



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Skogsmästarskolan



Förutsättningar för att höja inslaget av asp och björk i Västmanland

ALBIN ANDERSSON



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2022:20

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Förutsättningar för att höja inslaget av asp och björk i Västmanland

Prerequisites for increasing the proportions of aspen and birch in Västmanland

Albin Andersson

Handledare: Lars Norman, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Johan Törnblom, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurskod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2022

Omslagsbild: Asp och björkbestånd på kulturjord. Foto: Albin Andersson

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2022:20

Nyckelord: Lövskogsbruk, biodiversitet klimatförändring



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

Svenskt skogsbruk har på senare tid ökat fokus på lövinslag och biodiversitet. Tidigare har skogsbruket varit inriktat på gran och tall, dock börjar intresset lövskogsbruk öka.

Den förändring av klimatet som skett sedan industrialiseringen har ökat jordens medeltemperatur och temperaturökningen och andra klimatologiska förändringar förväntas öka ytterligare. Detta skulle kunna innebära ett ännu större intresse för andra trädslag än gran och tall.

Denna studie har genomförts för att undersöka några möjligheter för att höja inslaget av björk och asp på Sveaskogs markinnehav inom Västmanlands län. Genom att analysera data från Sveaskogs beståndsregister och med studier av den forskning som bedrivits om lövskogsbruk har en uppfattning kunnat skapas av hur asp, björk och hybridasp skulle lämpa sig på de undersökta arealerna.

Resultatet visade att skogsbruk med asp och björk är ett alternativ på Sveaskogs innehav i Västmanland dock med en lägre volymproduktion. Aspen har i tidigare forskning endast undersökts på före detta jordbruksmark och hagmark och därför finns ingen större erfarenhet för hur den producerar på vanlig skogsmark. Björken växer naturligt i huvudsak på liknande marker som gran men har en lägre volymproduktion där än granen. Dock finns det skäl att forska vidare inom ämnet då klimatförändringarnas påverkan på tillväxtperiod och nederbörd kan öka betydelsen för björk och asp inom skogsbruket.

Nyckelord: Lövskogsbruk, biodiversitet, klimatförändring

Abstract

The Swedish forestry has in recent time increased its focus on the proportion of deciduous trees in forests and biodiversity. Earlier forestry has been placing its focus heavily on spruce and pine, the interest in forestry with deciduous trees has increased, however.

The change in the climate that has been taking place since the industrialization has increased Earth's mean temperature and the increase in temperature and other climatological changes is expected to increase further. This could mean a higher interest for alternative species of trees than spruce and pine.

This study has been conducted by investigating some of the possibilities for increasing the elements of birch and aspen in Sveaskog's forests in Västmanland county. By analyzing data from Sveaskog's land register and with studies from the research that has been conducted on deciduous forestry a comprehensive idea has been formed on how aspen, birch and hybrid aspen would fit the investigated land areas.

The results showed that forestry conducted with birch and aspen is an option on Sveaskog's land in Västmanland county but with a lower production. Aspen has in earlier research only been planted on previously cultured land and therefore there is no prior knowledge on how it would perform on regular forestland. Birch mainly prefers the same type of land as spruce, but it does have a lower growth rate than spruce. There is however cause for further studies on the subject since the climate changes effects on growth period and precipitation could increase the importance of birch and aspen in the Swedish/Västmanland forestry.

Keywords: Deciduous forestry, biodiversity, climate change

Förord

Detta examensarbete har utförts med hjälp av data som tillhandahållits av Sveaskogs över deras markinnehav i Västmanland. Eric Sundstedt och Staffan Stenhag har hjälpt till genom deras mera realistiska syn på hur omfattande en rapport av det här formatet kan göras. Min handledare Lars Norman har varit till ovärderlig hjälp med korrekturläsning, utformning av frågeställning och assistans i GIS-programmets alla finesser.

Jag vill tacka alla ovanstående för sin hjälp under arbetets gång

Innehåll

1. INLEDNING.....	1
2. MATERIAL OCH METODER.....	4
3. RESULTAT.....	6
BJÖRK	6
ASP.....	8
GRAN	8
JÄMFÖRELSE MELLAN TRÄDSLAGEN	9
STÅNDORTSINDEX.....	9
AREALER	11
PROGNOSTICERAD SKILLNAD I OCH MED KLIMATFÖRÄNDRINGAR	12
4. DISKUSSION	14
BJÖRK.....	15
ASP	16
GRAN	16
AREALER	17
KLIMAT.....	17
SLUTSATSER.....	19
REFERENSLISTA.....	21
INTERNETLÄNKAR	21
PUBLICERAT MATERIAL	21
FIGURER OCH TABELLER	23

1. Inledning

En viktig faktor för liv på jorden är egenskaperna i jordens atmosfär. Atmosfären består av gaser varav flera som koldioxid, vattenånga och metan går under namnet växthusgaser (Naturskyddsföreningen 2021). Dessa gaser interagerar med värmestrålning genom att stänga in en del av värmen inom jordens atmosfär som därav värms upp innan den strålar ut i rymden.

Genom ett ökat utsläpp av växthusgaser har växthuseffekten i Jordens atmosfär ökat sedan industrialiseringen. Denna ökning bidrar till ett varmare klimat som i sig förändrar förutsättningarna för all form av mänsklig markanvändning så som skogsbruk.

Forskningen om klimatet har resulterat i olika scenarier som ska ge en uppfattning hur växthuseffekten kan komma att påverka i framtiden. Dessa scenarier går under epithetet Representative Concentration Pathway förkortat som RCP. Scenarierna baseras bland annat på olika nivåer av utsläpp av växthusgaser i atmosfären.

Scenariet RCP 4,5 baseras på bland annat på att en kraftfull miljöpolitik, begränsning av utsläpp, omfattande skogsplantering och en befolkning på mindre än 9 miljarder människor kommer att begränsa den globala uppvärmningen till 3,5 °C ökning. Scenariet RCP 8,5 baseras på att koldioxidutsläppen ökar trefaldigt mot dagens utsläpp, att metangasutsläppen ökar, jordens befolkning ökar till 12 miljarder vilket skulle öka markanvändning och att ingen tillkommande klimatpolitik förs.

En högre medeltemperatur kommer enligt det mildare scenariot RCP 4,5 att ge en längre tillväxtperiod i Sverige och medeltemperaturen kommer att stiga med 3,5 °C i och med hela 5 °C enligt scenariot RCP 8,5. Enligt ett av scenarierna Skogliga Konsekvensanalyser 2015, (Claesson et al, 2015) antas tillväxten redan perioden 2020–2029 ha ökat med 5 procent och efter hundra år ha ökat med 38 procent (Cleason et al. 2015). Detta kan komma att påverka skogsbruket på flera sätt. Förutom att tillväxtperioden kan komma att förlängas, kan medelnederbörden komma att öka och risken för extrema väderomslag och skador på skog som påverkas av klimatet kan komma att öka (Ohlsson et al. 2015). Alla dessa faktorer kan komma att förändra hur skogen växer både positivt och negativt.

För ett fortsatt framgångsrikt skogsbruk krävs riskhantering och planering för att klara av de konsekvenser som de kommande miljöförändringarna kan orsaka. Ett av dessa områden att hantera är val av träslag. De träslag som historisk varit viktiga inom svenskt skogsbruk, tall och gran är kanske inte lika gångbara i framtiden (Person 1998, McCarty, et al., 2009). Granen hotas av större populationer av granbarkborre (Skogsstyrelsen 2020), den är extremt känslig för röta, speciellt rottickan. Rottickan, som finns i hela landet, är en rötsvamp som uppskattas finnas i 15 procent av södra och mellersta Sveriges avverkningsmogna granar (Stenlid 1995). Samtidigt växer rottickan till stor del i jorden och blir därför kvar i marken efter avverkning vilket utsätter nästa generation träd för risk för infektion av svampen. Tallen har i en undersökning av Bengt Persson (1998) utvärderats för hur den klarar av klimatförändringarna. I den undersökningen kom

Persson fram till att befintliga bestånd troligtvis inte kommer att påverkas negativt av förändringarna i klimatet då tallen är väl anpassad för hårdare förhållanden, hur klimatförändringarna skulle påverka tallföryngring är dock inte klarlagt. Tallen är mindre känslig för röta men att sätta sin tilltro till endast ett trädslag när man inom skogsbranschen och samhället i stort önskar mer biodiversitet kan tolkas som kontraproduktivt. Det skulle även kunna ses som en ekonomisk risk att satsa alla sina resurser på en art. Därför bör åtminstone förutsättningarna för att öka inslaget av andra trädslag undersökas. Då de inhemska träslagen inte innefattar några nya lämpliga barrträd och contortatallen i nuläget inte får planteras söder om den sextionde breddgraden så blir det i praktiken tal om lövträd.

Efter överläggningar med handledare, Lars Norman och examinatore, Eric Sundstedt och Staffan Stenhag har valet av trädslag i denna studie begränsats till asp och björk. Av de lövträd som finns i Sverige är aspen (*Populus tremula*) och de båda björkarterna (*Betula pendula* och *Betula pubescens*) bland de absolut vanligaste (Skogskunskap 2021). Aspen har även korsats med sin nordamerikanska variant (*Populus tremuloides Michx.*) för att få fram en hybrid mellan de två arterna (*Populus tremula x Populus tremuloides Michx.*) som har högre tillväxt än sina föregångare. Speciellt hybrid Aspen har varit föremål för flera studier inom det svenska skogsbruket på grund av sin höga tillväxt och det ansågs att studien skulle komma till korta genom att utesluta den.

Björken är det vanligaste av de två träslagen och är spridd över hela Sverige och en vanlig syn på skogar i röjningsfasen. Björken är ett pionjärträd vilket betyder att den har en snabb etablering i sin ekologiska nisch. Genom sin snabba fröproduktion och en spridning som kan ske upp till 500 meter kan den föröka sig över stora arealer. Detta tillsammans med en hög tillväxt i sin ungdomsfas och att björken är tålig och klarar av att överleva norr om Limes Norrlandicus är bidragande faktorer till att björken är Sveriges absolut vanligaste lövträd.

Aspen är det andra vanliga trädslaget och även det är ett pionjärträd med en snabb etablering och kraftig tillväxt i sin ungdom. Aspens vanligaste förökningsätt är kloning genom sina rotskott, ett naturligt bestånd av asp är oftast naturligt klonat från en moderväxt. (Rytter, et al. 2014).

Västmanland är ett län i Sverige som består av två olika naturregioner, Bergslagen och Mälardalen. Bergslagen ligger till stor del på högre mark och är rik på moränmark medan Mälardalen består till största delen av sorterade jordar som över tid har använts för jordbruk och djurskötsel. De norra delarna av Västmanland är formade av en tillbakagående inlandsis som format marken till djupa dalgångar kantade av höjder som ofta reser sig ovanför högsta kustlinjen. I den södra halvan av Västmanland sluttar marken nedåt mot Mälardalen, marken där har legat till större del under högsta kustlinjen och under inlandsisens tillbakagång har marken svallats av smältvatten och blivit mer finfördelad än i norra Västmanland (Magnusson 1997).

Frågeställningen till denna studie blev följande:

- Hur stor del av den undersökta arealen är lämplig för lövskogsbruk med fokus på trädslagen vårtbjörk, asp i nutid och i perspektiv av klimatförändring?
- Hur prognosticeras klimatet och därmed fuktighet och tillväxt i Västmanland påverkas av miljöförändringarna.

2. Material och metoder

Denna studie inleddes med en litteraturstudie där aktuell litteratur studerades och summerades för att skapa en uppfattning över vilka faktorer som styr aspens och björkens produktion. Litteraturinsamlingen följdes av studier hur stor andel av undersökningsområdet som skulle lämpa sig för odling av asp och björk. Detta kompletterades sedan med ytterligare studier av litteratur och scenarier gällande hur klimatet prognostiseras påverka växtbetingelser för asp och björk i framtiden.

Den andra delen av studien har gjorts grundat på data som tillhandahållits av Sveaskog. Datan täcker hela Sveaskogs markinnehav inom Västmanlands län och anger markens jordart, markfuktighet, markflorotyp, trädslag, trädslagsfördelning, GYL (grundförhållanden, ytstruktur och lutning) och ståndortsindex. Datafilerna som tillhandahållits omfattar 121 936 hektar vilket motsvarar 23,8 % av Västmanlands areal. Dock ska Sveaskog enligt deras hemsida ha en produktiv areal i Västmanlands län 72 600 hektar. Efter samtal med Sveaskog har slutsatsen om detta blivit att större datafiler utan någon markdata har funnits i anslutning i filerna. Detta har gjort materialet svårtolkat även om arealerna med fullständiga markdata överstiger 72 600 hektar (Sveaskog 2022).

Västmanland har delats upp i två geologiska områden, Mälardalen och Bergslagen. Bergslagen har utgjorts av Sala, Norberg, Fagersta, Skinnskatteberg och Surahammar kommuner. Mälardalen har utgjorts av Västerås, Hallstahammar, Köping, Arboga och Kungsör kommuner.



Figur 1. Karta över Västmanlands län med kommungränser.

Ståndortsindex för gran har registrerats i tabeller och i fallande ordning jämförts med sin motsvarighet för de övriga trädslagen. Detta har gjorts med hjälp av funktioner som utformats av Tord Johansson (2006) vilket har kunnat ge en bild av björkens och aspens potential på samma mark som granens.

Grundfunktionen är följande: $SI_i = a + b * SI_j + \epsilon$. Här motsvarar a det linjära värdet på y – axeln, b motsvarar det linjära värdet på x – axeln och ϵ motsvarar feltermen som här är 0.

Tabell 1. Tabell med parametrar för att konvertera ståndortsindex mellan trädslag (Johansson 2006)

Table III. Equations for converting site index (SI) between species i and j , based on the linear equation $SI_i = a + b * SI_j + \epsilon$.

Species		n	RMSE	r^2	Parameter a		Parameter b		
i	j				Estimate	Confidence limit	Estimate	Confidence limit	
1a	Ns	A	46	2.063	0.32	10.872	± 4.910	0.504	± 0.220
1b	A	Ns	46	2.328	0.32	7.896	± 6.230	0.643	± 0.280
2a	Ns	Ca	21	2.059	0.51	0.438	± 9.200	0.836	± 0.390
2b	Ca	Ns	21	1.763	0.51	10.665	± 5.530	0.613	± 0.290
3a	Ns	Ga	20	1.360	0.45	12.017	± 5.180	0.433	± 0.230
3b	Ga	Ns	20	2.677	0.45	1.418	± 12.200	0.940	± 0.570
4a	Ns	Sb	39	2.047	0.48	9.276	± 4.680	0.609	± 0.210
4b	Sb	Ns	39	2.349	0.48	4.174	± 6.190	0.781	± 0.273
5a	Ns	Db	37	1.969	0.31	12.483	± 5.480	0.501	± 0.260
5b	Db	Ns	37	2.190	0.31	6.930	± 7.360	0.620	± 0.320

Note: SI_i and SI_j are the indices for species i and j , a and b are regression coefficients, and ϵ is the error term. Ns =Norway spruce; A =European aspen; Ca =common alder; Ga =grey alder; Sb =silver birch; Db =downy birch.

Tabell 2. Parametrar för att konvertera ståndortindex mellan trädslag (Johansson 2006)

Från	Till	Parameter a	Parameter b	ϵ
Gran	Vårtbjörk	9,276	0,609	ϵ
Gran	Asp	10,872	0,504	ϵ

Vidare användes hemsidan Skogskunskaps beräkningsverktyg för att ge vägledning i vad ståndortsindexen har för prognostiserad bonitet. Detta verktyg är en räknedurra baserad på Skogshögskolans boniteringssystem som använder beståndets ålder, ståndortsindex och geografiskt område inom Sverige som indata för att ta fram bonitet. Med hjälp av det här verktyget gavs en indikation över markens produktionsförmåga.

För att denna studie ska spegla den föränderliga miljö som skogsbruket står inför, används klimatscenerierna RCP 4,5 och RCP 8,5. Dessa har granskats av SMHI, SLU och Skogsstyrelsen ur ett skogligt och klimatologiskt perspektiv. Ur de institutionernas rapporter har en modell skapats för hur klimatet kan komma att utvecklas. Enligt RCP 4,5 kan medeltemperaturen öka med 3 °C medan i scenariot RCP 8,5 kan medeltemperaturen öka 5 °C fram till sekelskiftet 2100. Genom detta har man kunnat bedöma hur de prognosticerade förändringarna kan komma att påverka skogsbruket.

3. Resultat

Björk

Båda arterna av björk är pionjärträd med snabb etablering och med snabb tillväxt i sin ungdom och förökar sig naturligt via stubbskott eller via frö. Björkarterna är ibland svåra att skilja på och förekommer på samma ståndorter men skiljer sig något åt i preferens för markfuktighet. Glasbjörken växer ofta på fuktigare marker än vårtbjörken medan vårtbjörken har en högre tillväxt på frisk mark än glasbjörken (Rytter, et al. 2014). Ytterligare en faktor som skiljer de båda björkarterna åt är deras tålighet för sura marker då glasbjörken är mer känslig för marker med lågt pH än vårtbjörken. Vid plantering av björk används förädlat material i huvudsak av vårtbjörk. (Rytter, et al. 2014). Plantering av björkplantor är dock ovanlig i Sverige på grund av att planteringen av björken ofta har sämre lönsamhet än när man planterar gran. Den sämre lönsamheten beror huvudsakligen på att björken är attraktiv för vilt och därför rekommenderas att hägnas in vilket medför en fördyrad anläggningskostnad.

Vårtbjörken har ett övertag gentemot glasbjörken i sin vitalitet. I en studie från 2013 (Hytönen et al. 2013) visade sig vårtbjörken ha en betydligt högre överlevnad i plantstadiet. Med en överlevnad på 67,6 procent på kulturjord och 82,6 på mineraljord i förhållande till glasbjörkens överlevnad som var 54,6 procent på kulturjord och 74,5 procent på mineraljord.

I tidigare försök har vårtbjörken varit objekt för studierna på grund av dess större produktionspotential. Detta för att glasbjörken har haft en produktion som ligger på 60 – 82 procent av vårtbjörkens produktion (Hytönen, et al., 2013) på frisk mark som majoriteten av sampelytan består av. På fuktig mark anses de producera lika (Karlsson et al., 2008). Dock fann Hytönen att vårtbjörken hade en signifikant högre överlevnad på både mineraljord och kulturjord i sitt plantstadium.

I frågan om björk ska tas in i det mer traditionella hyggesskogsbruket i Sverige jämförs den oftast med granen. Detta för att granen och björken frodas på mer likartade marker än tallen (Skogskunskap 2021). Tallen är bättre utvecklad för torrare och mer grovsandiga jordar och förekommer sällan på samma ståndorter som björken (Rytter, et al. 2014).

Björken har enligt Hägglund et al. (1982) svårt att konkurrera med granen och uppnådde inte samma produktion på någon mark utom på de svagare boniteterna. Enligt Tegemark (2000) ska vårtbjörk dock ha möjlighet att konkurrera med granen på bördigare marker som saknar rörligt markvatten.

Enligt en rapport från SLU (Stenlid et al. 1995) är lövträd i mer resistent mot rotticka än både granen och tallen. Rottickan (*Heterobasidion annosum*) är indelad i två undergrupper Den ena som benämns S-gruppen angriper främst gran medan den andra som benämns P-gruppen främst angriper tall men angriper även andra trädslag som gran, lärk och olika lövträdsarter. I rapporten jämfördes de båda björkarternas resistens mot de två formerna av rotticka. Resultaten var att vårtbjörken är mindre känslig för S-gruppen med en infektionsfrekvens på 25

procent mot glasbjörkens 38 procent. I resistens mot P-gruppen var frekvensen för vårtbjörken 67 procent mot glasbjörkens 16 procent (Stenlid et al 1995).

Av de data som tillhandahållits har det framgått att 66 769 ha det vill säga 54,8 procent av totalarealen i Sveaskogs innehav i Västmanland är klassad som frisk och 8210 ha eller 6,7 procent är fuktig. Dessa markfuktighetstyper är den typ av mark som asp och björk lämpar sig på,-samtidigt är det också den mark som gran har bäst förutsättningar. Sammanlagt innebär detta att 61,5 procent av totalarealen som utgör bas för undersökningen lämpar sig för skogsbruk med asp och björk från markfuktighetssynpunkt.

De ståndortstyper som ansågs lämpliga för björk var alla marker som har lika höga eller högre bonitet än blåbärstyp. Allting sämre än blåbär på skalan för ståndorter ansågs inte vara näringsrikt nog för att göra de mer näringskrävande lövträden vitala. (Hägglund et al.1982)

Tabell 3. Granmarker i Västmanland fördelad på ståndortsindex med dess motsvarande värde för vårtbjörk enligt Johansson (2006)

Gran	Björk		
Ståndortsindex	Ståndortsindex	Areal	procent
16	20	10,6	0,04 %
17	21	0	0,00 %
18	22	35	0,12 %
19	22	25,4	0,09 %
20	23	177	0,62 %
21	23	152	0,53 %
22	24	557	1,96 %
23	24	411	1,44 %
24	25	3006	10,56 %
25	25	1804	6,33 %
26	26	5675	19,93 %
27	26	3450	12,12 %
28	27	6478	22,75 %
29	27	2435	8,55 %
30	28	4261	14,96 %
Summa		28 477	100,00%

Den nuvarande arealen med gran i undersökningen utgör 28 477 hektar vilket motsvarar 23,4 procent av sampeldatan. Marker som domineras av gran ligger i majoritet på mark där granen är överlägsen vårtbjörken i sin produktion men på

svagare marker är vårtbjörken starkare än granen. Dessa svagare marker motsvarar 15,36 procent av sampeldatans yta.

Den mark där man har belägg för hur björken växer är utifrån Skogshögskolans boniteringssystem är marker med ståndortsindex mellan 20 och 28 vilket är totalt 28 477 hektar eller 23,4 procent sampeldatans areal. Osäkerhet finns dock då 32,1 procent av sampelarealen saknar heltäckande avdelningsdata.

Asp

Aspen är ett pionjärträd som förökar sig via frön eller kloning (Skogskunskap 2021). Aspens fröproduktion är hög och fröna är mycket lätta och kan spridas 400 – 500 meter från moderträdet men den kräver en hög temperatursumma för att fröna ska produceras (Karjanmma T.L et.al 2004) vilket varierar fröproduktionen från år till år. Aspens frön är också kortlivade med en medellivslängd på fyra veckor. De kräver fuktig mark för att gro framgångsrikt vilket gör att aspens frön är mycket beroende på det aktuella årets faktorer för att etablera sig. Detta göra att aspens fortplantning ofta sker via egen kloning. Detta sker via rotskott som skjuter fram under störningar på trädets stam som vindfällning eller avverkningsskador (Wikars et al. 2010).

Aspen och hybrid Aspen har varit ämne för ett flertal studier men har inte prövats på mineraljord utan endast kulturjord. Aspen har en potential till produktion på 12 m³sk/ha/år på god skogsmark men kan på gammal kulturjord producera 20 – 25 m³sk/ha/år (Elfving 1986, Opdahl 1992 Stener et al. 2004). Hybrid Aspen kan enligt Skogsstyrelsen ha en ännu högre produktion på 25 – 30 m³sk/ha/år vilket även är resultatet ifrån försök genomförda med hybrid Asp av Lars Christersson (2009).

Hybrid Aspen är en korsning mellan den nordamerikanska aspen och den europeiska aspen. Den har odlats för att få fram en mer tillväxtkraftig art och har Hybrid Aspens resistens mot rottickan. Rottickeresistensen undersöktes i en studie av Stenlid (1995), där visade sig hybrid Aspen en infektionsfrekvens på 48 procent mot S-gruppen och 8 procent mot P-gruppen. Den vanliga aspen undersöktes inte i den studien.

Aspen har enligt skogsskötselserien del 9 (Rytter et al. 2014) ett minimikrav på att marken är minst lågörtstyp eller gammal kulturjord. Detta gör att aspen endast lämpar sig för 8 300 hektar vanlig skogsmark i sampeldatan eller 6,8 procent av marken.

Gran

Gran är ett sekundärträd med en preferens för frisk och fuktig mark, den har en långsam etablering och tillväxt i sin ungdom men är både skuggresistent och klarar av täta bestånd vilket hjälper den att konkurrera mot redan etablerade trädslag (Skogskunskap 2021). Den har en högre eller lika stor produktionspotential som vårtbjörken på 84,6 procent av sampeldatans areal.

Granen är mer känslig för rotticka än både asp och björk. Enligt en skaderapport från SLU (Stenlid 1995) bedöms 15 procent av Sveriges granar vara utsatta för

röta vid avverkning. Granen har de senaste åren varit offer för en ökad population av granbarkborre. Enligt en inventering av skadorna av granbarkborre beräknades att 3,8 miljoner m³sk i Svealand var påverkat av granbarkborre 2020 Wolf et al (2020).

Granen har på bättre marker en betydligt högre tillväxt än björk (Tegelmark 2000; Johansson 2006) och björken kan på bättre boniteter endast konkurrera med granen på marker som är av lågörtstyp, saknar rörligt markvatten helt eller under kortare perioder samt har en måttlig höjd över havet. Tegelmark (2000) rekommenderar marker på breddgrad 60 – 61°N på ett uppskattat ståndortsindex mellan B24 – B26.

Jämförelse mellan trädslagen

Ståndortsindex

Tabell 4. Ståndortsindex av gran konverterad till vårtbjörk och asp.

Ståndortsindex Gran	Ståndortsindex asp	Ståndortsindex Vårtbjörk
14	18	19
16	19	20
18	20	22
20	21	23
22	22	24
24	23	25
26	24	26
28	25	27
30	26	28
32	27	29
34	28	30
36	29	31

Enligt konverteringsformler framtagna av Tord Johansson (2006) är produktionen för både asp och vårtbjörk underlägsen granen på nästan alla marker. Detta stämmer överens med Hägglund & Lundmarks Bonitering del 2 (1982) där björken har svårt att konkurrera med gran på alla marker och tall på sämre boniteter. För aspen finns inga säkra formler som översätter ståndortsindex till bonitet.

Tabell 5. Boniteter i förhållande till ståndortsindex enligt Hägglund & Lundmark (1982)

	Gran		Tall	Vårtbjörk
	Bonitet Örtyper Grästyper och Mark utan fältskikt	Bonitet Blåbärstyp och sämre	Lingontyp och bättre	Alla marker
Ståndortsindex				
10		1,5	1,4	
12		2,0	1,9	
14		2,6	2,4	
16	3,6	3,1	2,9	
18	4,3	3,8	3,6	
20	5	4,5	4,3	3,2
22	5,8	5,3	5,1	4,2
24	6,6	6,1	5,9	5,3
26	7,5	7	6,8	6,5
28	8,4	8,0	7,7	8
30	9,3		8,8	
32	10,4			
34				
36				

Arealer

Tabell 6. Fördelning av sampeldatans arealer på markfuktighetstyper

Arealer markfuktighetsklasser		Procent av arealen
Torr mark	6396	5,2%
Frisk mark	66 769	54,8%
Fuktig mark	8210	6,7%
Blöt	1401	1,1%
Mark där data saknas	39 160	32,1%
Summa	121 936	100,0%

Tabell 7. Fördelning av sampeldatans arealer på olika markvegetationstyper

Bonitetsarealer		
Lav	114	0,1%
Lavrik	750	0,6%
Fattigris	328	0,3%
Kråkbär - Ljung	2574	2,1%
Lingon	6496	5,3%
Blåbär/lingonmark	5595	4,6%
Blåbärsmark	32 789	26,9%
Starrfräken	346	0,3%
Smalbladig grästyp	17 793	14,6%
Bredbladig grästyp	7379	6,1%
Fältskikt saknas	2315	1,9%
Lågört	7404	6,1%
Högört	896	0,7%
Mark där data saknas	23 636	19,4%
Mark markerat noll	13 521	11,1%
Summa	121 936	100,0%

Frisk mark är den dominerande markfuktighetsklassen med 54,8 procent av sampelarealen. Denna markfuktighetsklass rekommenderas av Tegemark där skogsbruk ska bedrivas med björk. Aspen rekommenderas även den på frisk mark (Skogskunskap 2021). Osäkerhet finns dock för den delen av marken som saknar klara data om markfuktighetsklasser vilket utgör 32,1 procent av arealen.

Markvegetationstyp av blåbär och blåbär/lingon utgör 26,9 respektive 4,6 procent av marken. Enligt Tegemark ska all mark bättre än blåbärstyp vara passande mark för björk, detta motsvarar totalt 61,1 procent av sampelarealen. Liksom med markfuktighet finns det en osäkerhet då 19,4 procent av sampelarealen saknar data och 11,1 procent är markerat med noll.

Prognosticerad skillnad i och med klimatförändringar

Genom att analysera olika klimatscenarier i SKA-15 har man simulerat hur förändrade faktorer kan komma att förändra tillväxten mellan 1971–2100. Denna data är endast kopplad till hur man beräknar att virkesförrådet kommer att utvecklas med olika nivåer av avverkning med dagens virkesförråd. Olika skötselprogram och skogsbruk med andra trädslag räknades inte med i rapporten.

Den nuvarande vegetationsperioden är 195 dagar (Ohlsson A. et al. 2015). Enligt RCP 4,5 bedöms tillväxtperioden i Sverige öka med 4 – 8 veckor med större skillnad södra Sverige än i norra delen av landet. I Västmanland beräknas RCP 4,5 vegetationsperioden inom de närmaste 20 åren ska öka med 1 – 2 veckor och att den till sekelskiftet ska ha ökat med 7 veckor. RCP 8,5 räknar med att vegetationsperioden kommer att öka till runtom 80 dagar i slutet av seklet för Västmanland.

Medeltemperaturen beräknas öka med 4 °C i norra Västmanland och 6 °C nedåt Mälardalen. Medeltemperaturens ökning väntas också medföra en ökning av antalet dagar med värmebölja enligt SMHI. En värmebölja definieras SMHI som en sammanhängande period med en medeltemperatur på över 20 °C. Flera olika definitioner finns internationellt men i Sverige finns ingen allmänt accepterad definition. Enligt RCP 4,5 beräknas antalet värmeböljedagar öka från det nuvarande medelvärdet av 3,3 dagar till 7 dagar medan RCP 8,5 prognosticerar ökningen till upp till 21 dagar.

Tabell 8. Ökningen av nederbörden fram till 2100 enligt RCP 4,5 och RCP 8,5

Nederbördsökning	Vinter		Vår	Sommar	Höst
RCP 4,5	15 - 20%		15 - 20%	10 - 20%	10 - 20%
RCP 8,5	30 - 40%		30 - 40%	10 - 20%	10 - 20%

Nederbörden förväntas öka enligt både RCP 4,5 och RCP 8,5 under det kommande århundradet. Båda scenarierna förväntas ge en påtaglig men ospecificerad ökning de närmaste 23 åren efter att rapporten gavs ut.

Utifrån dessa scenarier bedömer SKA 15 att nederbörden kan komma att öka i hela Sverige men att risken för torka kommer att öka under sommarmånaderna då dagarna med låg markfuktighet väntas öka från de nuvarande 15 dagarna till 25 – 30 dagar enligt RCP 4,5 och 35 – 45 dagar enligt RCP 8,5. I båda scenarierna är den prognostiserade förändringen i klimat mellan sommar och höst densamma. RCP 8,5 har dock en kraftig skillnad mot RCP 4,5 på vintern och våren.

Studier har gjorts för att undersöka hur granen och tallen kommer att påverkas av klimatförändringarna (Bradshaw et al 1992, Persson 1998). Enligt Bradshaw et al. (1992) kan granens naturliga gräns flyttas norrut på grund av ändrat klimat. De avråder att plantera gran i södra Sverige och menar att speciellt monokulturer med gran är sårbara för stormar som räknas bli mer intensiva. Andra skador nämndes i

studien men var ospecificerade. I sin rekommendation för andra trädslag föreslår de bland annat asp och båda arterna av björk som möjliga alternativ till granen då deras biologiska förutsättningar är bättre lämpade för södra Sverige i sken av förändrat klimat.

Bengt Perssons (1998) studie beskriver att tallen kommer att påverkas mer positivt av det ändrade klimatet. Persson menar att den högre medeltemperaturen kommer att öka produktiviteten på tallen i södra Sverige såväl som Sverige i helhet. Det kommer dock kräva en större hänsyn till härkomst när man använder förädlat frömaterial vid föryngring då föräldrträdet kan vara anpassat till ett klimat som inte kommer överensstämja med den förändring i lokalklimatet som den väntade uppvärmningen kan komma att ge.

4. Diskussion

Västmanland är mitt hemlän och är det län jag är geografiskt mest bekant med. Länets delade geografi ger en differens i topografi och geologi mellan Bergslagen och Mälardalen som delar länet i två zoner som jag anser är fascinerande ur en skogsbrukares synpunkt. Från de skiftande höjderna runtom Riddarhyttan, Skinnskatteberg och Fagersta nedåt till den mer utjämnade slättmarken runtom Köping och Västerås gör att man inte skulle kunna göra ett beslut rörande Västmanlands mark utan ett rikt informationsunderlag.

Under min kontakt med skogsbranschen har frågan om varierat skogsbruk med fler trädslag kommit upp flera gånger i diskussioner och i föreläsningar. Samtidigt har frågan om biodiversitet nämnts från fler intressenter i skogen där det svenska skogsbruket i huvudsak bara använder gran och tall. När både certifieringsstandarderna PEFC och FSC trycker på högre lövandel i skogarna och projekt pågår för att öka artrikedomen inom skogen så borde möjligheterna öka för att driva lönsamt skogsbruk med lövträd.

När jag började lägga upp hur mitt examensarbete skulle bedrivas tittade jag på hur man skulle kunna jämföra bestånd med olika trädslag. Inom ramarna för det material jag hade att tillgå kom jag fram till att det var mest tillförlitligt att titta på trädslagsrena bestånd. En sådan varierad uppgift som att jämföra förutsättningarna för olika trädslag i blandbestånd skulle ha krävt en mer omfattande studie än vad jag kunde genomföra inom ramarna för mitt kandidatarbete.

Detta var orsakerna till att jag valde det här ämnet för min kandidatuppsats. Att våra förutsättningar för skogsbruk ändras i och med förändrat klimat och andra prioriteringar inom skogsbruket, bland annat önskan om ökad biodiversitet, gjorde att frågan blev intressant. Sedan föll det naturligt att applicera undersökningen på ett område jag själv var som mest bekant, vilket gjorde att beslutet föll på Västmanland. Jag begränsade studien till Västmanlands län i stället för en specifik region då jag ansåg att en undersökning på en region skulle vara svår att specificera. Även om den geografiska regionen Bergslagen fanns nära till hands sträcker den sig utanför Västmanland och att få tag på ett markdataunderlag för en region som endast är definierad av osäkra definitioner skulle ha gjort arbetet osäkert. Jag ansåg det därför mera korrekt att bedriva arbetet innanför en mera allmänt accepterad gräns som Västmanlands län.

Syftet med denna studie har varit att försöka besvara frågeställningarna:

- Hur stor del av den undersökta arealen är lämplig för lövskogsbruk med fokus på båda arterna av björk och asp såväl i nutid som i perspektiv av klimatförändring?
- Hur prognosticeras klimatet och därmed fuktighet och tillväxt i Södra Västmanland påverkas av miljöförändringarna.

Under arbetets gång har datamaterialet som funnits att tillgå till Västmanlands material varit begränsad. Sveaskogs innehav i länet är långt ifrån heltäckande och

en undersökning med bättre underlag borde göras ifall lövskogsbruk i Västmanland i någon större utsträckning ska bedrivas. Ytterligare en svaghet i studien är att aspen saknar ett bra underlag för produktionspotential på annan mark än kulturjord vilket bara 6,8 procent av marken kan utvärderas för aspens räkning.

Björk

Björken har en god möjlighet att bli ett alternativ på medelgoda till goda marker inom Västmanland om man bedömer utifrån ren produktionspotential. På de bättre ståndorterna är dock granen bättre lämpad ur produktionssynpunkt än björken med en högre produktionspotential. Samtidigt är tallen mer lämpad än björken på de sämre markerna. Baserat på sådana fakta blir odling av björk i stället för gran och tall svårt att försvara om inte andra faktorer vägs in som värdet av biodiversitet, avsättning för att uppfylla certifieringskrav eller ståndortsanpassning för att trädslag som passar marken bättre än gran och tall. I skenet av de kraftiga förändringarna i medeltemperatur och nederbörd kommer förmodligen de här förutsättningarna förändras men det kommer att behövas mer forskning på ämnet för att få ett bättre underlag.

En sak som dock talar för björken gentemot granen är dess snabba och billiga etablering. Björken och granen överlappar båda i sina preferenser för ståndorter men är också distinkt skilda i sina överlevnadsstrategier. Granen är ett sekundärträd som etablerar sig långsamt i förhållande till björken och kräver ofta att man sätter plantor, vilket är den vanligaste förnygringsmetoden. Björken är ett pionjärträd som fortplantar sig i stora mängder och på större avstånd än granen vid självförnyring genom sin fröspridning. Björken är också attraktiv för viltbetning vilket gör att framtagna plantor lätt blir angripna av vilt samtidigt som de utsätts för konkurrens för naturligt uppkomna plantor. Därför finns det i nuläget mer som talar för självförnyring av björk än förnyring med förädlade plantor.

Om rotticka finns så har björken stora fördelar framför granen. Björken kan användas som alternativ när ett tidigare avverkat granbestånd har varit drabbat av rotticka för att minska risken för framtida skador. Enligt Stenlids undersökning om hur rottickan drabbar olika trädslag så visar resultatet att de båda björkarterna är mer resistenta mot svampen än granen men att de fortfarande löper risk för att drabbas. Glasbjörk och vårtbjörk hade en omvänd resistens mot båda varianterna av rotticka med glasbjörken mer resistent mot P-gruppen och vårtbjörken mer resistent mot S-gruppen. Detta sätter kravet på markägare att planera sin förnyring efter vilken grupp av rotticka det finns i marken om denne vill använda björk på rötpåverkad mark.

Om björken ska användas storskaligt som en ersättning till gran på flera ståndorter bör forskning och undersökning bedrivas på vilka typer av utmaningar och skador som rena björkbestånd kan drabbas av. Om björken skulle odlas på en större areal inom skogsbruket bör risken att skadeinsekter som björksplintborren öka. Det antagandet baseras på att björksplintborren, liksom granbarkborren nu, gynnas av de monokulturer skogsbruket idag består av. Denna möjliga problematik intensifieras också i och med de förbättrade förutsättningarna till etablering som kommer av de längre torrperioderna. Sammantaget skulle detta kunna leda till en

tröskeleffekt som ökar populationen av skadeinsekter på grund av en ökad tillgång till yngelmaterial.

Asp

Olikt björken så har det inte skett några undersökningar för att göra vetenskapliga funktioner för aspens produktionspotential på olika marker. Dock har man gjort undersökningar på ett antal försöksytor på olika platser i Sverige, specifikt på gammal åkermark där man undersökt hur aspen producerar på dessa ytor. På grund av det relativt nya intresset för asp i svenskt skogsbruk där man i huvudsak började etablera försöksytor för asp först på 1990 – talet har man inte tagit fram några säkra funktioner för aspens bonitet. De försöksytor som lagts ut har utslutande varit på gammal jordbruksmark och uppskattningarna för hur aspen växer på skogsmark begränsas av den hittills ofullständiga forskningen. Därför är aspen ett svårt träd att beräkna bonitet för på andra marker än kulturjord och har kunnat ge ett begränsat resultat för studien.

Aspens potential i Västmanland utanför marker med gammal kulturjord går inte utifrån det tillgängliga materialet att dra några belagda slutsatser ifrån. Bruket att använda aspen som naturvärdesträd och att i huvudsak plantera det på kulturjord lämnar mycket osäkerhet om hur den skulle prestera på mineraljord. För att få en uppfattning om aspen är ett möjligt alternativ inom skogsbruket bör vetenskapliga försök på mineraljord göras. Dessa försök bör vara inriktade på att undersöka aspens produktion och för att därigenom få fram vetenskapligt belagda funktioner för aspens produktionspotential på olika ståndorter.

Aspens har potential som ersättare för granen på kulturjord om man baserar argumentet endast på produktionsfaktorer. Aspen har en känt hög produktion på kulturjord 12 m³/ha/år på medan hybrid Aspen har en produktion på 25 – 30 m³/ha/år. Detta är en avsevärt högre produktion än vad granens produktion på 8 – 11 m³sk/ha/år på det högsta boniteterna i sampelarealen.

Gran

Granen är enligt flera källor under press från både biotiska och abiotiska faktorer nu och i framtiden. Granen är mycket känslig för stormar och riskerar därför ökade stormskador i framtiden då ökade vindar i södra Sverige kommer öka risken för storm.

Granbarkborren är ytterligare ett problem som granen redan nu lider av. I dagens läge orsakar granbarkborren skador för miljardbelopp på grund av ökade populationer sedan 1970 – talet. I ett fortsatt skogsbruk med gran bör man titta på möjligheterna att bedriva sitt skogsbruk med mer ståndortsanpassade modeller som hjälper granen att klara sig mot angrepp av granbarkborre.

Röta finns inom 15 procent av Sveriges avverkningsmogna granar enligt skogsskaderapporten från Skogsstyrelsen. En sådan kvalitetssänkning kan vara ett argument för om andra trädslag bör övervägas när förnygring av redan angripna bestånd ska planeras. Båda björkarterna har visat en högre resistens mot rotticka än granen och båda växer på samma typ av mark som granen vilket gör de till ett potentiellt alternativ till granen på de svagare markerna som gran och björk har gemensamt. På de bättre markerna är aspen ett alternativ till granen ifrån en ren

produktionssynpunkt. Med hybridaspens nära dubbelt så höga produktion på samma mark bör undersökningar göras om hybridaspens korta omloppstid hjälper den att konkurrera med granen i lönsamhet.

Utifrån de nuvarande siffrorna gjorde jag en jämförelse med hjälp av Rune Ollas (1980) utbytesfunktioner där träden sattes sida vid sida med en räntesats på 3 procent och där timmerandelen på björk var 42 % asp var 42 % och granen var 58 %. Trädslagen fick jämföras på lika hög ålder för att göra andelen timmervärdiga träd högre på alla trädslag. Priserna för björk och gran är hämtade från Mellanskog medan priserna för aspen är hämtade från Sydved. Nödvändigheten av att röja björkens intensivt i flera åtgärder har lett i den här jämförelsen att dess värde är lägre än granens och aspens. Detta ger ett teoretiskt likvärdigt värde på granen och aspen men ett lägre värde på björken. Se Tabell 9 på nästa sida.

Arealer

Sveaskogs markinnehav i Västmanland består enligt de data som ingår i denna undersökning i majoritet av frisk mark med små arealer torr och fuktig mark och en mycket liten procentandel blöt mark. Hela 32,1 procent av sampeldatan saknar information om markfuktighet och därför bör inte för långtgående slutsatser dras utifrån denna undersökning.

Klimat

Klimatet är i framtiden en faktor som kommer att ändras vilket i sin tur kommer ändra de faktorer som påverkas av klimatet som nederbörds mängder och tillväxtperiod. Enligt SMHI kommer klimatet i både scenerierna 4,5 och 8,5 att bli varmare i Västmanland.

Enligt SMHI kan nederbörden öka enligt både scenario 4,5 och 8,5 med tyngdpunkt på vintern men öka även på sommaren. Om nederbörden korrelerar med en förlängd tillväxtperiod finns det anledning att tro på en förhöjd tillväxt i skogen på både bestånds, landskaps och på nationell nivå i Sverige.

Tillväxtperioderna kommer att förlängas med ett prognosticerat minimum på 7 veckor samtidigt som nederbörden får en minimiökning på 10 – 15 procent. Samtidigt kommer enligt båda scenarierna framtida värmeböljor bli betydligt längre än vad de har varit tidigare, även med RCP 4,5:s lägre prognos. 7 dagar är ändå dubbelt så högt medelvärde än vad det varit under tidigare år. Hur mycket humiditeten och andra faktorer som påverkar boniteten bör forskas på för att få veta om denna ökning av tillväxtperioden faktiskt leder till mer tillväxt eller om det blir en avstanning mitt i sommaren för att med den högre torkan avstannar all aktuell tillväxt. Detta bör beaktas när man planerar i framtida förnygringar då förutsättningarna för de nya träden kommer drastiskt förändras under dess livstid.

Tabell 9. Jämförelse i markvärde vid nuvärdesberäkningar för föryngring med björk, asp och gran.

Asptimmer	Aspmassaved	Björkmassaved	Björktimmer	Grantimmer	Granmassaved
475 kr	290 kr	300 kr	485 kr	520 kr	280 kr

År	Björk	Kostnad	Intäkt	Nuvärde
0	Föryngring	- 7 000 kr	- kr	- 7 000 kr
5	Röjning 1	-2 000,00 kr	- kr	- 1 725 kr
10	Röjning 2	-2 000,00 kr	- kr	- 1 488 kr
15	Röjning 3	-3 000,00 kr	- kr	- 1 926 kr
30	Gallring 1		10 500 kr	4 326 kr
40	Gallring 2			- kr
65	Slutavverkning		107 025 kr	15 670 kr
			Summa:	7 857 kr
			Evighet:	1,2044
			Markvärde:	9 463 kr

År	Asp	Kostnad	Intäkt	Nuvärde
0	Föryngring	- 8 000 kr	- kr	- 8 000 kr
5	Röjning 1	- 2 000 kr	- kr	- 1 725 kr
10	Röjning 2	- 4 000 kr	- kr	- 2 976 kr
30	Gallring 1		10 150 kr	4 182 kr
45	Gallring 2		20 000 kr	5 289 kr
65	Slutavverkning		96 947 kr	14 194 kr
			Summa:	10 963 kr
			Evighet:	1,4421
			Markvärde:	15 810 kr

År	Gran	Kostnad	Intäkt	Nuvärde
0	Föryngring	-7 000,00 kr	- kr	- 7 000 kr
7	Röjning 1	-2 000,00 kr	- kr	- 1 626 kr
15	Röjning 2			- kr
30	Gallring 1		9 800 kr	4 037 kr
40	Gallring 2			- kr
65	Slutavverkning		121 056 kr	17 724 kr
			Summa:	13 135 kr
			Evighet:	1,1657
			Markvärde:	15 312 kr

Slutsatser

Slutsatserna som kan dras ifrån frågeställningen är följande:

- Skogsbruk med björk är möjligt i Västmanland dock med en något lägre produktion än med tall och gran.
- Björken kan fungera som en god ersättare för gran ifall riskerna för angrepp av granbarkborre, rotticka eller stormskada anses vara kritiskt höga.
- Även skogsbruk med asp är möjligt i Västmanland men de ståndorter man hittills odlat asp på utgör en liten areal i sampeldatan.
- I framtiden beräknas klimatet i Västmanland både att bli varmare och med högre nederbörd samt med längre period av värmebölja. Mer forskning kommer att behövas om hur detta påverkar tillväxten av asp och björk.

Referenslista

Internetlänkar

Skogskunskap (2021). Våra lövträdsarter. <https://www.skogskunskap.se/skota-lovskog/om-lov/vara-lovtrad/> [2021 – 03–11]

Sveaskog (2022). Om våra skogar. <https://www.sveaskog.se/om-sveaskog/var-verksamhet/om-vara-skogar/> [2022-04-18]

Naturskyddsföreningen (2021). Hur fungerar växthuseffekten? <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/hur-fungerar-vaxthuseffekten/> [2021-07-13]

Publicerat material

Bradshaw, R., Homqvist, B., Cowling, Sykes, Martin. (1992). The effects of climate change on the distribution of *Picea abies* in southern Scandinavia. Canadian Journal of Forest Research <https://www.researchgate.net/publication/249533566>.

Christersson, L 2009 Wood production potential in poplar plantations in Sweden Biomass and Bioenergy 34

Claesson, C. Duvernoy, K. Lundström, A. Wikberg, P. (2015). *Skogliga kosnekvansanalyser 2015 – SKA 15*. Skogsstyrelsen: Jönköping.

Elfving, B. 1986. Odlingvärdet av björk, asp och al på nedlagd jordbruksmark i Sydsvetiger. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 5/86: 31–41.

Hytönen, J. Saramäki, J & Niemistö, P (2013). Growth, stem quality and nutritional status of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in pure stands and mixtures

Hägglund B., & Lundmark J – E (1982). Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem del 2 Diagram och tabeller. Jönköping. Skogsstyrelsen.

Johansson T. (2006) Site index conversion equations for *Picea abies* and five broadleaved species in Sweden: *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Betula pendula*, *Betula pubescens* and *Populus tremula*. Scandinavian Journal of Forest Research, 21:1, 14 – 19, DOI: <https://doi.org/10.1080/02827580500526015>

Karlsson, K. Albrektson, A., Sonesson, J (2008) Site index and productivity of artificially regenerated *Betula pendula* and *Betula pubescens* stands on former farmland in southern and central Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research, 12:3, 256 – 263. DOI: <https://doi.org/10.1080/02827589709355408>

Karjanmaa T.L., Suvanto, L Leinonen K., Rita., H. (2004) Sexual reproduction of European aspen (*Populus tremula* L.) at prescribed burned site: the effects of moisture conditions *New Forests* 31: 545 – 558. DOI: 10.1007/s11056-005-2742-2

Magnusson., E (1997). *Beskrivning av jordartskartan Västerås NV*. Uppsala Sveriges geologiska undersökning.

McCarty, J.P L Wolfenbarger., L., Wilson., J.A. (2009) Biological Impacts of Climate Change Encyclopedia of Life Sciences. DOI: 10.1002/9780470015902.a0020480

Ohlsson., A. Asp., M. Bergren-Clausen., S. Berglöv., G. Björck., E. Johnell., A. Axén Mårtensson., J. Nylén., L. Persson., H. Sjökvist., E. (2015). *Framtidsklimat i Västmanlands län – enligt RCP scenarier* (Klimatologi 2015: Nr 19). Norrköping: SMHI.

Ollas, R. 1980. Nya utbytesfunktioner för träd och bestånd. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Ekonomi, Nr 5 1980

Opdahl, H. 1992. Bonitet, vekst og produksjon hos osp (*Populus tremula* L.) i Sør-Norge.

Meddelelser fra Skogforsk 44.11: 1–44, NISK & NLH, Ås, Norge.

Persson, B. (1998). Will Climate Change Affect the Optimal Choice of *Pinus sylvestris* Provenances? *Silva Fennica* 32(2): 121 – 128.

Rytter, L. & Karlsson, A. & Karlsson, M. & Stener., LG. (2014) Skötsel av al asp och björk uppl. 2 Skogsstyrelsen

Skogsstyrelsen (2020) Skogsskador i Sverige 1(57)

Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* × *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–27.

Stenlid, J. ., Swedjemark, G., Volbrecht, Gudmund (1995). Rottröta drabbar inte bara gran (SLU 1995:12)

Tegelmark. D.O (2000). *Ståndortsanpassning och produktionspotential för björk i Gävleborgs län*

Wikars L-O., Hedenås H Åtgärdsprogram för hotade arter på asp i Norrland 2010–2014. 2010

Wulf, S., Roberg, C (2020) *Inventering av Granbarkborreangrepp I Götaland och Svealand 2020*. Sveriges lantbruksuniversitet institutionen för skoglig resurshushållning. <https://pub.epsilon.slu.se/21827/>

Figurer och tabeller

Figur 1 <http://vmnl-kom.se/> 2022-01-09 Västmanlands kommuner

Tabell 1 Johansson, T. (2006) Site index conversion equations for *Picea abies* and five broadleaved species in Sweden: *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Betula pendula*, *Betula pubescens* and *Populus tremula*. Scandinavian Journal of Forest Research, 21:1, 14 – 19, DOI: <https://doi.org/10.1080/02827580500526015>

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.