjdtillväxt mellan de två arterna är liten och glasbjörken kan komma upp i 94 % av vårtbjörkens höjd under en omloppstid (Fries 1964). Finska tillväxtmodeller visade att självföryngrade blandbestånd av vårt- och glasbjörk producerade i genomsnitt 4 – 6,75 $\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}\text{år}^{-1}$ (Koivisto 1959). Detta kan jämföras med planterade, välskötta bestånd av vårtbjörk som i genomsnitt producerade mellan 6 – 9,3 $\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}\text{år}^{-1}$. Exakt hur stor produktionen blev berodde på ståndorten (Oikarinen 1983). De högsta medelproduktionerna som har uppmätts (på jordbruksmark) för vårtbjörk är 11,4 $\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}\text{år}^{-1}$ (Karlsson et al. 1997).

Det har gjorts flera funktioner för att kunna skatta ståndortsindex för björk ($SI_{\text{Björk}}$) med ståndortsfaktorer. Frisk (1998) undersökte en del av Riksskogstaxeringens björkdominerade provytor och visade att högst $SI_{\text{Björk}}$ erhöles på låg höjd över havet, friska och torra marker, marker med lutning (rörligt markvatten) och ört-typ i norra Götaland och södra Svealand. Pettersson och Ståhl (2007) använde Frisks funktion och kom fram till liknande resultat. En senare funktion gjordes av P-M Ekö et al. (2008) för skattning av $SI_{\text{Björk}}$ med ståndortsfaktorer. Även de använde data från riksskogstaxeringen med de delade istället upp funktionerna på fyra klasser beroende på latitud och markfuktighet. De kom också fram till att friska marker av ört-typ runt 59°N var de med högst SI .

Det finns flera sätt att jämföra produktionen mellan olika trädslag på samma mark (Ekö et al. 2008). Man kan till exempel undersöka bestånd där trädslagen växer bredvid varandra. Man mäter då upp de olika trädslagens produktion och tar sedan hjälp av konverteringsberäkningar för att kunna göra jämförelser mellan trädslagens produktion (Tveite & Øyen 1998, Tegemark 2000, Johansson 2006). Resultaten från flertalet studier har dock visat att dessa beräkningar har en väldigt hög osäkerhet (Ekö et al. 2008, Johansson 2006). En annan metod som kan användas är att skatta SI för de olika trädslagen med ståndortsfaktorer. Man kan då jämföra de olika trädslagens produktionsförmåga på samma mark. Flera sådana studier har utförts och kommit fram till ungefär samma resultat (Pettersson & Ståhl 2007a, Ekö et al. 2008).

I Sverige jämförde Tegemark (2000) bestånd av vårtbjörk och gran på samma mark och kom fram till att vårtbjörk var jämbördig med gran på låga boniteter (G24), men att den bara producerade cirka 50 % av granens produktion på de bästa ståndorterna (G36). Fries (1964) visade att vårtbjörkens produktion motsvarar 81-85 % av granens produktion i Svealand och södra Norrland. Jämförelser av SI med ståndortsfaktorer visade att björk (sammanslagning av vårt- och glasbjörk) producerade cirka 40 % av gran i södra Sverige och cirka 60 % i norra Sverige (tabell 1) (Ekö et al. 2008). Vid jämförelser mellan björk och gran bör man ha i åtanke att det enbart är volymproduktionen som tas i beaktande. Vid jämförelser av biomassaproduktion mellan trädslagen ser det dock annorlunda ut eftersom vårt- och glasbjörk har en högre veddensitet än gran. Vårtbjörkens veddensitet är 0,480–0,534 g/cm^3 (Fries 1967). Granens veddensitet är 17-40 % mindre och ligger runt 0,400–0,412 g/cm^3 (Fries 1967). Det innebär att biomassaubyttet per volymenhet är högre för björk än för gran.

Ekö et al. (2008) visade att björk producerade ($m^3 sk ha^{-1} år^{-1}$) 70 % av tallens produktion i södra Sverige och 60 % i norra Sverige. I Norge har glasbjörk beräknats producera 31 % av granens och 73 % av tallens produktion genom att jämföra närliggande bestånd av arterna (tabell 1) (Tveite & Øyen 1998).

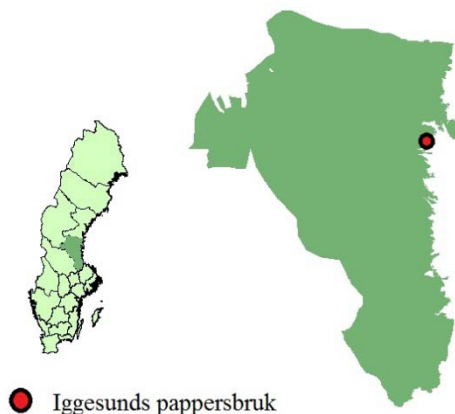
Tabell 1. Sammanställning av tidigare studiers resultat för jämförelser av produktion ($m^3 sk ha^{-1} år^{-1}$) mellan trädslag. Vårtbjörk har jämförts med gran i två studier. Glasbjörk har jämförts med gran och tall i en studie. Blandbestånd av vårt- och glasbjörk har jämförts med gran och tall i en studie. Procentsatsen visar vad björkarten producerar jämfört med gran eller tall.

Table 1. Compilation of previous studies on comparison of production ($m^3 sk ha^{-1} yr^{-1}$) between tree species. Silver birch has been compared with Norway spruce in two studies. Downy birch has been compared with Norway spruce and Scots pine in one study. Mixed stands of Silver- and Downy birch have been compared with Norway spruce and Scots pine in one study. The percentage displays the production for the birch species compared to Norway spruce or Scots pine.

			Källa (Source)
Vårtbjörk/gran	<i>Betula pendula/ Picea abies</i>	81-85 %, 50-100 %	Fries (1964), Tegemark (2000)
Glasbjörk/gran	<i>Betula pubescens/ Picea abies</i>	31 %	Tveite & Øyen (1998)
Glasbjörk/tall	<i>Betula pubescens/ Pinus sylvestris</i>	73 %	Tveite & Øyen (1998)
Blandbestånd vårt- & glasbjörk /gran	<i>Betula spp./ Picea abies</i>	40-60 %	Ekö et al. (2008)
Blandbestånd vårt- & glasbjörk /tall	<i>Betula spp./ Pinus sylvestris</i>	60-70 %	Ekö et al. (2008)

Avgränsning

Studien avgränsas geografiskt till Gävleborgs län (figur 2), vilket ungefär motsvarar upptagningsområdet för Iggesunds pappersbruk. Det görs ingen skillnad på vårt- och glasbjörk i studien eftersom material för denna sorts analys saknas. Endast mark som enligt Lantmäteriverket klassas som skogsmark används i studien.



Figur 2. Karta över Sverige med Gävleborgs län markerat samt Iggesunds pappersbruks placering i länet.
Figure 2. Map over Sweden with Gävleborg County highlighted and the location of Iggesund paper mill in the county.

Syfte

Syftet är att undersöka på vilka marker björk ger högst volymproduktion och även på vilka marker björk bäst kan mäta sig mot gran och tall (produktion, $\text{m}^3 \text{sk ha}^{-1} \text{år}^{-1}$), som oftast är överlägsen björk i produktion (Ekö et al. 2008). Inom studien undersöks även var i Gävleborgs län dessa marker finns, samt hur stor areal det har. Syftet med denna studie blir att besvara frågeställningarna:

- i) *Vilka är de bästa markerna för hög produktion av björk till massaindustrin i Gävleborgs län?*
- ii) *Var i Gävleborgs län finns de bästa markerna, samt hur stor areal omfattar de?*
- iii) *På vilka marker kan björkens produktion komma närmast granen och tallens produktion?*

MATERIAL OCH METODER

All data som användes i studien hämtades från Riksskogstaxeringen och innehöll ståndortsdata för provytor inom Gävleborgs län (se bilaga A). Riksskogstaxeringen är en stickprovsinventering som utförs dels på fasta ytor som är desamma år efter år (permanent) och dels på tillfälliga ytor som varierar från år till år. Detta görs i syfte att öka noggrannheten samt studera hur skogstillståndet förändras över tid (Anon. 2011). Data från de senaste fyra åren (2006-2010), både för de permanenta och tillfälliga provytorna, användes. Provytor som låg på torvmark, samt ytor som ej kunde räknas som produktiv skogsmark (årlig produktion under $1 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$) exkluderades. Efter sorteringen återstod 1843 provytor som användes i analysen.

Lämpliga ståndorter

För att finna de ståndorter där björk hade högst bonitet ($\text{m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$), behövdes först ett ståndortsindex för björk skattas på alla ytor. Detta eftersom Riksskogstaxeringen enbart räknar ut SI för de bonitetsvisande trädslagen gran eller tall på sina provytor (Anon. 2011). Ståndortsindex för björk skattades med hjälp av ståndortsfaktorer enligt Ekö et al. (2008). Funktionerna innehöll följande ståndortsvariabler; latitud, altitud, fältskikt, bottenskikt, markfuktighet och rörligt markvatten. Funktionerna var uppdelade på nord/syd om 60°N och på markfuktighetsklasserna; frisk mark innehållande friska marker och fuktig mark innehållande friska-fuktiga och fuktiga marker. Torra och blöta marker exkluderades från modellen p.g.a. bristande dataunderlag vid uppbyggandet av modellen.

I denna studie låg alla provytor norr om 60°N och därför användes bara tre av funktionerna, med hänsyn till markfuktighetsklass och bottenskiktstyp (för de fuktiga mark). Följande funktioner användes:

Funktion för $SI_{\text{Björk}}$ (frisk mark) = $88,469 + -0,00869 * \text{altitud} + -1,112 * \text{latitud} + 1,397 * \text{fältskikt}(1 \text{ om ört-typ annars } 0) + 2,216 * \text{rörligt markvatten}(1 \text{ om längre perioder annars } 0)$.

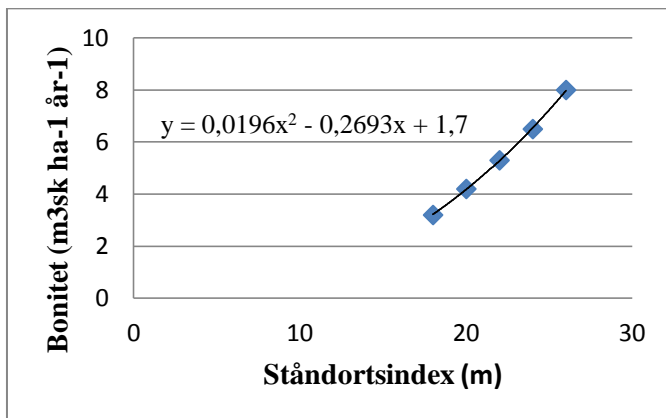
Funktion för $SI_{\text{Björk}}$ (fuktig mark) med sumpmossor = $77,862 + -0,0103 * \text{altitud} + -0,976 * \text{latitud} + 0,732 * \text{fältskikt} + 1,372 + 1,304 * \text{rörligt markvatten}$

Funktion för $SI_{\text{Björk}}$ (fuktig mark) med friskmossor = $77,862 + -0,0103 * \text{altitud} + -0,976 * \text{latitud} + 0,732 * \text{fältskikt} + 1,914 + 1,304 * \text{rörligt markvatten}$

Efter att ha skattat $SI_{\text{Björk}}$ för alla provytor identifierades hur provytornas ståndortsvariabler påverkade ståndortsindex. Detta gjordes genom att framställa diagram där de skattade $SI_{\text{Björk}}$ ställdes mot de olika ståndortsfaktorerna som användes i funktionerna. Med hjälp av diagrammen kunde resultaten tolkas och de bästa ståndortsfaktorerna identifieras. Alla beräkningar av funktionerna och analyser gjordes i *Microsoft Excel* (2010).

För att hitta på vilka marker björk producerade bättre än tall respektive gran eller så nära tallens respektive granens produktion som möjligt, gjordes bonitetskvoter; björk/tall och björk/gran. På de ytor som Riksskogstaxeringen angett gran som bonitetsvisande trädslag jämfördes endast kvoten björk/gran och på de ytor med tall som bonitetsvisande trädslag endast kvoten björk/tall. Alla skattade $SI_{\text{Björk}}$ konverterades till bonitet med hjälp av en funktion (figur 3) skapad i *Microsoft Excel* (2010) med hjälp av data från Hägglund &

Lundmark (1982). Bonitet för tall eller gran erhöles för alla provytor ur Riksskogstaxeringens data .



Figur 3. Funktion för beräkning av bonitet ($\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}\text{ år}^{-1}$) för björk från $\text{SI}_{\text{Björk}}$
Figure 3. Function for calculating production ($\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}\text{ yr}^{-1}$) of birch from site index

Kvoterna användes i Microsoft Excel (2010) för att visualisera diagram över hur kvoterna för björk/tall och björk/gran förändrades med ståndortsegenskaperna. På detta sätt kunde de marker där kvoten var som högst mellan björk/tall och björk/gran finnas. Om kvoten blev 1, var boniteterna för de båda trädslagen den samma och de producerade lika mycket på den marken. Var kvoten istället < 1 betydde det att björk producerade mindre än gran eller tall beroende på vilket trädslag som jämfördes.

GIS-modell

För att finna var i Gävleborgs län de högst producerande björkmarkerna fanns och hur stor areal de omfattade skapades en modell (Bilaga B) i programmet ESRI® ArcMAP™ 10.0. Alla markerna delades upp på tre klasser utifrån ståndortsfaktorer och förväntad produktion. Klassificeringen byggde på det uträknade $\text{SI}_{\text{Björk}}$ och hur det överensstämde med ståndortsfaktorerna; *höjd över havet* och *lutning*. Variabeln *lutning* valdes för att finna marker med rörligt markvatten. Variabeln *höjd över havet* valdes därför att den har en bra korrelation med temperatursumman och årsmedeltemperaturen (Morén & Perttu 1994). I GIS-modellen användes kartmaterial från enbart Lantmäteriverket (tabell 2)

För att finna marker med rörligt markvatten användes gränsen 3° lutning för en pixel (50x50 m). Gränsen sattes vid 3° utifrån Hägglund och Lundmarks (1982) definitioner för bonitering där 3° fångar upp marker med rörligt markvatten under både kortare och längre perioder. Marker med mer än 3° lutning hittades med hjälp av verktyget *slope* i ArcMAP (figur 4) utifrån höjddata (figur 4). Andra variabler som påverkade $\text{SI}_{\text{Björk}}$ t.ex. fältskikt och markfuktighet fick uteslutas eftersom det saknades GIS-data för att använda dessa faktorer.

Tabell 2. Kartmaterial som använts som underlag i GIS-modellen

Table 2. Maps used as a basis for the GIS-model

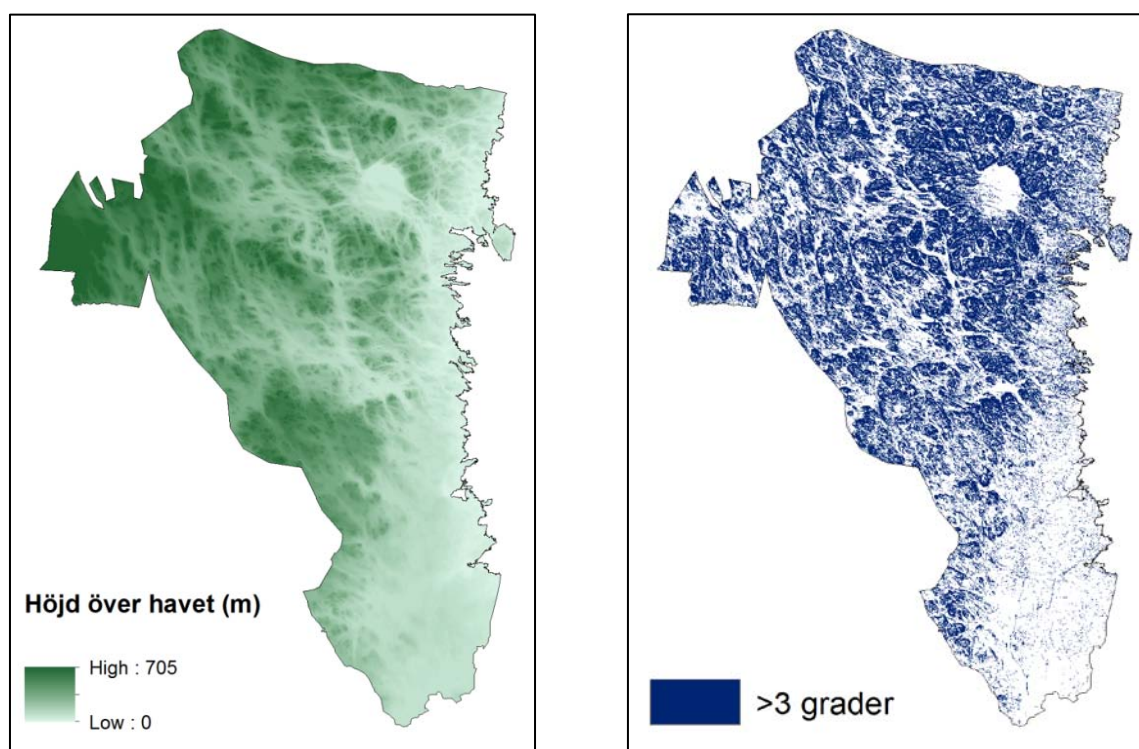
Kartnamn	Innehåll	Källa	Typ av data
Översiktskarta 1:250 000	Länskarta med kustlinje	LMV	Vektor
Översiktskarta 1:250 000	Markklasser	LMV	Vektor
Höjddata	Höjd över havet	LMV	Raster 50 x 50 meter

I klass 1, för högst produktion, sattes en gräns vid 200 meter över havet och den innefattade endast marker med rörligt markvatten (över 3° lutning). Detta gjordes för att överensstämja med ståndorter som förväntades få ett SI 19-23. I klass 2 placerades marker under 200 meter över havet som saknade rörligt markvatten och marker mellan 200-400 meter över havet med rörligt markvatten (tabell 2). De marker som återstod hamnade i klass 3, den klassen med lägst produktion.

Tabell 3. Klassindelning av skogsmark i Gävleborgs län i tre klasser för GIS-modell. Uppdelning efter $SI_{Björk}$ utifrån höjd över havet och lutning

Table 3. Classification of forest land in Gävleborg county in three classes for the GIS-model. Division after SI_{Birch} regarding altitude and gradient

	Goda (SI 19-23)	Medelgoda (SI 17-21)	Dåliga (SI 15-18)
Höjd över havet	0-200 m	0-200 m, 200-400 m	200-400 m, >400 m
Lutning	>3°	<3° >3°	<3°



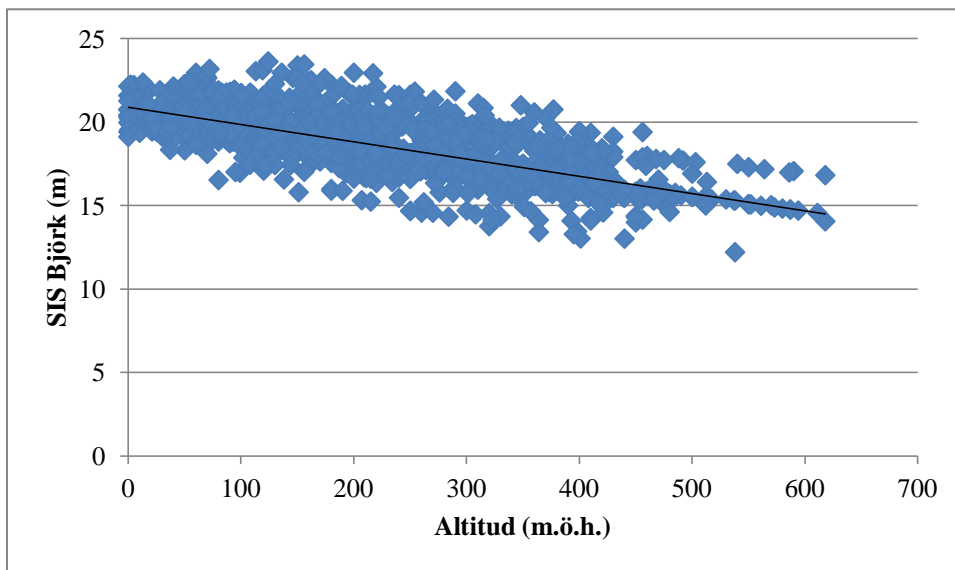
Figur 4. Höjdkarta över Gävleborgs län (till vänster) och marker med lutning >3 grader (till höger)
Figure 4. Altitude map over Gävleborg County (to the left) and areas with gradient over 3 degrees (to the right)

RESULTAT

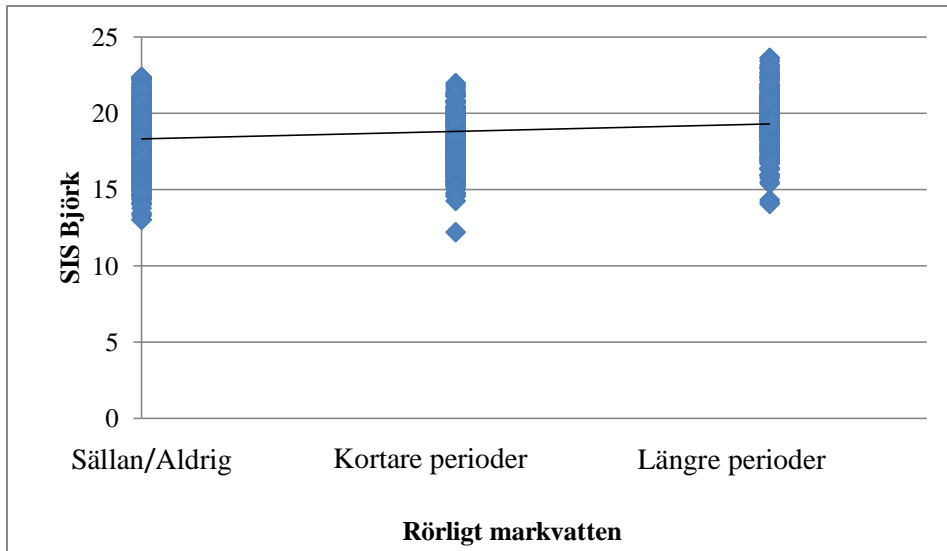
Lämpliga ståndorter

Högst produktion av björk påträffades på låg höjd över havet (figur 5), på marker med bördigt fält- och bottenskikt, på marker med rörligt markvatten (figur 6), på friska marker, samt i de södra delarna av Gävleborgs län (figur 7). De marker som hade lägst produktion fanns på hög altitud (figur 5) i de nordligare delarna av länet (figur 7). De hade magert fält- och bottenskikt, och klassades som fuktiga marker utan rörligt markvatten (figur 6).

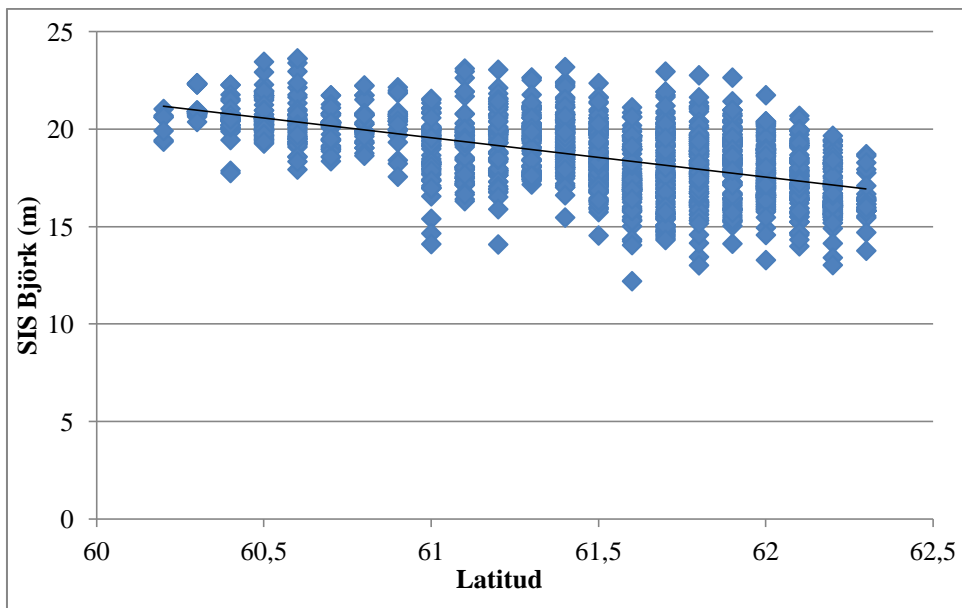
På de ytorna med högst produktion beräknades boniteten till 5-6 $\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}\text{år}^{-1}$, och på de med lägst till 1,5 -2,5 $\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}\text{år}^{-1}$. Medelboniteten på samtliga ytor var 3,5 $\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}\text{år}^{-1}$. I materialet fanns spridning på ståndortsindex från 12 - 24 m, men det var främst mellan SI 16 till 22 som de flesta (91 %) av ytorna återfanns (figur 8).



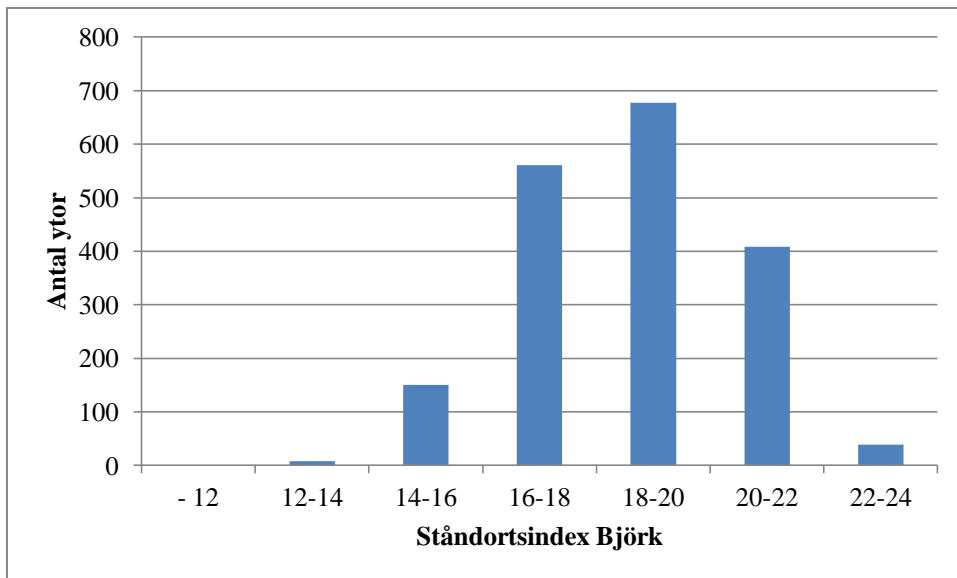
Figur 5. Samband mellan skattat $SI_{\text{Björk}}$ och altitud i Gävleborgs län för alla provytor
Figure 5. Correlation between estimated SI_{Birch} and altitude in Gävleborg County for all plots



Figur 6. Skattat $SI_{Björk}$ i förhållande till rörligt markvatten för alla provytor
Figure 6. Estimated SI_{Birch} in relation to movable soil water for all plots



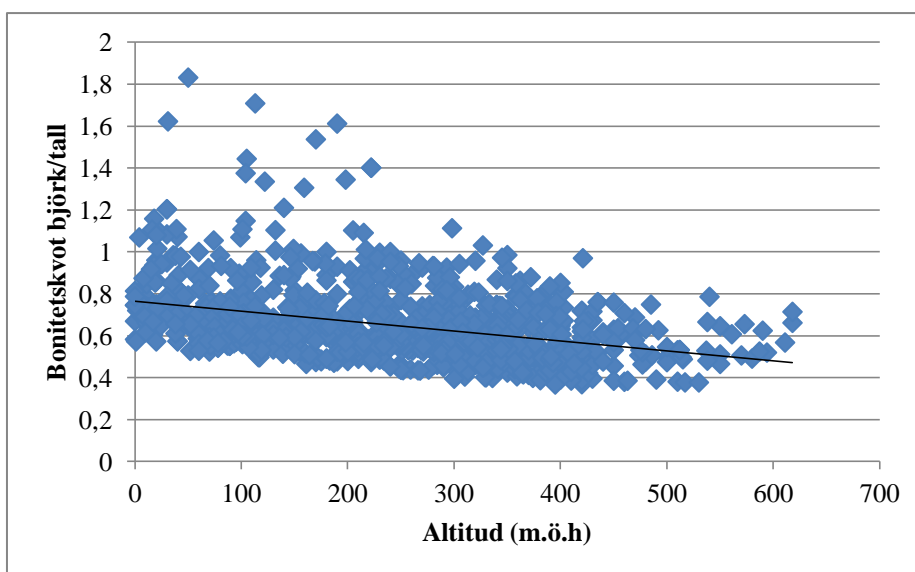
Figur 7. Samband mellan skattat $SI_{Björk}$ och latitud i Gävleborgs län för alla provytor
Figure 7. Correlation between estimated SI_{Birch} and latitude in Gävleborg County for all plots



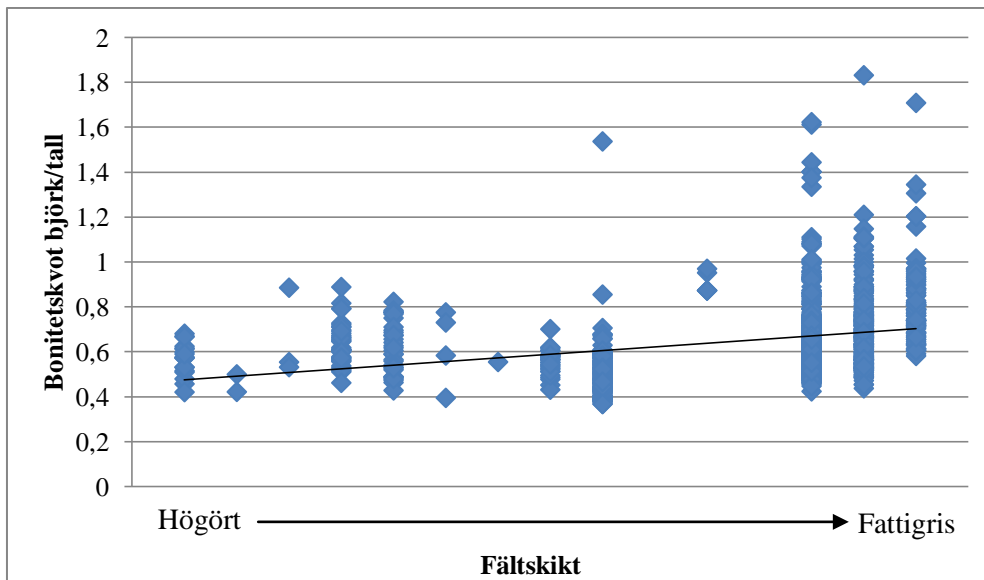
Figur 8. Fördelning av skattade $SI_{Björk}$ för alla ytor i Gävleborgs län
Figure 8. Distribution of estimated SI_{Birch} on all plots in Gävleborg County

Björkens produktion i jämförelse med tallens

Medelvärde av bonitetskvoten mellan björk och tall blev 0,65. Detta innebär att björk i genomsnitt producerar 65 % av vad tall gör på marker där tall är det bonitetsvisande trädslaget. De ståndorter där björk producerade bättre eller så nära som möjligt tallens produktion var på låg altitud (figur 9) i de södra delarna av Gävleborgs län. De låg på marker med mindre bördigt fält- och bottenskikt (figur 10), på friska marker (figur 11), och på marker med rörligt markvatten.

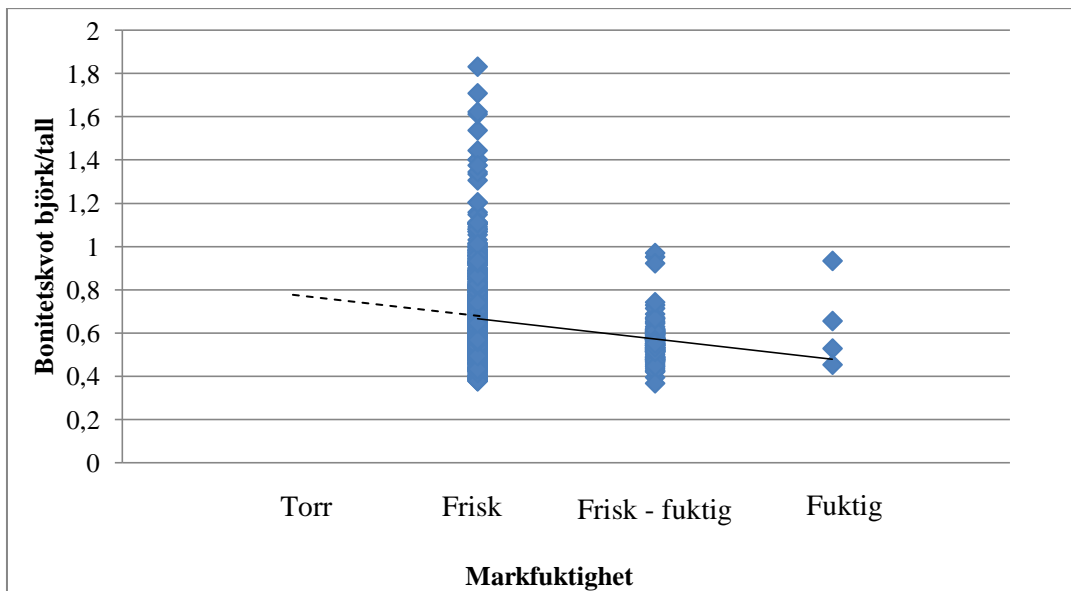


Figur 9. Samband mellan provytornas altitud och bonitetskvoten för björk/tall
Figure 9. Correlation between the plots altitude and the production-ratio for Birch/Scots pine



Figur 10. Samband mellan bonitetskvot för björk/tall och fältskikt på alla provytor i Gävleborgs län. Den bördigaste typen av fältskikt (högörttyp) till vänster. Minskande bördighet till den magraste typen av fältskikt (fattigris) till höger.

Figure 10. Correlation between production-ratio for Birch/Scots pine and field layer on all plots in Gävleborg County. The richest type of field layer (herb type) to the left. Decreasing richness to the poorest field layer type (vaccinium type) to the right



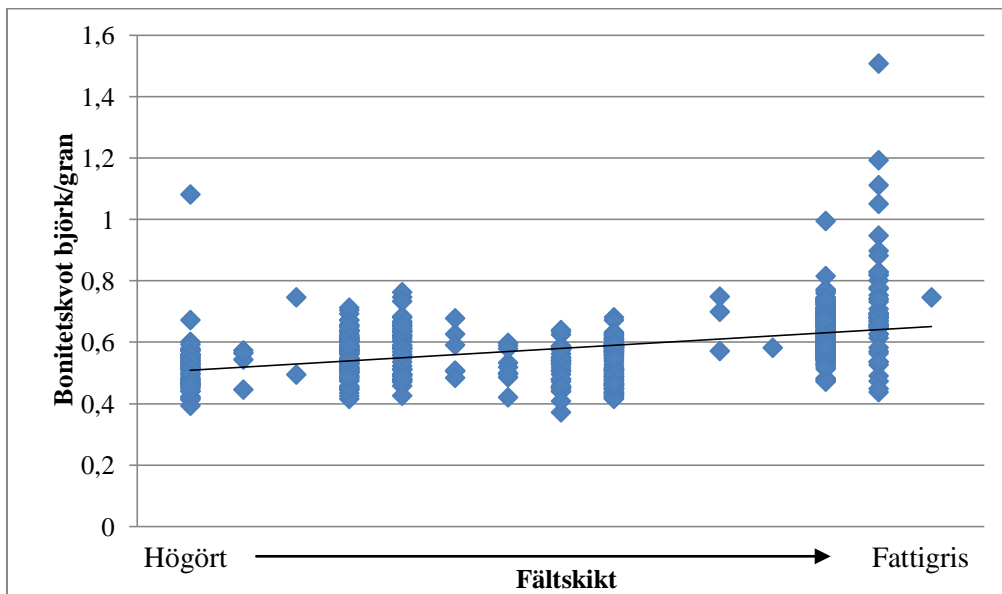
Figur 11. Markfuktighet för alla provytor med tall som bonitetsvisande trädslag, mot bonitetskvoten för björk/tall. Kurvan är extrapolerad för torra marker

Figure 11. Soil moisture for all plots with scots pine as production indicating tree species, and production-ratio for birch/scots pine. The graph has been extrapolated for dry soils type

Björkens produktion i jämförelse med granens

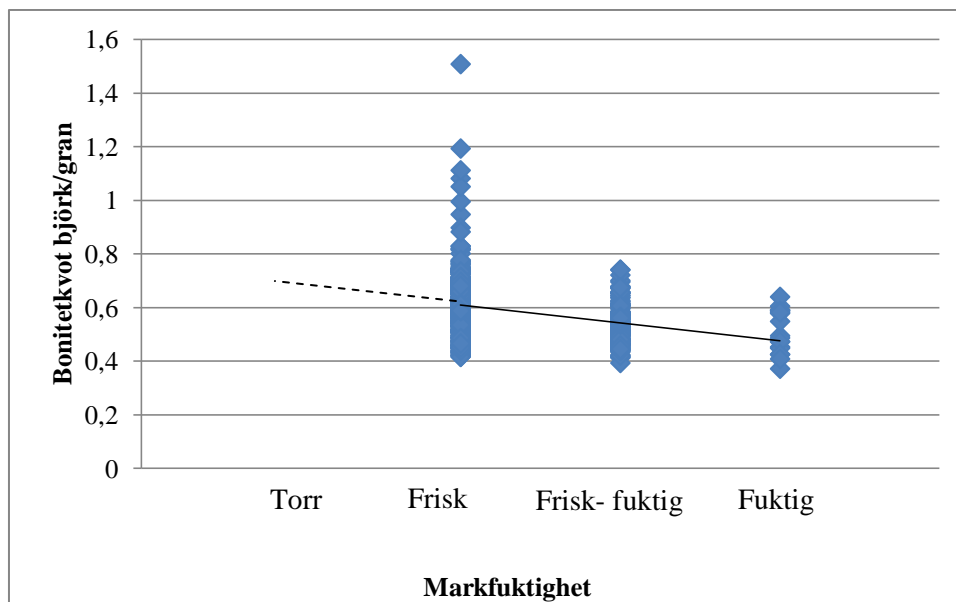
Vid jämförelse mellan björk och gran blev medelvärdet av bonitetskvoten 0,59. Det innebär att björk i genomsnitt producerar 59 % av vad gran gör på marker med gran som bonitetsvisande trädslag. De ståndorter där björk producerade bättre eller så nära som möjligt granens produktion var belägna på låg höjd över havet. De hade ett magert fältskikt (figur 12), klassades som friska marker (figur 13), och hade rörligt markvatten.

Det som enbart skiljde de högproducerande björkmarkerna från de marker där björk bäst kunde konkurrera mot gran var ståndortens fältskikt. Bördigare fältskikt gav de högsta boniteterna, medan de fattigaste fältskikten gav bäst konkurrensförmåga gentemot gran.



Figur 12. Samband mellan bonitetskvot för björk/gran och fältskikt på alla provytor i Gävleborgs län. Den bördigaste typen av fältskikt (högörttyp) (t.v.). Sjunkande bördighet till den magraste typen av fältskikt (fattigristyp) (t.h.)

Figure 12. Correlation between production-ratio for birch/Norway spruce and field layer on all plots in Gävleborg County. The richest type of field layer (herb type) to the left. Decreasing richness to the poorest field layer type (vaccinium type) (to the right)



Figur 13. Sambandet mellan bonitetkvoten björk/gran och markfuktighet. Kurvan är extrapolerad för markfuktighetsklassen torr

Figure 13. Correlation between production-ratio for birch/norway spruce and soil moisture. The graph has been extrapolated for dry soils type

GIS-modell för lämpliga ståndorter i Gävleborgs län

Av den totala arealen skogsmark i Gävleborgs län klassades 15,4 % som den bästa marken, klass 1, för hög produktion av björk (tabell 4). I medelklassen, klass 2, upptogs 57,4 % av skogsmarksarealen och i den sämsta klassen, klass 3, 27,2 % (tabell 5).

Markerna i klass 3 (SI 15-18) återfanns framförallt i de västra och nordvästra delarna av länet. Markerna i klass 1 (SI 19-23) återfanns till stor del längs älvar och sjöar samt längs kusten och resterande marker upptogs av klass 2 (SI 17-21), vilka fanns utspridda över hela länet. Detta kan ses tydligt i en överblicksbild över länet (figur 14) samt i en närbild över ett område i närheten av Bollnäs (figur 15).

Tabell 4. Ståndortsindex och bonitet för björk, uppdelat på tre produktionsklasser, för Gävleborgs län

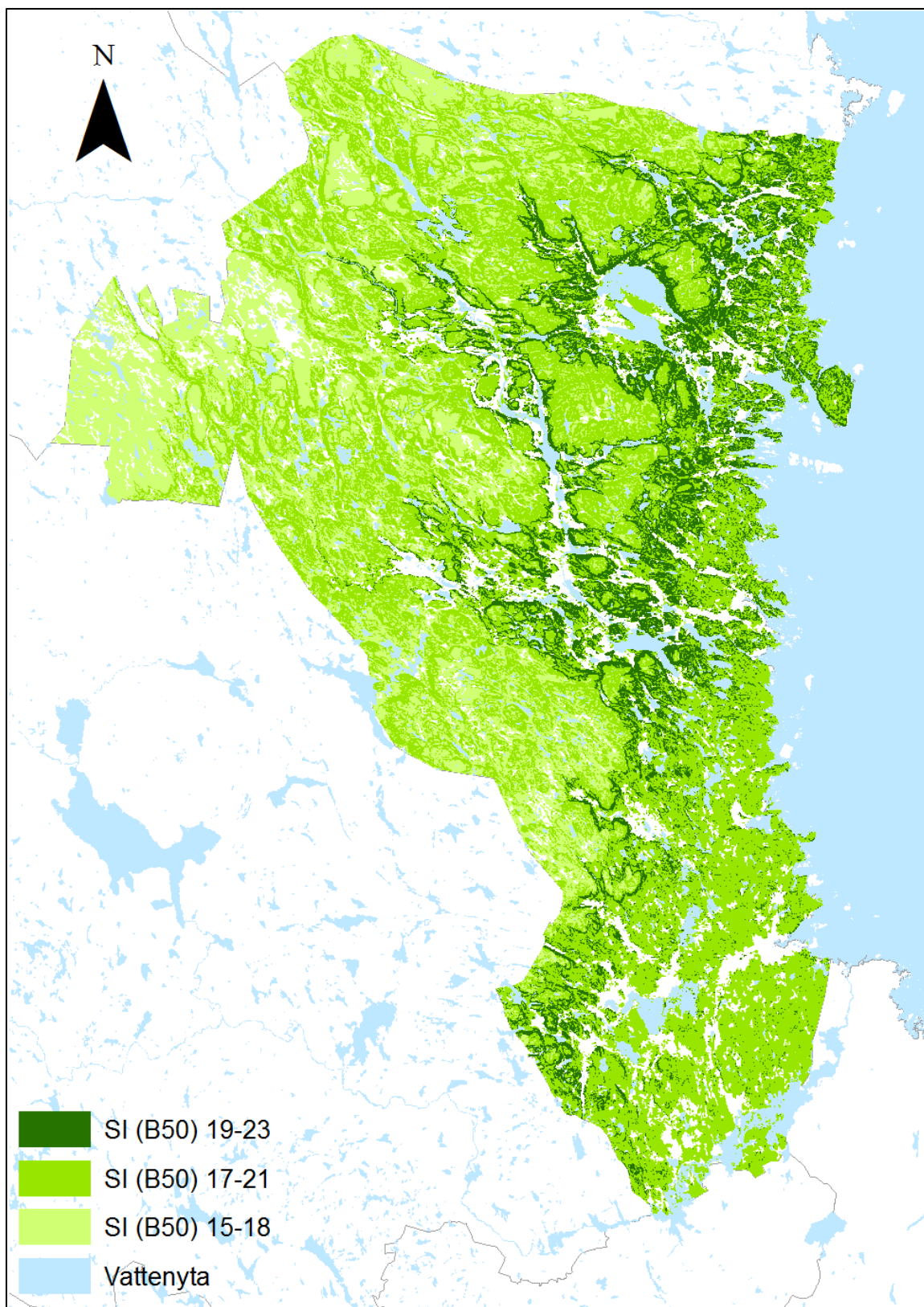
Table 4. Site index and production for birch, divided in the production-classes, in Gävleborg County

	Ståndortsindex	Bonitet (medelvärde)
Klass 1	19-23 m	4,4 m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹
Klass 2	17-21 m	3,8 m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹
Klass 3	15-18 m	2,7 m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹

Tabell 5. Areal skogsmark i Gävleborgs län uppdelat på tre produktionsklasser för björk.

Table 5. Gävleborg County divided in the production-classes for birch

	Areal skogsmark (hektar)	% av areal skogsmark
Klass 1	247 336	15,4
Klass 2	916 513	57,4
Klass 3	433 186	27,2
Totalt	1 597 035	100



Figur 14. Resultat från GIS-modellen visande Gävleborgs län uppdelat på tre produktionsklasser utifrån $SI_{Björk}$.
Figure 14. Results from the GIS-model showing Gävleborg County divided on the production-classes based on SI_{Birch}



Figur 15. Närbild över området söder om Bollnäs, och de tre klassernas geografiska utbredning
Figure 15. Close-up on the area south of Bollnäs, and the three classes geographical distribution

DISKUSSION

Lämpliga ståndorter för björk

I studien skattades ståndortsindex (SI) med hjälp av ståndortsfaktorer vilket leder till att osäkerheten blir ganska hög (Hägglund & Lundmark, 1982). Noggrannheten skulle dock kunnat ökas genom att SI bestämts med höjdtutvecklingskurvor för björk (Eriksson et al. 1997). Med höjdtutvecklingskurvor skattas ett SI utifrån hur träden verkligen växer medan ståndortsfaktorer enbart ger en skattning av SI utifrån egenskaper på växtplatsen (Hägglund & Lundmark, 1982). Hos Riksskogstaxeringen finns dock inga data för att kunna skatta SI med hjälp av höjdtutvecklingskurvor (Anon. 2011) och därför skattades SI med hjälp av ståndortsfaktorer. Genom att använda Riksskogstaxeringens data blev också resultatet mer rättvisande för hela Gävleborgs län. Detta eftersom provytorna låg utspridda över hela länet.

Anledningen till att data från Riksskogstaxeringen användes i analysen var för att få en jämn bild över hela länet, samt för att antalet långtidsförsök med björk är begränsade i området. Eftersom Riksskogstaxeringen inte gör någon skillnad på björkarterna vid ståndortsinventering (Anon. 2011) begränsades undersökningen till att hitta de marker som är bäst för båda arterna, samt de marker där båda arterna bäst kan konkurrera i produktion ($\text{m}^3 \text{sk ha}^{-1} \text{år}^{-1}$) med gran och tall.

För att räkna ut SI för björk användes regressionsmodeller som bygger på ståndortsfaktorer. Standardavvikelsen för modellerna var 2,7 – 2,9 m, vilket anses lågt (Ekö et al. 2008). Regressionsmodellerna är uppbyggda på data från Riksskogstaxeringen och därför görs ingen skillnad mellan glas- och vårtbjörk. Materialet till modellerna bygger på självföryngrade bestånd av både rena och blandade bestånd av glas- och vårtbjörk. Detta leder till att om man hade planterat och använt förädlat material istället för att använda självföryngrat material, skulle man antagligen fått en högre produktion på samma mark än vad denna studie kommit fram till.

Resultatet från studien stämmer väl överens med tidigare studier om ståndortsanpassning för björk (Pettersson & Ståhl 2007a). Vid beräkning av SI hamnade våra resultat relativt koncentrerat (91 % mellan SI 16-22) vilket leder till svårigheter att hitta de marker med högst respektive lägst produktion, eftersom de flesta ytor hamnar inom ett smalt intervall. Att ytorna hamnar så koncentrerat kan bero på hur modellen är uppbyggd. Eftersom alla modeller för skattning av $SI_{\text{Björk}}$ med ståndortsfaktorer bygger på blandbestånd, framkommer inte de olika arternas specifika krav. Detta leder till att helt skilda miljöer kan få samma SI p.g.a. av de olika arternas inblandning. Modellen som användes i studien innefattade inte heller torra eller blöta marker, vilket ytterligare kan ha avgränsat $SI_{\text{Björk}}$.

Både i hänseende till högst volymproduktion, och i förhållande till gran och tall så klarade sig björk bäst på friska marker. Detta skulle kunna hänga ihop med att vårtbjörk trivs bättre på torra och friska marker än glasbjörk (Rytter 1998). Därför kan inblandningen av vårtbjörk bli högre på dessa marker. Eftersom vårtbjörk har en högre volymproduktion än glasbjörk kan detta vara orsaken till att björk producerar bäst på friska marker (Rytter 1998).

Jämförelser med gran och tall

Vid jämförelse mellan tall och björk visade studien att tall hade högre produktion ($\text{m}^3 \text{sk ha}^{-1} \text{år}^{-1}$) än björk på nästan alla marker. Det fanns även en tydlig skillnad i de södra respektive norra delarna av Gävleborgs län, då björk konkurrerade bättre mot tall i de södra delarna. I genomsnitt beräknades björk kunna producera 65 % mot vad tall skulle producera på samma mark. Detta resultat stämmer bra överens med tidigare studier som jämfört björk och tall, då björk i genomsnitt producerat 60 -73% av tallens volymproduktion (Ekö et al. 2008: Tveite & Øyen 1998).

Vid jämförelse av gran och björk hade gran högre produktion på nästan alla marker. Tidigare studier har kommit fram till förhållanden, i volymproduktion, mellan vårtbjörk och på gran 50 -100% (Fries 1964, Tegemark 2000) och för glasbjörk och gran 31 % (Tveite & Øyen 1998). Även Ekö et al. (2008) som också jämförde självföryngrade blandbestånd kom fram till ett förhållande på 40 – 60 %. Denna studies resultat på 59 % för självföryngrade blandbestånd av vårt- och glasbjörk kan därför klassas som troligt.

GIS-modellen

GIS-modellen, som skapades för att finna marker lämpliga för produktion av björk, får ses som ett hjälpmedel att identifiera marker som kan generera hög volymproduktion. Eftersom enbart två variabler (lutning och höjd över havet) användes blir noggrannheten inte allt för stor men de variabler som användes korrelerade med ståndortsindex. Det visade sig att de områden med lutning $>3^\circ$ (rörligt markvatten), stämde väl överens med kartan över *Dominerande klass rörligt markvatten* som ståndortskarteringen tagit fram (Nilsson 2007). Detta stödde antagandet att sätta gränsen vid 3° lutning för att finna marker med rörligt markvatten inom länet. Latitud togs dock inte med i GIS-modellen eftersom Gävleborgs län enbart upptar två breddgrader ($60,2^\circ$ - $62,3^\circ$) vilket skulle ha gett missvisande resultat.

Produktion av björk i Gävleborgs län

I Sverige importeras mycket björkvirke. Bara till Iggesunds pappersbruk importeras mellan 100,000 till 200,000 m^3 ub årligen för att täcka behovet av björk (Bouvin 2012). En enkel beräkning visade att om 25 % av de skogar som placerats i den bästa klassen för björkproduktion ersattes med björkskog så skulle man mer än uppfylla Iggesunds årliga behov av björkvirke.

Denna studie är ingen ekonomisk analys av björkskogsskötsel, men tidigare studier har kommit fram till att självföryngrad björk förvisso presterar sämre ekonomiskt än gran, men att skillnaderna inte är så stora. Det bör också påpekas att förändrade massa- och timmerpriser kan förändra kalkylerna (Hansson 2002). För björkmassa har priserna stigit kraftigt de senaste åren (Skogsstyrelsen 2011), vilket kan påverka möjligheten till ett lönsamt björkskogsbruk i framtiden.

Slutsats

Sammanfattningsvis så visar studien att de största delarna av Gävleborgs län lämpar sig bra för produktion av björk. Huvuddelen av markerna låg inom ett begränsat intervall, SI 16-22 m (91 %) vilket gjorde det svårt att hitta de marker som var bäst respektive sämst. Analysen kan ses som ett hjälpmedel att hitta de marker som bäst lämpar sig för produktion av björk i Gävleborgs län. För att kunna öka noggrannheten i studien skulle mer variabler i GIS-modellen kunnat användas samt mer noggrann ståndortsdata. De marker som visade sig vara lämpligast för hög produktion var friska marker, på låg höjd över havet, på marker med rörligt markvatten och på marker med rikt fält/bottenskikt. Jämfört med tall och gran stod sig björken bäst på mindre bördigare marker.

REFERENSER

- Angelstam, P., Jonsson, B-G., & Törnblom, J. (2007). Uppföljning av 1997 års bristanalys för bevarande av biologisk mångfald olika skogsmiljöer i Sveriges naturregioner: Vad har hänt på tio år?. Jönköping. Skogsstyrelsen.
- Anon. (2011) Fältinstruktion 2011 – RIS Riksinventeringen av skog. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå. SLU.
- Albrektsson, A., Elfving, B., Lundqvist, L. & Valinger, E. (2008). Skogsskötselserien – Skogsskötselns grunder och samband. Jönköping. Skogsstyrelsen.
- Almgren, G. & Brusewitz, G. (1990). Lövskog, Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård. Jönköping, Skogsstyrelsen.
- Bouvin Thomas. Skogsskötselchef, region Iggesund. Holmen. Personligt meddelande 2012-02-28
- Cameron, A.D. (1996). Managing birch woodlands for the production of quality timber. *Forestry* 69: 357-371.
- Dunham, R. A. Cameron, A. D. & Petty, J. A. The effect of growth rate on the strength properties of sawn beams of silver birch (*Betula pendula* Roth). *Scand. J. For. Res.* 14: 18-26, 1999.
- Ekholm, D., Karlsson, T. & Werner, E. (1991). Vilda och förvildade Träd och buskar I Sverige – En fältflora. Lund, SBT-redaktionen.
- Ekö, P-M., Johansson, U., Pettersson, N., Bergqvist, J., Elfving, B. & Frisk, J. (2008). Current growth differences of Norway spruce (*Picea abies*), Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Birch (*Betula pendula* and *Betula pubescens*) in different regions in Sweden. *Scand. J. For. Res.* 23:307-318
- Eriksson, H., Johansson, U. & Kiviste, A. (1997). A site-index model for pure and mixed stands of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Scand. J. For. Res.* 12: 149-157, 1997.
- Fries, J. (1964) Yield of *Betula verrucosa* Ehrh. in Middle Sweden and southern North Sweden. *Stud. For. Suec.* 14, 1 – 303.
- Frisk, J. (1998) Basal area before thinning and relation of site index to site properties for birch-dominated stands in Sweden. Examensarbete i Skogsskötsel Nr 8.
- Fryk, H., Nylinder, M. & Pape, R. (red) (2006). Björktimmer – Förädling, egenskaper och skador. 2:a upplagan. Uppsala. Institutionen för skogens produkter och marknader. SLU.
- Hansson, O. (2002). *Fortsatt gran eller självföryngrad björk efter stormfällning? – En ekonomisk analys*. Examensarbete nr 38. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap.

- Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-aarbio, A., Brunner, A. & Hein, S., (2009). Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth. and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry* Vol. 83.
- Hägglund, B., & Lundmark J.-E. (1982). Handledning i Bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. Del. 2 Diagram och tabeller. Jönköping. Skogsstyrelsen.
- Johansson, T. (1999). Biomass production of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) growing on abandoned farmland. *Silva Fennica* 33(4): 261–280.
- Karlsson, A., Albrektsson, A. & Sonesson J. (1997) Site index and productivity of artificially regenerated *Betula pendula* and *Betula pubescens* stands on former farmland in southern and central Sweden. *Scand. J. For. Res.* 12: 256-263.
- Koivisto, P. (1959). Growth and yield tables. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(8): 1-49.
- Koski, V. & Rousi, M. (2005). A review of the promises and constraints of breeding silver birch (*Betula pendula* Roth.) in Finland. *Forestry*, Vol. 78 (2): 187- 193.
- Lundgren, L.N., Pan, H., Theander, O., Eriksson, H., Johansson, U. & Svenningsson, M., (1995). Development of a new chemical method for distinguishing between *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Scand. J. For. Res.* 25, s. 1097–1102.
- Morén, A-S. Perttu, K,L. (1994). *Regional temperature and radiation indices and their adjustment to horizontal and inclined forest land*. *Studia forestalia Suecica.*, 194: 19
- Nilsson, Å. (2007-02-10). Dominerande klass av rörligt markvatten.[Online] Markinfo. Ståndortskarteringen 83-87. Tillgänglig: <http://www.markinfo.slu.se/sve/mark/mv/mvdom.html> [2012-04-16]
- Oikarinen, M. (1983) Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. *Comm. Inst. For. Fenn.* 113:1-75.
- Pettersson N. & Ståhl Erik G. (2007a) Björkens ståndortskrav och produktion i södra Skogslänsregionen. Slutrapport i Projektet lövskog för bättre ekonomi, miljö och sysselsättning. Högskolan Dalarna
- Pettersson N. & Ståhl Erik G. (2007b). Björk som råvara – egenskaper, virkesförråd, produktion och utnyttjande. Rapport nr 30, Avdelningen för träteknologi. Högskolan Dalarna
- Raulo, J. (1981). Björkboken. Jönköping, Skogsstyrelsen
- Rytter, L. (1998) Löv- och lövblandbestånd – ekologi och skötsel. Uppsala. Skogforsk. Redogörelse nr.8, 1998.
- Skogsstyrelsen. (2011a). Skogsstatistisk årsbok 2011. Jönköping, Skogstyrelsen.
- Stener, L-G. & Jansson, G. (2005) Improvement of *Betula pendula* by clonal and progeny testing of phenotypically selected trees. *Scand. J. For. Res.*, 20:4, s. 292-303

Tegelmark, D.O. (2000). Ståndortsindex och produktion för björk och gran på samma mark. Delrapport 13, Projekt al, asp, björk. Högskola Dalarna.

Tveite, B. Øyen, B-H. (1998). A comparison of site index class and potential stem volume yield between different tree species growing on equal sites in West Norway. Rapport fra skogforskningen 15/98:1-32.

Bilaga A

Beställning från Riksskogstaxeringen

Område:

Gävleborgs län

Data:

Höjd över havet

Bonitetsvisande trädslag

SIS

Bonitet

Fuktighetsklass

Rörligt markvatten

Jordart

Textur

Lutning

Bottenskikt

Fältskikt

Breddgrad

Bilaga B

