



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2010:13

Blå vägens glasbjörkar

- från groningen till allé

Downy birches of the Blue Highway

- from germination to arboretum

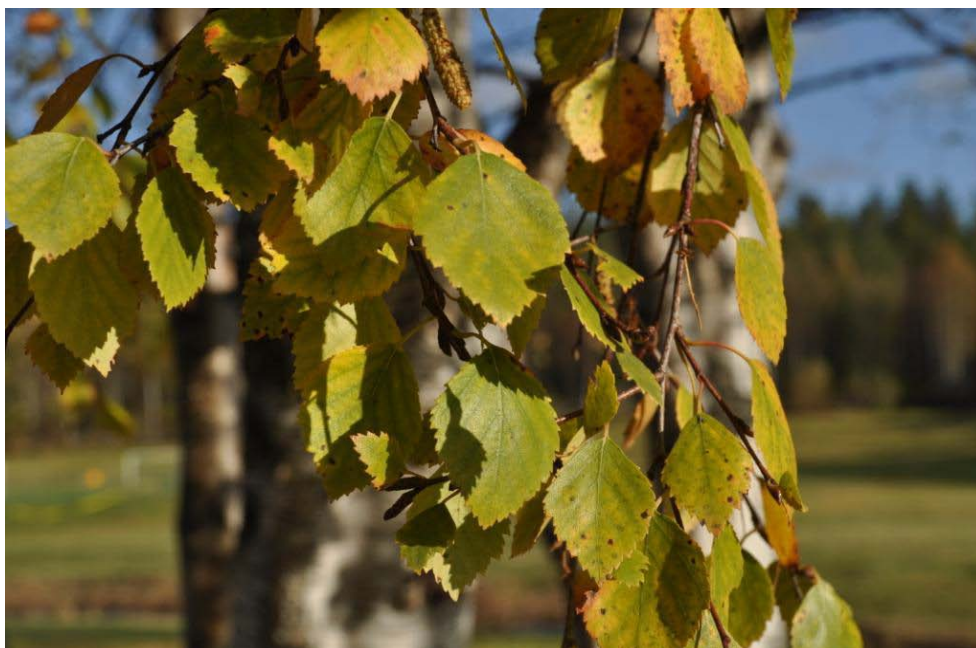


Foto: Ewa Weise

Ewa Weise



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2010:13

Blå vägens glasbjörkar

- från groningen till allé

Downy birches of the Blue Highway

- from germination to arboretum

Ewa Weise

Nyckelord / Keywords:

Betula, björkallé, Västerbotten, Arboretum Norr, frövila, stratifiering, frögroning, tillväxt, klimatgradient /
Betula, birch alley, Västerbotten, Arboretum Norr, seed dormancy, stratification, seed germination,
growth, climatic gradient, Sweden

ISSN 1654-1898

Umeå 2010

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Skogligt magisterprogram/Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i biologi / *Master of Science thesis*, EX0477, 30 hp, avancerad D

Handledare / *Supervisor*: Johnny Schimmel

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Konsult / *Consultant*: Anders Granström

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Examinator / *Examiner*: Ulf Segerström

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

Förord

Detta är ett examensarbete som utförts inom Jägmästarprogrammet (Master of Science in Forestry) vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel vid Fakulteten för skogsvetenskap hos Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Umeå. Examensarbetet är skrivet på D-nivå och omfattar 30 högskolepoäng, vilket motsvarar 20 veckors heltidsstudier.

Först vill jag ge ett stort tack till handledare Johnny, som under hela arbetets gång har varit väldigt engagerad och hjälpsam. Tack för att Du genom Din positiva inställning har lyckats hålla min motivation uppe och för att Du tagit dig tid att diskutera både stora och små frågor. Tack också för Dina noggranna korrekturläsningar av rapporten.

Tack Anders för all rådgivning som Du har bidragit med i samband med fröstudien. Dina breda kunskaper har varit ovärderliga för mig.

Tack Skogforsk i Sävar för att jag fick möjlighet att sortera och gro mina frön hos Er. Det var helt avgörande för att jag skulle kunna genomföra min fröstudie och utan Er vet jag inte vad som skulle ha hänt med det här examensarbetet. Ett särskilt stort tack till Monica och Erik som har hjälpt mig med så mycket av frögroningen och även till Maggan i växthuset.

Tack examinator Ulf för Dina värdefulla kommentarer.

Tack Helena och Abdul för det fantastiskt trevliga bemötandet jag har fått av Er då jag sprungit in till Er i labbet för att låna alla möjliga saker.

Tack Lars-Göran för att Du har ansvarat för skötseln av plantorna i växthuset på SLU och för att Du alltid varit så hjälpsam.

Tack alla Ni som i något skede av arbetets gång har korrekturläst rapporten – Paulina, Anna-Maria, Nina och Viveca.

Tack Samuel och Fredrik för hjälp med vattning och mätning av plantorna.

Tack Sören och Claes för Era synpunkter på mina statistiska beräkningar.

Tack alla Ni studiekamrater som jag har haft stöd av under arbetets gång. Tack vare Ert stöd som vänner och fikakamrater har arbetet gått så mycket lättare.

Slutligen vill jag tacka Christoph för att Du framförallt har stöttat mig, men även agerat bollplank och diskussionspartner och assisterat med allt möjligt från fröinsamling och datakrångel.

Alla foton i rapporten är tagna av mig, då inget annat anges.

Umeå, april 2010

Ewa Weise

Sammanfattning

Det här projektet består av en litteraturstudie på trädformig björk (*Betula*) i Sverige, samt en studie av glasbjörk (*B. pubescens*) längs en klimatgradient genom Norra Sverige och Norge. Längs den studerade gradienten skiljer sig vegetationsperiodens längd med över en månad i den kallaste delen av gradienten jämfört med den varmaste. Frön längs gradienten har studerats med avseende på grobarhet före och efter simulerad invintring i syfte att undersöka om det finns trender i grad av frövila och grobarhet längs gradienten. Den simulerade invintringen hade en positiv effekt både på groningenstastighet och på andel frön som grodde. Skillnader i graden av frövila fanns mellan olika träd, men ingen trend längs gradienten kunde påvisas.

Jag har dessutom inlett projektet att anlägga en common-garden i *Arboretum Norr* med träd med ursprung från ovan nämnda gradient. Syftet är att vidare studera och demonstrera den genetiska och fenologiska variationen hos glasbjörk. Plantor har drivits upp i växthus och dessa kommer att användas vid anläggningen. Tillväxten av dessa plantor har analyserats för att undersöka om det finns trender längs gradienten. Samtliga variabler, höjd, antal sidoskott och längsta sidoskott, som uppmättes på plantorna efter de fyra månaderna av odling i växthus visade sig negativt korrelera med latituden. Andra studier brukar förklara tillväxtskillnader mellan provenienser som en effekt av skillnad i tidpunkt för invintring, men eftersom plantorna i denna studie ej har invintrat har eventuella sådana skillnader ej haft någon effekt. Dessa resultat påvisar istället att det finns skillnader i hur väl plantorna hade förmåga att utnyttja tillväxtperioden. Vid de två nordligaste lokalerna fanns ovanligt många plantor med mycket låg tillväxt. Detta antas bero på inblandning av gener från fjällbjörkar eftersom dessa lokaler omges av höga fjäll.

Abstract

This project consists of a literature study on tree birches (*Betula*) in Sweden, as well as a study of downy birch (*B. pubescens*) along a climatic gradient through northern Sweden and Norway. The length of the growth period differs by over a month between the coldest and the warmest part of the examined gradient. Seeds have been studied with regard to germinability before and after stratification to determine whether there are trends in the degree of seed dormancy along the gradient. The stratification had a positive effect on both the germination rate and on the proportion of germinable seeds. Differences in the degree of seed dormancy were observed between different trees, but no trend was detected along the gradient.

Furthermore, I have initiated the project to set up a common-garden in *Arboretum Norr*, with trees originating from the gradient in question. The purpose is to initiate a study of genetic and phenological variations in downy birch. Trees grown during their first growth period in a greenhouse will eventually be planted in the garden. The growth of these trees has been measured to examine whether there are trends along the gradient. All variables, including height, number of side branches, and longest side branch, that were measured after the first four months in a green house correlated negatively with the latitude. Other studies tend to explain differences in growth between seeds of variable origin as an effect of differences in the timing of dormancy, but since the plants in this study have not entered dormancy, such potential differences have not

had any effect. Instead these results suggest that there are differences in how well the plants make use of the growth period. At the two northernmost localities, there were unusually many plants that had grown very little. This is assumed to be due to interference of genes from mountain birches (*B. pubescens* ssp. *czerepanovii*), because these localities are surrounded by tall mountains.

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	4
Abstract	4
Innehållsförteckning	6
Inledning	8
Betula.....	8
Genetisk variation	8
Rapportens syfte	9
Gradient – Blå vägen	9
Litteraturstudie – Släktet <i>Betula</i> i Sverige	10
Namngivning.....	10
Vårtbjörk – <i>B. pendula</i>	11
Glasbjörk – <i>B. pubescens</i>	11
Dvärgbjörk - <i>B. nana</i>	12
Hybridisering.....	12
Växtplats.....	13
Utbredningsområde	14
Utseendemässiga likheter och skillnader	14
Trädform och växtsätt	14
Bark – näver	15
Blad.....	17
Unga skott och blad	18
Övriga detaljer	18
Fenologi.....	19
Etymologi – vad betyder de latinska namnen?.....	20
Frö- och plantstudie	22
Bakgrund	22
Frövila.....	22
Planttillväxt	23
Material och metoder	23
Frön	23
Sortering	25
Stratifiering och groning	26
Plantering och mätning.....	29
Temperatursumman.....	29
Statistisk behandling av datat.....	29
Resultat	30
Frövik och matningsgrad.....	30
Groning – stratifierade och ostratifierade frön	30
Planttillväxt	32
Diskussion	34

Frövik	34
Matningsgrad	34
Andel grodda	34
Groningshastighet	35
Effekt av behandling av fröna – av-vingning jämfört med acetonflotering	35
Planttillväxt	35
Slutsatser	36
Common-gardenprojekt – Glasbjörksallé i Arboretum Norr	37
Arboretum Norr	37
Common-garden	37
Umeå – Björkarnas stad	38
Blå vägen	38
Klimatgradient	39
Plantmaterialet	40
Förväntad effekt	40
Skyltar	41
Referenser	47
Bilaga A: Data över frön som använts i studien	52

Inledning

Betula

Björksläktet (*Betula*) består av lövfällande träd och buskar från varierande habitat på norra halvklotet. De flesta björkarter uppträder som pionjärträd, det vill säga de är ofta de första träden som etableras efter en störning och de blir sedan successivt utkonkurrerade av mer skuggtåliga trädslag (Atkinson 1992). I vissa habitat där inga andra träd är konkurrenskraftiga, exempelvis vid de Skandinaviska fjällens skogsgräns, bildar björkar dock stabila skogar. Björksläktet kännetecknas av otydliga gränser mellan arter och underarter, många varieteter och former inom arterna, samt vanligt förekommande hybridiseringar mellan arter. Uppskattningar av antalet arter globalt sett sträcker sig från 30 till 60 (Furlow 1990, De Jong 1993).

I Sverige är björksläktet det i särklass vanligaste lövträdssläktet och förekommer på de flesta marker i hela landet (Berg et al 1996). Det finns två huvudsakliga trädformiga björkarter i Sverige, nämligen vartbjörk (*Betula pendula* Roth.) och glasbjörk (*B. pubescens* Ehrh.). Glasbjörken är uppdelad i två underarter; *B. pubescens* ssp. *pubescens* (vanlig glasbjörk) och *B. pubescens* ssp. *czerepanovii* Orlova. (fjällbjörk). Utöver de trädformiga arterna finns även den buskformiga björken dvärgbjörk (*B. nana* L.).

Genetisk variation

Björkarter växer alltså i vitt skilda växtzoner och det krävs att de är väl anpassade till sitt klimat för att bli konkurrenskraftiga. För att en individ av en växt ska kunna föra sina gener vidare gäller det att den för det första överlever i det klimatet den växer i och för det andra att den växer tillräckligt fort för att inte blir utkonkurrerad av mer snabbväxande individer som skuggar den. Så länge träden växer är de känsliga för kyla, så om löven spricker ut för tidigt på våren eller om träden inte har hunnit invintra på hösten när kylan kommer riskerar de att frysa ihjäl. De individer som blir mest framgångsrika är de som utnyttjar växtsäsongen bäst. De har en optimal balans mellan rätt invintrings- och lövsprickningstid samt så lång växtsäsong som möjligt. Sådana individer blir mest framgångsrika och deras gener har störst sannolikhet att föras vidare till nästa generation.

Det gäller alltså att vara anpassad till sitt klimat och därför finns genetiska skillnader som beror av en växts ursprung. En björk från Skåne är anpassad till en lång vegetationsperiod och skulle förmodligen frysa ihjäl i Norrbotten eftersom den inte skulle hinna invintra i tid. En björk från Norrbotten är anpassad till en kort vegetationsperiod och skulle troligtvis snabbt bli utkonkurrerad i Skåne om den fick växa vilt.

Årliga förändringar i växters cykler av vila och tillväxt styrs av både temperatur och ljusförhållanden. För att undersöka genetiska skillnader mellan olika växter av samma art finns två huvudsakliga tillvägagångssätt. Ena metoden är diverse lab-studier och den andra är så kallade *common-gardenexperiment* (Molles 2002). Vid lab-studier kan man undersöka det mesta när det gäller hur en växt reagerar på till exempel olika ljus och temperaturförhållande. På så sätt kan man jämföra hur populationer med olika härkomst reagerar när man varierar olika faktorer.

Vid common-gardenexperiment odlar man helt enkelt växter med olika ursprung på en gemensam plats och ser hur växterna beter sig under samma förhållanden.

Rapportens syfte

I det här arbetet har jag dels gjort en litteraturstudie på trädformig björk generellt i Sverige, samt närmare studerat glasbjörk längs en klimatgradient i Västerbotten och Norge (figur 1). Frön från nio platser längs gradienten har undersökts med avseende på grobarhet före och efter simulerad invintring för att se om det finns trender i grad av frövila och grobarhet längs gradienten. Jag har dessutom inlett projektet att anlägga en common-garden i *Arboretum Norr* med träd från sju platser längs samma gradient, i syfte att studera och demonstrera den genetiska och fenologiska variationen hos glasbjörk. Plantor med ursprung från de frön som använts i fröstudien har drivits upp i växthus och dessa kommer att användas vid anläggningen. Tillväxten av dessa plantor har analyserats för att se om det finns trender längs gradienten. Rapporten är uppdelad i tre delar; litteraturstudien, frö- och plantstudien samt common-gardenprojektet.

Gradient – Blå vägen

Klimatgradienten i fråga utgörs av den svenska och norska delen av *Blå vägen*, en väg som sträcker sig från Mo i Rana i Norge, genom Västerbotten i Sverige och fortsätter på andra sidan Bottniska viken genom Finland och ända till Petrozavodsk i Ryssland (figur 1). Den del som valts börjar i Holmsund, som ligger vid kusten till Bottniska viken, strax utanför Umeå och sträcker sig i nordvästlig riktning och stigande altitud mot de svenska fjällen vid Tärnaby för att sedan snabbt sjunka i altitud och sluta i Mo i Rana vid en vik av Atlanten. Gradienten omfattar odlingszon fem till åtta, samt fjällregionen. Vegetationsperiodens längd skiljer sig med över en månad i den kallaste delen av gradienten jämfört med den varmaste.



Figur 1: Blå vägen sträcker sig genom Norge, Sverige, Finland och en del av Ryssland. Klimatgradienten som undersökts i den här studien är markerad i rött.

Litteraturstudie – Släktet *Betula* i Sverige

I det följande arbetet kommer jag framför allt att presentera de två trädformiga arterna inom björksläktet som förekommer i Sverige, nämligen vårtbjörk och glasbjörk, samt underarten fjällbjörk. Den sista arten av björk som finns i Sverige är en buskformig sort som kallas dvärgbjörk och den kommer jag endast att nämna sporadiskt.

Huvudsakligen kommer jag att presentera en historisk och nutida överblick över björksläktets systematik, arternas växtplats, utbredningsområde samt hybridisering mellan arterna. Utseendemässiga likheter och skillnader mellan arterna, samt de olika så kallade *fenofaserna* (faser under en årlig cykel av tillväxt och vila) och hur dessa kontrolleras av abiotiska faktorer. Slutligen kommer de latinska namnen som används i rapporten kommer att förklaras.

Namngivning

Namngivning av växterna i rapporten bygger på Linnés så kallade sexualsystem, där arten (exempelvis *Betula pendula*) är grundenheten. Ovanför artnivån kommer släkte (exempelvis *Betula*), därefter familj (exempelvis *Betulaceae*). Hur många och vilka arter som finns inom ett växtsläkte kan vara svårdefinierat. En art definieras vanligen som en grupp individer som under naturliga förutsättningar reproducerar sig med varandra och får könsduglig avkomma (de Queiroz 2005). En alternativ definition av en art är en grupp individer med en gemensam utvecklingshistoria. Denna definition bygger på mätbara karaktärer, som morfologiska, fysiologiska, genetiska eller ekologiska egenskaper (de Queiroz 2005). Denna definition är ofta lättare att tillämpa vad gäller växter.

En arts vetenskapliga namn anges med två ord; släktnamn och artepitet, exempelvis *Betula pubescens*, där *Betula* anger släkttillhörighet och *pubescens* är artepitetet. Artepitetet beskriver ofta en egenskap som kan kopplas till själva arten (exempelvis *pubescens* = småluden, vilket kommer sig av de småludna, unga skotten och bladen hos *B. pubescens*). I vissa sammanhang, ofta första gången en art nämns i en text, anges en så kallad *auktorsbeteckning* efter artnamnet. Det är en förkortning av namnet på den person som namngav och beskrev arten; exempelvis *Betula pubescens* Ehrh. (Ehrh. = Ehrhorn).

Ibland kan det finnas grupper av individer inom en art som särskiljer sig från den övriga populationen av arten, men inte tillräckligt mycket för att utskiljas som en egen art. I sådana fall är det vanligt att den gruppen betecknas som en *underart* (latin: *subspecies*, förkortning: ssp.). Ofta sker en gradvis övergång till en underart och ofta är underarter geografiskt åtskilda från den övriga arten. Två exempel på underarter till *B. pubescens* är *B. pubescens* ssp. *pubescens* och *B. pubescens* ssp. *czerepanovii*.

I andra fall finns grupper eller individer som skiljer sig från arten eller underarten men i så begränsad utsträckning att man inte vill definiera dem som en underart. Då kan man kalla dem för *varietet* (till exempel *B. pendula* var. *dalecarlica*, latin: *varietas* förkortning: var.) eller *form* (till exempel *B. pendula* f. *crispa*, latin: *forma*, förkortning: f.). En växt som i ena fallet kallas form kan en annan gång kallas varietet. Begreppet varietet och form används oftast för

individer som avviker i någon enskild egenskap, exempelvis färg eller bladform. Sådana individer kan förekomma i olika delar av artens utbredningsområde och har uppkommit genom någon genetisk förändring. Vissa individer som avviker från en arts norm är korsningar mellan två arter, så kallade *hybrider*. Ofta är hybrider mellan två arter sterila eller har nedsatt reproduktiv förmåga.

Hur många arter av björksläktet som finns i Sverige har varit omdiskuterat under de senaste århundradena och det finns en rad publikationer som särskiljer diverse varieteter, underarter och hybrider. Vissa författare har under 1800-talet och början av 1900-talet beskrivit så många som ett 40-tal taxa eller hybrider i Skandinavien (Laestadius 1856, Hiitonen 1933). Senare erkändes fem (Gunnarsson 1925, Dahl 1934) eller sex taxa (Selander 1950). Ofta har felaktiga antaganden om hybrider legat till grund för beskrivning av många arter. På senare tid har man allt mer slagit samman varieteter och konstaterat att det finns stor morfologisk variation inom de olika björkarterna.

Vårtbjörk – B. pendula

Vårtbjörk är en relativt homogen art, men variationer förekommer, i synnerhet i utseende på barken. Två varieteter särskiljs ofta; masurbjörk, (*B. pendula* var. *carelica* (Merckl)), samt *B. pendula* var. *lapponica* (Lindq). Masurbjörk skiljer ut sig framförallt för den speciella veden, som är tydligt mönstrad och flammig. Den förekommer sporadiskt i södra Sverige och lämpar sig väl för finsnickerier tack vare sitt vackra utseende. *B. pendula* var. *lapponica* är den nordliga varieteten av vårtbjörk, som saknar den tjocka och kraftigt uppspruckna bark som är vanligt förekommande i söder. Det finns dessutom en rad vårtbjörkar med ovanligt flikiga blad, som i vissa fall har namngivits som varieteter. Den kanske mest kända av dessa är Ornäsbjörken (*B. pendula* var. *dalecarlica*) som upptäcktes 1767 på gården Lilla Ornäs i Dalarna (Jonsson 1987). Ornäsbjörken som finns idag är en klon från det ursprungliga trädet, men det finns många liknande vårtbjörkar, med flikiga blad, som felaktigt kallats ornäsbjörk. Ett tidigare namn för *B. pendula* var *B. verrucosa* Ehrh.

Glasbjörk – B. pubescens

I början av 1900-talet var arten vi idag kallar glasbjörk uppdelad i fem olika arter; *B. pubescens* (vanlig glasbjörk), *B. tortuosa* (fjällbjörk), *B. callosa* (islandsbjörk), *B. concinna* (lundbjörk) samt *B. coriacea* (ängsbjörk), (Jonsell 2000). Idag räknas alla utom fjällbjörken in i underarten *B. pubescens* ssp. *pubescens* (vanlig glasbjörk). Förhållandet mellan glasbjörk och fjällbjörk har dock varit problematiskt och det finns fortfarande olika uppfattningar om huruvida fjällbjörken bör betraktas som en underart till glasbjörken eller om den inte ens ska erkännas som en varietet.

Ett argument för att fjällbjörken inte ska erkännas som en underart, utan ingå i glasbjörk, är att övergången från vanlig glasbjörk till den mer typiskt krokiga fjällbjörken är flytande (Hylander 1966). Det därför är omöjligt att dra en morfologisk eller fysiologisk gräns där den ena arten

slutar och den andra tar vid. Personligen tycker jag att detta argument är dåligt. För många underarter gäller att övergången till dem sker gradvis .

Av praktiska skäl så kan det vara lämpligt med ett taxonomiskt erkännande av fjällbjörk, eftersom den skiljer sig så markant från annan glasbjörk. Det har dessutom funnits indikationer på att fjällbjörken kan ha uppkommit genom genutbyte med dvärgbjörk (Elkington 1968, Vaarama & Valanne 1973), vilket skulle tala för ett taxonomiskt erkännande. Eftersom detta genutbyte sker kontinuerligt skulle man kunna tala om fjällbjörken som en dynamisk art under utveckling snarare än ett stabilt taxon.

Tidigare kallades fjällbjörken för *B. tortuosa* eller *B. pubescens* ssp. *tortuosa*, men Orlova (1978) framförde argument för att ge den ett annat namn. *B. tortuosa* var nämligen namnet för en annan fjällväxande björkart som var beskriven från ett område i Altai-bergen i Sibirien och Centralasien och det hade felaktigt använts också för den skandinaviska fjällbjörken. Eftersom arterna skiljde sig åt föreslog Orlova (1978) ett annat namn, nämligen *B. pubescens* ssp. *czerepanovii*. Detta är det namn som idag generellt används för den skandinaviska fjällbjörken i de fall då den erkänns som en underart till glasbjörk. I andra fall ingår den helt enkelt i *B. pubescens*.

I detta arbete skiljer jag på fjällbjörken, *B. pubescens* ssp. *Czerepanovii*, och den vanliga glasbjörken, *B. pubescens* ssp. *pubescens*. Med *B. pubescens* avser jag glasbjörk i allmänhet, alltså både *B. pubescens* ssp. *czerepanovii* och *B. pubescens* ssp. *pubescens*.

Dvärgbjörk - B. nana

Dvärgbjörk är en art med nordlig, cirkumpolär utbredning, det vill säga den förekommer mer eller mindre sammanhängande runt det norra halvklotet (De Groot et al. 1997). I Sverige erkänns inga underarter av dvärgbjörk, men på andra platser inom dess utbredningsområde (Nordamerika och Grönland) förväxlas den lätt med glandelbjörken (*B. glandulosa*), en annan buskformig björk.

Hybridisering

Det har länge antagits att hybridisering mellan björkar är vanligt, något som har komplicerat taxonomin inom släktet. Ofta har antagna hybrider av björk dock ej bekräftats cytologiskt eller så har de visat sig vara rena arter som helt enkelt avviker morfologiskt från normen (Anamthawat-Jonsson & Thorsson 2003). Ett sätt att undersöka vilken art en individ tillhör är att kontrollera kromosomantalet. Både vårt- och dvärgbjörk är diploida och har 28 kromosomer ($2n = 28$) (Perala & Alm 1990). En diploid art har dubbel uppsättning av alla kromosomer. Glasbjörk skiljer ut sig eftersom den är tetraploid med 56 kromosomer ($2n = 56$). Det innebär att den har fyrdubbel uppsättning av alla kromosomer. Avkomman av en korsning mellan en diploid och en tetraploid björk kan bli antingen diploid, triploid (tredubbel kromosomuppsättning), tetraploid eller aneuploid (med avvikande antal kromosomer) (Griffiths 2005). Det är dock först på senare

tid som det har blivit möjligt att applicera genetisk kunskap och det saknas fortfarande stor förståelse för hur vanligt förekommande hybridisering egentligen är.

Det har visats att alla de tre europeiska björkarterna kan hybridisera med varandra (Hagman 1971). Hybridisering av björkar hindras genom fördröjd tillväxt hos pollentuben, men hindret är ej fullständigt (Hagman 1971). Vid försök med korsning mellan glas- och vårtbjörk erhöles någon procent mogna frön och framgångsrik hybridisering var vanligast då glasbjörk var fadern.

Hybrider av glas- och vårtbjörk är ej fullständigt sterila, men betydligt mindre fertila än rena arter. Det innebär att hybrider kan föra sina gener vidare i viss utsträckning, men de utgör ingen stor andel av total mängd individer. Att en hybrid mellan två arter korsar sig med en liknande hybrid är därför betydligt mindre sannolikt än att den korsar sig med en individ som är en mer eller mindre ren art. Detta begränsade genutbyte mellan arter kallas *introgressiv hybridisering* eller *introgression*. I en studie av kloroplast-DNA hos glasbjörk, vårtbjörk och dvärgbjörk har det visat sig att variationen av kloroplastens haplotyper är helt oberoende av art (Palme et al 2004). Variationen kan däremot förklaras till 11 % av geografiskt ursprung. Haplotyper är avsnitt av DNA som sitter tätt ihop och oftast nedärvs tillsammans. Att kloroplastens haplotyper är helt oberoende av art och till viss del beroende av geografiskt ursprung kan antagligen förklaras av just introgression, att det finns ett visst genflöde mellan de olika arterna när dessa lever sida vid sida.

Hybrider mellan fjäll- och dvärgbjörk är vanligare än mellan vanlig glasbjörk och vårtbjörk. På Island har det visats att ca 10 % av populationerna av fjäll- och dvärgbjörk utgörs av hybrider mellan dessa (Anamthawat-Jonsson och Thorsson 2003). Som tidigare nämnts finns även teorier om att genflöde mellan dvärg- och glasbjörk har gett upphov till fjällbjörken (Vaarama & Valanne 1973).

Det har framhållits att hybridisering kan variera med latitud och vara vanligare i den subarktiska zonen (Kallio et al. 1983). Detta skulle kunna bero på att kortare vegetationsperiod bidrar till ökat överlapp i blomningstider mellan arter.

Växtplats

Vårtbjörken föredrar torra och varma marker och växer därför ofta på stenig mark, till exempel backar, hagar, hyggen, hållmark och hedar (Jonsell 2000, Mossberg & Stenberg 2003). Vanlig glasbjörk trivs bäst på fuktig mark och kan växa både på mineraljord och på myrmark. Den finner man bland annat i fuktiga skogar och ängar, myrkanter, stränder och diken. Fjällbjörken växer, så som det svenska namnet anger, i fjällen. Björkarter har generellt bred habitatspecificitet och klarar alltså av att leva i habitat som inte riktigt stämmer överens med det optimala habitatet (Eriksson et al 2003). Därför kan man ofta hitta flera olika björkarter på samma växtplats, trots att växtplatsen är mer optimal för den ena arten.

Utbredningsområde

Vårtbjörken är vanlig i hela Sveriges lågland men dess utbredningsområde sträcker sig inte lika högt upp i fjällen som fjällbjörkens eller glasbjörkens. I Härjedalen finns vårtbjörken upp till ca 625 m.ö.h. (Jonsell 2000), i Särna upp till ca 600 m.ö.h. och i Lule lappmark upp till ca 450 m.ö.h. (Hultén 1971).

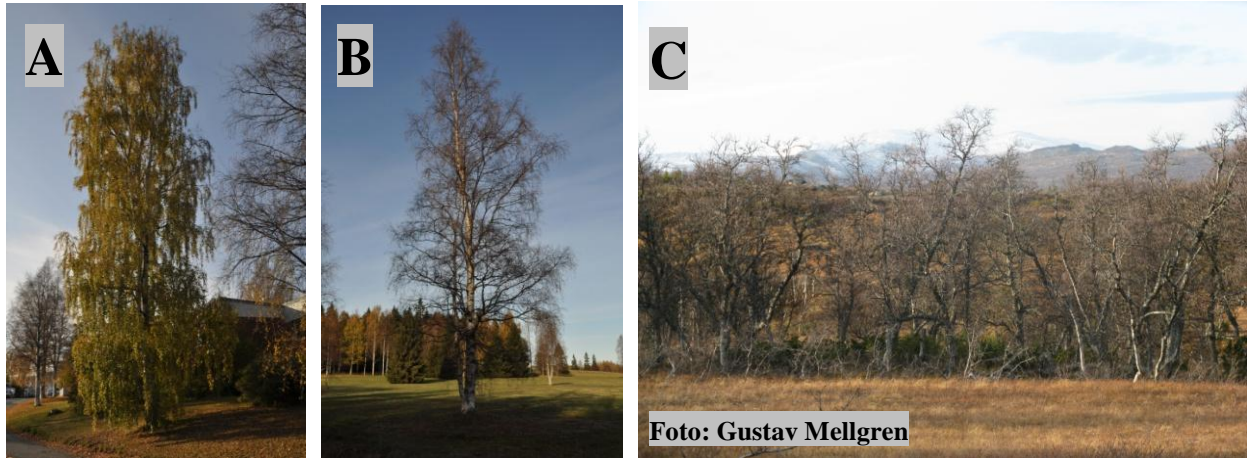
Glasbjörk förekommer i hela Sverige under trädgränsen och övergår gradvis i fjällen till underarten fjällbjörk (Hultén 1971, Jonsell 2000). Trädgränsen i Sverige utgörs av fjällbjörk och ligger på ca 960 m.ö.h. på Åreskutan och 750 m.ö.h. i Torne lappmark (Hultén 1971).

Utseendemässiga likheter och skillnader

Vårtbjörk, vanlig glasbjörk och fjällbjörk är trädformiga björkar och de har stora utseendemässiga likheter. Alla har de vitaktig bark och bladen liknar varandra men det finns också flera tydliga skillnader.

Trädform och växtsätt

Vårtbjörk är den största och mest snabbväxande av de tre björkarna och den kan enligt många florer bli upp till 25 meter hög (Hylander 1966, Jonsell 2000, Mossberg & Stenberg 2003), men det finns rapporter om att de på bördiga marker kan bli upp till ca 30 meter (Fries 1964). Kronan är smal och lucker och grenarna är ofta tydligt hängande (figur 2A), varför den i folkmun ofta kallas hängbjörk. Den har ibland en genomgående huvudstam, men kan också vara uppdelad i två eller flera mer eller mindre jämbördiga huvudstammar (Hylander 1966). Vanlig glasbjörk växer långsammare än vårtbjörken och kan endast bli ca 20 meter hög (Jonsell 2000, Mossberg & Stenberg 2003). Växtsättet påminner om det hos vårtbjörken, men dess grenar är mer uppåtriktade och oftast inte alls lika hängande (figur 2B). Fjällbjörken skiljer sig från både vårtbjörken och den vanliga glasbjörken i sitt växtsätt genom att den är utpräglad krokig och oftare flerstammig (figur 2C). Då vanlig glasbjörk växer på myr- eller fjällmark blir också den ofta mer knotig och oregelbunden och i gränzonen mellan vanlig glasbjörk och fjällbjörk kan det därför vara svårt att skilja de två underarterna åt (Hylander 1966). Flera ekologer har antagit att den krokiga stammen hos fjällbjörk orsakas av snö och is och ett allmänt kärvt klimat (Smith 1920). På senare tid har det dock visats att fjällbjörken får krokig stam även vid odling i en miljö som saknar tjockt snötäcke (Vaarama & Valanne 1973). Någon entydig siffra på hur hög en fjällbjörk kan bli finns inte men en ungefärlig maximal höjd i naturlig miljö ligger på ca 8 meter (Mossberg & Stenberg 2003).

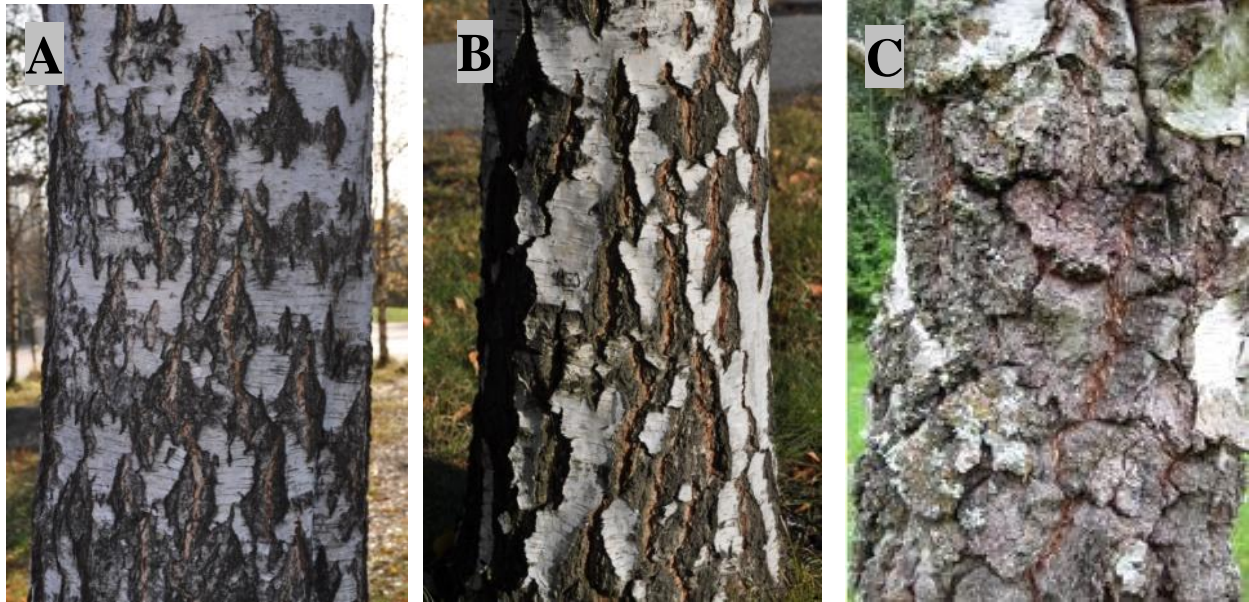


Figur 2: Helträd av vårtbjörk (bild A), vanlig glasbjörk (bild B) och av fjällbjörk (bild C). Den mest typiska skillnad mellan arterna när det gäller form av helträd är att vårtbjörken har mer hängande kvistar än glasbjörken. Fjällbjörken utmärker sig genom sitt krokiga och flerstammiga växtsätt.

Bark – näver

Barken hos björkar kallas *näver* och den har historiskt sett haft många användningsområden (Svanberg & Tunón 2001). I Skandinavien har nävern bland annat använts till takbyggnation och ofta som slöjdmaterial för till exempel askar, korgar, fiskeredskap, musikinstrument och skor. Näver tar lätt eld, även då den är våt och är därför ett ypperligt material att tända brador med.

Näver har liknande egenskaper hos de flesta björkar, men barkens utseende i sig varierar en hel del mellan arterna. Vårtbjörkens bark är vit och tenderar att spricka upp i vertikalt led så pass mycket att en mörkt grå bark innanför blir synlig (figur 3). Särskilt hos äldre träd och i nedre delen av stammen syns dessa uppsprickningar. I södra Sverige kan vårtbjörkens bark bli mycket kraftigt skrovlig (så kallad skorpbark) och skiljer sig på så sätt från den nordligare varieteten. Också barken hos glasbjörk är vit, men ofta slätare än den hos vårtbjörk (figur 4). Den spricker inte upp lika kraftigt som vårtbjörkens och heller inte i vertikalt led utan i horisontellt led. Fjällbjörkens bark liknar glasbjörkens, men är något mörkare.



Figur 3: Stammar av vårtbjörkar. Typiska särdrag är kraftiga **vertikala** uppsprickningar, framförallt i den nedre delen av stammen. Övre delen är ofta vitare och mer lik glasbjörk. Bild A och B tillhör den nordliga varianten *B. pendula* var. *lapponica*. Bild C visar en stam av vårtbjörk från södra Sverige med mycket tjock och uppsprucken bark.



Figur 4: Stammar vanlig glasbjörk. Typiska särdrag är **horisontella** ”streck” och uppsprucken näver som ser ut som om den håller på att lossna.

Blad

Vårtbjörkens blad är oftast mellan 3,5 och 6,5 cm långa (Jonsell 2000, Mossberg & Stenberg 2003), mer eller mindre triangulära, med kraftigt sågad kant och rödaktigt skaft (figur 5). Bladen hos vanlig glasbjörk är 1,5-6 cm långa och mer rundade utan lika tydligt sågad kant (figur 6). Fjällbjörkens blad är ännu mer rundade och något tjockare än hos glasbjörken (Vaarama & Valanne 1973). Hur pass sågad kanten är hos fjällbjörkens blad varierar kraftigt. Vissa blad är mer sågade än hos vårtbjörk, medan andra är mycket svagt sågade, mindre än hos en typisk glasbjörk. Närmast skaftet har bladen hos både fjäll- och dvärgbjörk en grov yta.



Figur 5: Blad av vårtbjörk med en spetsig, avlång form och starkt sågad kant.



Figur 6: Blad av vanlig glasbjörk, med rund form och svagt sågad kant.

Unga skott och blad

Identifikation av de olika arterna är lättast på små plantor (figur 7). Juvenila (unga) skott skiljer sig nämligen mycket åt mellan arterna. Vårtbjörkens juvenila skott och blad har hartsvårter (Hylander 1966, Jonsell 2000, Mossberg & Stenberg 2003) och dessa kan lätt kännas mellan fingrarna som små upphöjningar. Juvenila skott och blad av glasbjörk känns istället mycket lena eftersom de täcks av små och mjuka hår. Redan juvenila blad av fjällbjörk har den karaktäristiskt hårda ytan på den nedre delen av bladen (Vaarama & Valanne 1973).



Figur 7: Juvenilskott av vårtbjörk (bild A) och av vanlig glasbjörk (bild B). På bilderna syns även att vårtbjörkens knopp (bild A) är något spetsigare än den hos glasbjörk (bild B), något som gäller även för vuxna individers knoppar.

Övriga detaljer

Tittar man ännu närmare på trädens detaljer kan ytterligare några skillnader observeras. Vårtbjörkens knoppar är spetsiga och torra, medan glasbjörkens knoppar är lite mer trubbiga och ofta klibbiga (figur 7). När det gäller nöten har vårtbjörken mindre och mer avlång nöt än glasbjörken, men med större och bredare vingar. Vårtbjörkens nöt är dessutom kal, medan glasbjörkens är lite hårig vid spetsen. Hanhängena hos både vårt- och glasbjörk övervintrar nakna. Honhängenas fjäll har bakåtböjda sidoflikar hos vårtbjörk och framåtböjda sidoflikar hos glasbjörk.

Honhängen hos både vårt- och glasbjörk sitter i bladvecken, är uppåtriktade under blomningen men blir senare hängande. Höstfärgningen är gul för vårt- och glasbjörk och något mer rödgul för fjällbjörken. Alla tre har möjlighet att slå stubbskott och får då ofta till en början håriga skott (Hylander 1966). Fjällbjörken utmärker sig genom sin mycket goda förmåga till vegetativ

förökning, både genom stubbskott, rotskott och genom att grenar som hänger ner i marken bildar kloner (Vaarama & Valanne 1973). För växter som lever i kärva lokaler är det vanligt med god förmåga till vegetativ förökning eftersom det i sådana miljöer kan vara svårt att producera frön.

Fenologi

Liksom andra vedartade växter i den boreala zonen genomgår björkar en årlig cykel av tillväxt och vila. Under vegetationsperioden är bladen gröna och trädet tillväxer. Mot slutet av vegetationsperioden upphör tillväxten, löven färgas gula och släpps så småningom. Samtidigt minskar vattenhalten i växtens vävnader, vilket ger ett skydd mot kyla (Welling et al. 1997). Därefter tar det ytterligare en tid innan vinterhärdigheten utvecklats fullständigt, men till slut blir den så pass bra att björken kan klara riktigt låga temperaturer och därmed överleva vintern (Weiser 1970). I samband med att tillväxten avstannar induceras en så kallad *knoppvila* (engelska: endodormancy). Det innebär att knopparna ej kan spricka upp och tillväxa även om de skulle utsättas för gynnsamma förhållanden. Knopparnas vila bryts i november eller december (Li et al 2003) och de övergår i en fas då de vilar men har förmågan att starta tillväxt om förutsättningarna skulle bli de rätta (engelska: ecodormancy). Framåt våren, när värmen och ljuset återvänder, är knopparna därmed redo att på nytt spricka upp så att tillväxten kan komma igång igen.

Växternas förändringar under årets gång är synkroniserad med och kontrolleras av säsongsbetonade variationer i ljus- och temperaturförhållanden. Som tidigare nämnts finns genetiska skillnader hos vedartade växter med utbredningsområden som sträcker sig över flera klimatzoner. Det gäller att vara väl anpassad till sitt klimat och därför har olika så kallade *ekotyper* av arter utvecklats, som är nära anpassade till de lokala klimatförhållandena. Genom att studera olika ekotyper av björkar har man upptäckt på vilka sätt de skiljer sig åt samt vilka faktorer i klimatet som styr de olika fenofaserna.

Det har visats i flera studier att tidpunkt för lövsprickning hos björkar framförallt kontrolleras av temperaturen under våren (Li et al 2002, Welling et al 2003, Pudas et al 2007). Vid tidig lövsprickning krävs dock högre temperatursumma, vilket antyder att lövsprickningen till viss del kontrolleras av ljus (Pudas et al 2008). Skillnader i lövsprickning mellan olika ekotyper har dessutom noterats. I en studie har upptäckts att temperatursumman som krävs för lövsprickning är lägre hos nordliga ekotyper av glasbjörk (Pudas et al 2008). Vid ett common-gardenexperiment hade den nordliga ekotypen (67°44'N) av vårtbjörk lövsprickning 4-7 dagar tidigare än en sydlig (58°10'N) (Li et al 2003).

Invintring (lövfärgning och lövfällning) styrs framförallt av ljus, men i viss utsträckning även av temperatur (Li et al 2002, Welling et al 2003, Junttila 2003, Pudas et al 2007). Detta ger upphov till stora skillnader vid invintring hos olika ekotyper som odlas på en gemensam plats. I ett common-gardenexperiment slutade en mer nordlig ekotyp (67°44'N) växa 40 dagar tidigare än en sydlig (58°10'N) (Li et al 2003).

Även knoppvila och köldtolerans styrs av ljuset och inträffar vid en kritisk dagslängd (Weiser 1970). Efterföljande exponering till minusgrader resulterar i fullt utvecklad vinterhärdighet och att knoppvilan bryts.

Etymologi – vad betyder de latinska namnen?

Det är många latinska arterpitet som nämns i den här rapporten. Tabell 1 ger en översikt över de arterpitet som nämns i rapporten, ordens betydelse, artens svenska namn, samt en förklaring till varför arten har blivit namngiven som den blivit.

Tabell 1: Betydelsen av de latinska artepiteterna, samt förklaring till varför de har använts vid namngivningen.

Epitet	Betydelse på latin	Artexempel	Förklaring till namnet
<i>callosa</i>	<i>callosus</i> = valkig, grov ¹⁾	<i>B. callosa</i> = islandsbjörk	Oklart – en gissning är de tjocka grenarna som beskrivits i litteraturen. ³⁾
<i>carelica</i>	<i>carelicus</i> = från Karelen ¹⁾	<i>B. pendula</i> var. <i>carelica</i> = masurbjörk	Varieteten var först namngiven i Karelen.
<i>concinna</i>	<i>concinus</i> = näpen ²⁾	<i>B. concinna</i> = lundbjörk	Oklart – en gissning är att trädet är litet och flerstammigt. ⁴⁾
<i>coriacea</i>	<i>coriaceus</i> = läderbrun ¹⁾	<i>B. coriacea</i> = ängsbjörk	Stammen är gråbrun.
<i>crispa</i>	<i>crispus</i> = vågig, krusig, lockig ¹⁾	<i>B. pendula</i> f. <i>crispa</i> = fransbjörk	Bladen är kraftigt flikade.
<i>czerepanovii</i>	Czerepanov, född 1921, är ryss och fackbotanist ¹⁾	<i>B. pubescens</i> ssp. <i>czerepanovii</i> = fjällbjörk	Czerepanov namngav arten.
<i>dalecarlica</i>	<i>dalecarlicus</i> = från Dalarna ²⁾	<i>B. pendula</i> var. <i>dalecarlica</i> = ornäsbjörk	Klonen härstammar från Ornäs i Dalarna.
<i>glandulosa</i>	<i>glandulosus</i> = med glandler ²⁾	<i>B. glandulosa</i> = glandelbjörken	Arten har glandler på bladen.
<i>lapponica</i>	<i>lapponicus</i> = från Lappland ²⁾	<i>B. pendula</i> var. <i>lapponica</i> (saknar svenskt namn)	Varieteten har nordligt utbredningsområde.
<i>nana</i>	<i>nunus</i> = dvärglik ²⁾	<i>B. nana</i> = dvärgbjörk	Arten är liten (buskformig).
<i>papyrifera</i>	<i>papyraceus</i> = pappersaktig ¹⁾	<i>B.</i> = pappersbjörk	Arten har papperslik bark
<i>pendula</i>	<i>pendulus</i> = hängande ²⁾	<i>B.</i> = vårtbjörk (ofta kallad hängbjörk i folkmun)	Grenarna är utpräglat hängande.
<i>pubescens</i>	<i>pubescens</i> = småluden ²⁾	<i>B.</i> = glasbjörk	Blad och skott hos unga plantor är ludna.
<i>tortuosa</i>	<i>tortuosus</i> = vriden ²⁾	<i>B. tortuosa</i> = tidigare namn för fjällbjörk	Stammen är krokig och vriden.
<i>verrucosa</i>	<i>verrucosus</i> = full med vårtor, knottor ¹⁾	<i>B. verrucosa</i> = tidigare namn för vårtbjörk	Skott och ibland även blad hos unga plantor är knottiga.

¹⁾ Corneliuson 1997

²⁾ Krok & Almquist 1994

³⁾ Lindquist 1945

⁴⁾ Gunnarsson 1925

Frö- och plantstudie

Bakgrund

Frövila

Många växtarter från tempererat klimat har frön som uppvisar något slags groningshinder, vilket förhindrar groning direkt efter frömognad och fröspridning (Vegis 1963). Denna så kallade *frövila* är ett skydd för att undvika att frön gror sent på hösten eftersom alltför små plantor kan få svårt att överleva vintern. Frövilan är för många arter villkorad, vilket innebär att fröna kan börja gro om de utsätts för mycket gynnsamma förhållanden under sensommar och höst. Genom övervintring i en naturlig miljö bryts frövilan och fröna kan därmed gro vid lägre temperaturer och sämre ljusförhållanden på våren än på hösten.

Frövilan kan även brytas genom en simulerad invintring i form av våt köldbekämpning, så kallad *stratifiering*. Hos flera björkartarter resulterar stratifiering generellt i snabbare och mer fullständig groning och sänker temperaturen vid vilken groning är möjlig (Black & Wareing 1954, Vaartaja 1956, Junttila 1970, Vanhatalo et al 1996). Ostratifierade frön av glasbjörk gror dåligt eller inte alls i mörker vid temperaturer från 10°-20°C (Black & Wareing 1954, Vaartaja 1956). Vid temperaturer från 20°-25°C krävs endast små mängder ljus och vid ännu högre temperaturer gror ostratifierade frön av glasbjörk mycket bra i mörker (Vaartaja 1956). I ett experiment grodde stratifierade frön däremot bra i mörker vid så låga temperaturer som 15°C (Black & Wareing 1954). Det har visats att optimala stratifieringstemperaturer för frön av vårtbjörk är mellan 1 och 3°C och att det ofta räcker med ett par dagar till ett par veckor för att bryta frövilan (Vanhatalo et al 1996). Stratifieringen går snabbare ju närmare optimal temperatur den utförs vid.

Groningshindret hos björk utgörs av en vattenlöslig inhibitor i fröskalet som förhindrar groning genom att minska syretillförseln till embryot (Black & Wareing 1959). Skrapning av fröskalet kan ge liknande effekt som vanlig stratifiering, antagligen eftersom syretillförseln till embryot ökar efter skrapning, vilket motverkar inhibitorns effekt (Black & Wareing 1959).

Förmåga att gro vid låga temperaturer samt graden av frövila kan variera mellan olika lokaler inom en art. I en studie av *B. papyrifera* visas att frön från nordliga provenienser gror snabbare och bättre vid lägre temperaturer än sydliga provenienser (Bevington 1986). Nordliga frön hade dessutom tunnare perikarp (fröskal) och mindre behov av invintring. Även om detta kan anses vara en anpassning till ett kärmare klimat bör inga generella slutsatser dras beträffande proveniensens betydelse för andra björkarters groningsförmåga. En annan studie i Ryssland har nämligen påvisat motsatta trender i groningsförmåga hos både vårt- och glasbjörk (Govorumkha & Mamaev 1971).

Rent ekologiskt kan man tänka sig två hypoteser: (1) att det är rimligt att frön från mer gynnsamma klimat har större behov av frövila eftersom de mognar tidigare under säsongen och riskerar att gro under gynnsamma förhållanden redan på hösten. Frön från kärmare klimat mognar så sent att risken att utsättas för gynnsamma förhållanden innan vintern är liten. (2) att frön från gynnsamma klimat har en chans att överleva vintern ifall de gror under sensommaren. Om så är fallet skulle sådana frön kunna ha mindre behov av invintring.

I föreliggande arbete har jag gjort en lab-studie i syfte att studera frögroningen hos glasbjörk med ursprung från nio lokaler längs en klimatgradient i Norra Sverige och Norge. Syftet var att undersöka om det finns skillnader i grad av frövila längs den utvalda klimatgradienten.

Planttillväxt

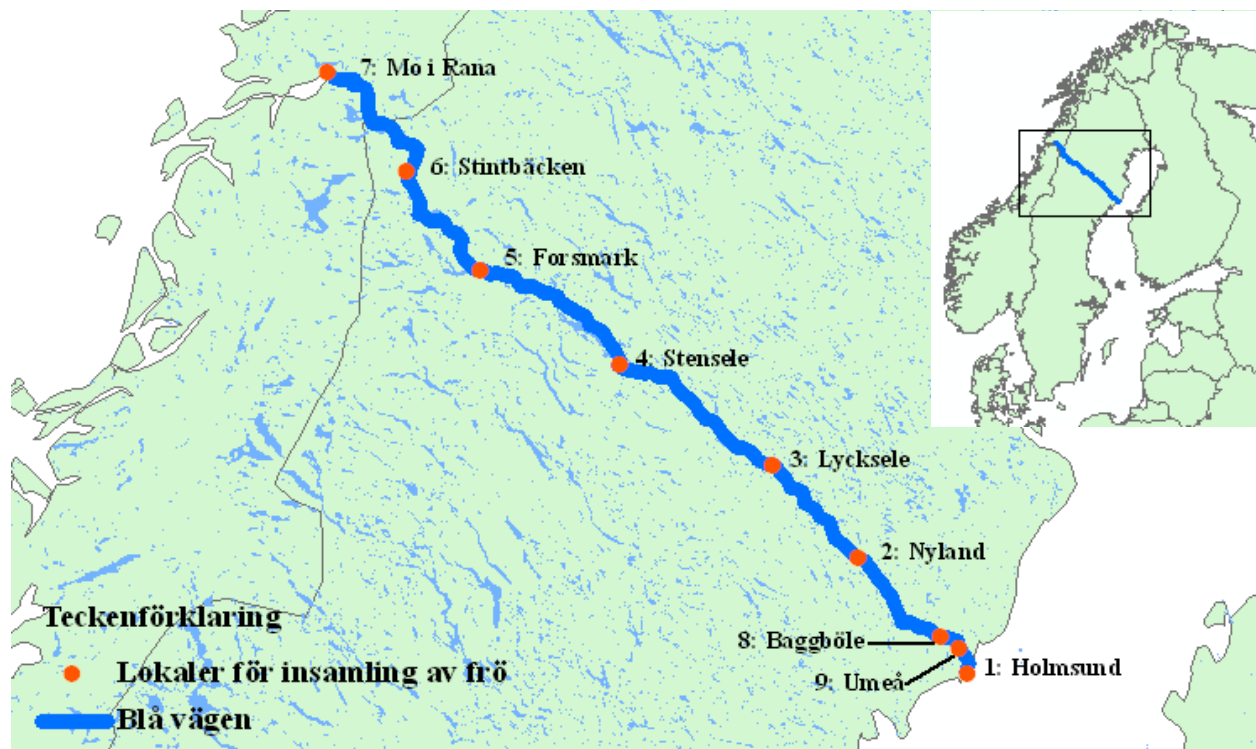
Björkars proveniens, där föräldraträden har sitt ursprung, är av stor betydelse för dess härdighet och tillväxtförmåga. Sydförflyttade provenienser av björk har ofta större härdighet och frosttolerans och därmed högre överlevnad än ortens proveniens (Viherä-Aarnio & Velling 2008). Nordförflyttade provenienser av björk har i stället ofta högre tillväxt (Erkén 1972, Viherä-Aarnio & Velling 2008). De ovan nämnda studierna som har undersökt tillväxt och överlevnad hos björkar vid förflyttning av provenienser förklarar dessa skillnader utifrån skillnader i framförallt tidpunkt för avslutande av tillväxt, invintring och utvecklande av köldhärdighet i slutet av vegetationsperioden. Dessa faser styrs till största delen av dagslängden och eftersom björkar har ett stort utbredningsområde har olika ekotyper utvecklats som reagerar till skilda kritiska dagslängder.

Vid odling av plantor utan att man låter dem invintra påverkas inte tillväxten av hur plantornas invintring fungerar. I stället kan man då få ett mått på hur väl en växt har förmåga att utnyttja de resurser som erbjuds under själva odlingssäsongen. I föreliggande arbete har jag uppmätt tillväxten hos glasbjörk med ursprung från nio lokaler längs en klimatgradient i Norra Sverige och Norge. Syftet var att undersöka om det finns tillväxtskillnader, som inte beror på skillnader i kritisk dagslängd för invintring, längs gradienten.

Material och metoder

Frön

Frön av glasbjörk samlades från sju lokaler längs Blå vägen i Norra Sverige och Norge (figur 8, tabell 2). För att välja punkter på ett konsekvent sätt valdes lokaler på ett avstånd så att nordförflyttning mellan dessa är konstant (ca 46 km). Frön togs även från två extra lokaler, Baggböle och Umeå, även dessa i närheten av Blå vägen, men inte enligt principen med konstant nordförflyttning. Fröna samlades, torkades och förvarades i luftiga papperspåsar i rumstemperatur fram till vidare behandling.



Figur 8: Karta som visar de lokaler där frön till studien insamlades. Från lokal nummer ett till och med sju är nordförflyttningen mellan varje lokal konstant (ca 46 km). Lokal nummer 8 och 9 valdes som två extra lokaler och de följer inte principen med konstant nordförflyttning.

Tabell 2: Data från lokalerna där frön har insamlats. För temperatursumman har 5°C använts som tröskelvärde. Antal träd anger hur många träd som har använts för insamling av frön.

Lokal	Latitud	Longitud	Höjd över havet (m)	Temperatur - summa (dygn·°C) ⁵⁾	Antal träd
1: Holmsund	63°73'N	20°39'Ö	12	1046	2
2: Nyland	64°18'N	19°48'Ö	175	892	3
3: Lycksele	64°62'N	18°64'Ö	230	823	2
4: Stensele	65°06'N	17°20'Ö	319	731	1
5: Forsmark	65°49'N	15°78'Ö	391	656	1
6: Stintbäcken	65°90'N	15°00'Ö	507	550	2
7: Mo i Rana	66°31'N	14°28'Ö	120	801	2
8: Baggböle	63°84'N	20°11'Ö	35	1023	2
9: Umeå	63°83'N	20°31'Ö	25	1023	1

⁵⁾ Dataprogrammet *Skogsmeteorologi*, som baserar sig på teorier av Morén & Perttu (1994), se avsnittet *Temperatursumman* längre ned i rapporten.

Sortering

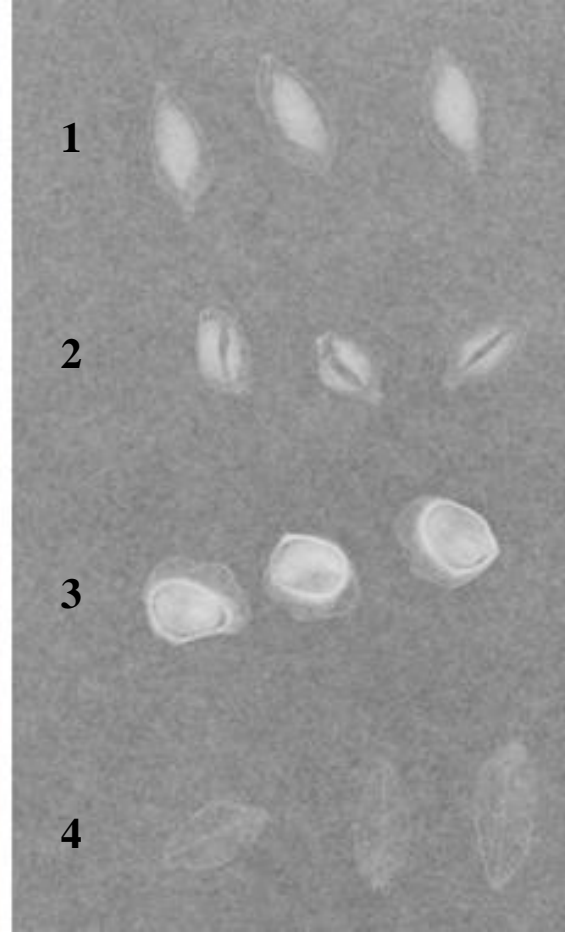
Det är vanligt att en stor del av de björkfrön som sprids saknar ett matat embryo. Sådana frön kan vara antingen helt tomma eller förstörda av larvangrepp och har ingen förmåga att gro. En del frön kan också vara dåligt matade (med dåligt utvecklat embryo) och därmed ha nedsatt groningsförmåga. För att erhålla en fraktion med så hög andel matat frö som möjligt var det viktigt att separera fröna innan groningen. Separeringen skedde med hjälp av blåsning i en frösorlingsmaskin ("Hilleshög gravity separator", figur 9), där fröna automatiskt delades upp i tre olika fraktioner, efter vikt. Före separeringen av-vingades fröna genom lätt gnuggning i en bomullspåse och fröblandningen sållades för att få bort det mesta av hängfjäll och övrigt skräp. Andelen tomma, matade respektive larvangripna frön i varje fraktion undersöktes genom röntgen (figur 10). Med hjälp av röntgenanalysen bestämdes om ytterligare separering av någon fraktion var nödvändig, eller om en fraktion var bra nog att spara eller så dålig att den kunde kasseras. En del bortsortering av framförallt larvangripna frön, men också av tomfrön, skedde manuellt för att ge en så hög andel matat frö som möjligt i den sparade fraktionen.

Andelen matade frön i det ursprungliga fröpartiet uppskattades slutligen genom vägning av hundra sparade respektive kasserade frön, samt vägning av total mängd sparade och kasserade frön (bilaga A).

För att undersöka huruvida av-vingning hade någon effekt på frögroningen eller grad av frövila utfördes ett test på ett fröparti där hälften av fröna av-vingats och blåsorterats på samma sätt som övriga frön (9.1.1) och hälften inte (9.1.2). Den del som inte av-vingats och blåsts sorterades i stället genom flotering i aceton. Den metoden bygger på principen att tomma frön flyter, medan matade frön sjunker.



Figur 9: Frösorsteringsmaskinen som användes för att separera tomma frön från matade.



Figur 10: Röntgade frön. 1: Matade frön. 2: Matade frön med tvillingembryon. 3: Larvangripna frön. 4: Tomma frön.

Stratifiering och groning

Hälften av fröna stratifierades medan den andra hälften förvarades torr i rumstemperatur. Vid stratifieringen placerades fröna på fuktade filterpapper (50 mm i diameter) i petriskålar omslutna av parafilm vid 2-3°C i tre veckor. Därefter placerades ostratifierade frön ut på samma filterpapper som använts vid stratifieringen. Varje filterpapper var indelat i fyra lika delar genom streck ritade med vattenfast penna (figur 11A). På så sätt kunde varje filterpapper innehålla både stratifierade och ostratifierade frön från två olika träd. Varje försök innefattade 25 stratifierade frön och lika många ostratifierade frön. Dessutom upprepades en stor del av försöken, i mån av frötillgång (tabell 3).

Alla försöksled placerades samtidigt på ett groningsbord med en temperaturgradient från 8°C till 25°C, och med 1000 lux 24 timmar per dygn (figur 11B). För varje temperatur fanns plats för 12 filterpapper. Jag valde fem temperaturer, nämligen 8; 14; 16,8; 20 och 25°C. Under varje

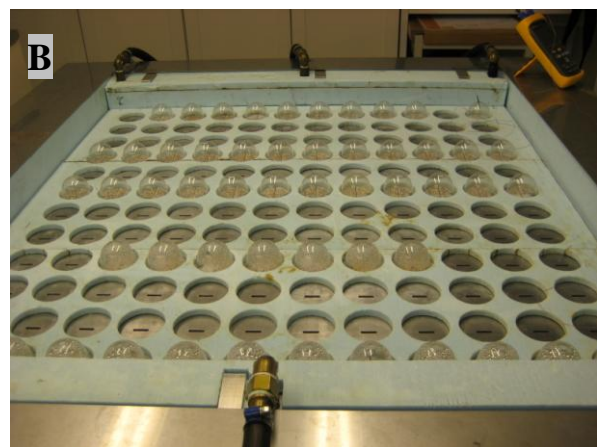
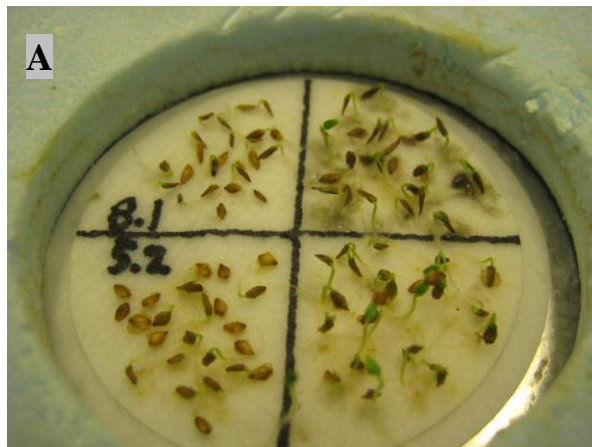
filterpapper placerades ett specialkonstruerat filterpapper, från vilken en veke av papper gick nedåt till en vattensamling. Därmed tillgodosågs det ovanliggande pappret hela tiden med lagom mängd vatten. Ovanför varje filterpapper placerades en 37 mm hög plastkupa (figur 11B), för att hålla temperaturen så konstant som möjligt och luftfuktigheten hög. En 10 mm tjock frigolitplatta täckte groningsbordet och hål var gjorda där varje filterpapper med kupa kunde placeras. Frigoliten fungerade som ett isolerande lager för att minska påverkan av luftens temperatur.

Frön räknades som grodda när grodden var lika lång eller längre än fröet. Antalet grodda frön räknades dagligen och räknade frön plockades bort från groningsbordet. Då groningen hade avstannat flyttades filterpapprena med fröna till ett varmare groningsbord (28°C under 8 timmars dag och 20°C under 16 timmars natt med en konstant belysning av 1000 lux). Efter en vecka på det varmare groningsbordet räknades antalet groddar och antalet grobara frön kunde på så vis bestämmas för varje försök. Tidpunkten för flytten till det varmare bordet skiljde sig för de olika temperaturerna eftersom fröna vid de högre temperaturerna grodde snabbare. *Andel grodda frön* avser antalet grodda frön på de ursprungliga temperaturerna delat med antalet grodda vid försökets slut, det vill säga antal grodda utav antal grobara eller levande frön.

Groningsbordets temperatur uppmättes på varje försöksyta ungefär var tredje dag under experimentets gång. Temperaturen skiljde sig sällan med mer än några tiondels grader mellan den varmaste och kallaste plattan på samma temperaturområde. Inga trender kunde påvisas som antydde att temperaturen avvek från förväntat i någon ände av bordet.

Tabell 3: Visar hur många försök som gjorts för varje fröparti vid de fem olika temperaturerna. Varje fröparti kommer från ett träd, men vid flera lokaler, där frötillgången var god, togs frön från mer än ett träd (tabell 1). Varje fröparti fick en benämning (exempelvis 1.2), där första siffran anger från vilken lokal (figur 8) fröpartiet kommer och den andra siffran numrerar trädet vid den lokalen. För fröpartiet från Umeå anges även en tredje siffra för att skilja mellan två olika behandlingar (9.1.1 = av-vingade och blås-separerade och 9.1.2 = acetonfloterade).

Fröparti	8°C	14°C	16,8°C	20°C	25°C
1.1		1	2		2
1.2	1	2	2	1	2
2.5		1			
2.6		1			
2.7		2	2		2
3.3		1			1
3.6	2	2	2	2	5
4.1		1	1		1
5.2		2	1		1
6.1	3	2	3	3	2
6.2		2	2		2
7.1	3	2	3	3	3
7.2		2	2		2
8.1		1	1		1
8.2	2	2	2	1	2
9.1.1	2			2	
9.1.2	2			2	



Figur 11: Närbilder av ett filterpapper med groddar på groningsbordet (bild A) och groningsbordet (bild B). Bild A visar frön från två olika träd (8.1 och 5.2), behandlade på olika sätt (till vänster ostratifierade och till höger stratifierade).

Plantering och mätning

I början av groningen så planterades 18 groddar från varje lokal i odlingskassetter fyllda med våt torv. Plantorna odlades i 20°C med 60-70 % luftfuktighet, med sex timmar natt (15°C). Efter fyra veckor planterades de om till tvåliterskrukor med gödslad och kalkad jord. Ytterligare tolv veckor senare mättes plantorna, med avseende på total höjd, antal sidoskott och längden av det längsta sidoskottet.

Temperatursumman

Det finns flera variabler som påverkar klimatet längs Blå vägen, där fröna är insamlade; höjd över havet, latitud samt avstånd från Bottniska viken och Atlanten. Eftersom alla dessa faktorer samverkar har den så kallade temperatursumman räknats ut och använts vid jämförelser (tabell 2). Temperatursumman är den sammanlagda dygnsmedeltemperaturen över 5°C under vegetationsperioden och ger ett mått på hur gynnsam vegetationsperioden är. Den genomsnittliga temperatursumman för varje lokal bestämdes med hjälp av dataprogrammet Skogsmeteorologi, som baserar sig på teorier av Morén & Perttu (1994). Genom att välja koordinater samt ange höjd över havet beräknades temperatursumma. Då det inte gick att välja koordinater i Norge valdes en punkt i Sverige så nära Mo i Rana som möjligt för den norska punkten. Eftersom punkten som användes var mindre än 25 km ifrån den rätta punkten och höjden över havet kunde anges korrekt för Mo i Rana borde felet inte ha blivit särskilt stort.

Statistisk behandling av datat

För att undersöka om andelen grodda frön hos ostratifierade frön skiljde sig åt från de stratifierade gjordes en regressionsanalys med temperaturen som oberoende variabel. För samtliga observationer logaritmerades temperaturen och för andelen grobara frön gjordes en logistisk transformation där värdet 0,5 adderades till temperaturen T , för att undvika problem med logaritmerade värden som var lika med noll ($z = \ln((T + 0,5) / (100,5 - T))$). Utifrån dessa data kunde räta linjer anpassas och F-test gjordes för att undersöka om de skiljde sig åt.

För att undersöka om groningshastigheten hos ostratifierade frön signifikant skiljde sig åt från de stratifierade gjordes en regressionsanalys med temperaturen som oberoende variabel. För samtliga observationer logaritmerades både temperaturen och antalet dagar till 50 % groning. Utifrån dessa data kunde räta linjer anpassas och F-test gjordes för att undersöka om de skiljde sig åt.

För att påvisa skillnader mellan de två behandlingsmetoderna (av-vingning och blåsortering jämfört med acetonflotering) utfördes Fishers exakta test.

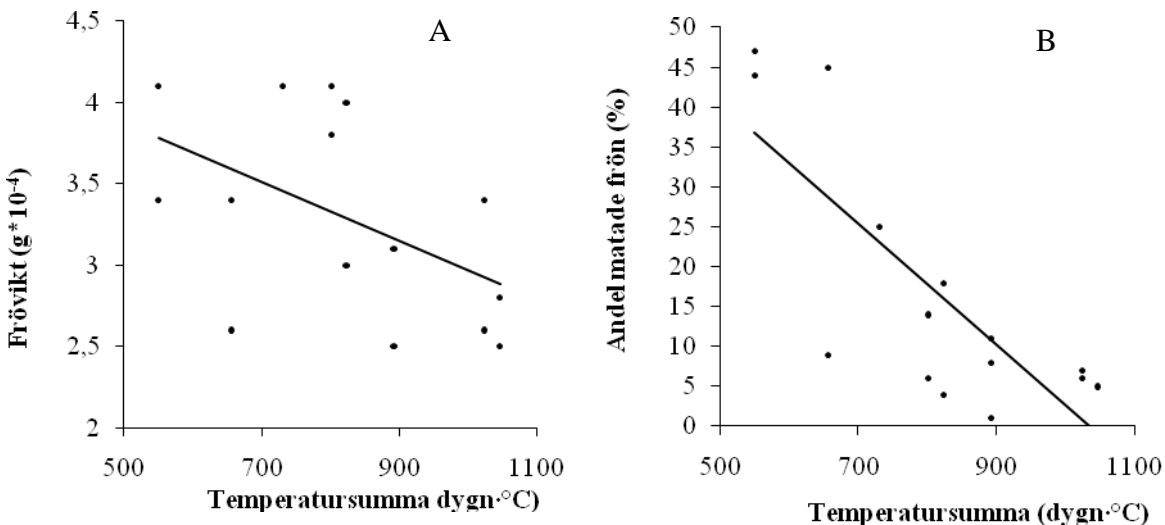
Vid övriga statistiska beräkningar har regressionsanalys gjorts med F-test.

Resultat

Fröivikt och matningsgrad

En svag, negativ korrelation upptäcktes mellan fröivikt hos matade frön och temperatursumma ($P = 0,045$, figur 12 A). Frön som hade sitt ursprung i kärvare lokaler tenderade att väga mer än frön från de mer gynnsamma lokalerna. Samtliga fraktioner där fröivikten uppskattades innehöll till hög andel ($> ca 95 \%$) fullmatat eller nästan fullmatat frö.

Det fanns också en negativ korrelation mellan andelen matade frön och temperatursumman ($P < 0,001$, figur 12 B). Trenden visar på större andel tomfrö vid de mer gynnsamma lokalerna.



Figur 12: Graf A. Fröivikt hos matade frön i förhållande till temperatursumman. Graf B. Andel matade frön i förhållande till temperatursumman. De heldragna linjerna är regressionslinjer som anpassats till respektive dataset.

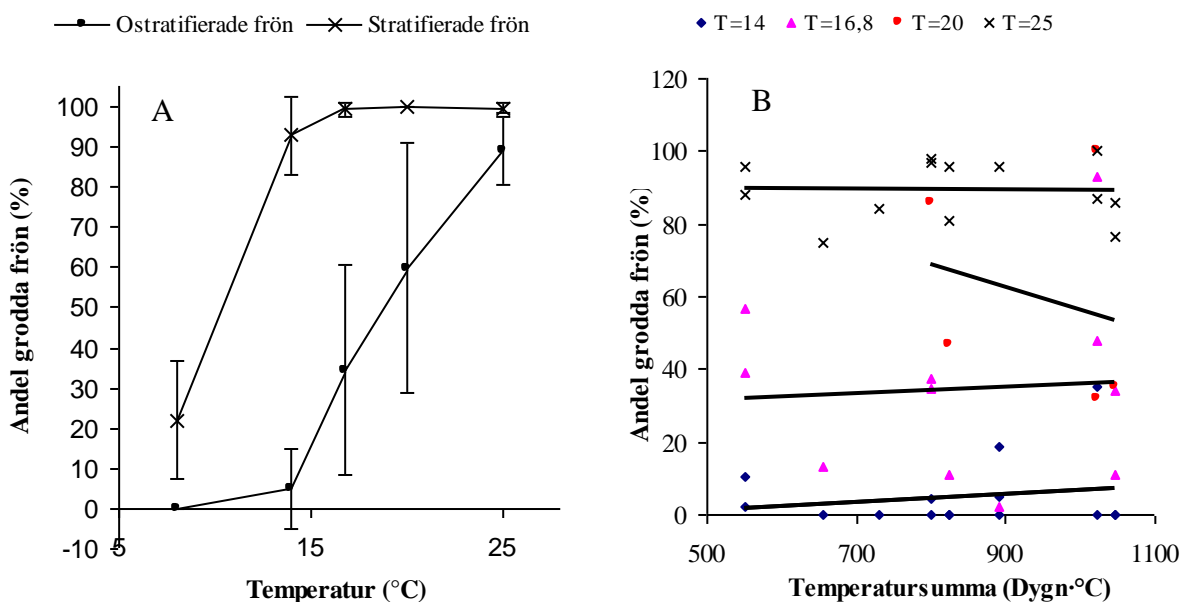
Groning – stratifierade och ostratifierade frön

Stratifiering hade en positiv inverkan på groningen hos fröna. Av de stratifierade fröna grodde en högre andel (figur 13, $P < 0,001$) och de grodde också snabbare (figur 14, $P < 0,001$). Både andelen grodda frön och hastigheten med vilken fröna grodde var också starkt korrelerad till groningstemperaturen.

Ju högre groningstemperatur, desto större andel av fröna grodde (figur 13). Vid den allra lägsta temperaturen (8°C) grodde inga ostratifierade frön, men av de stratifierade grodde i genomsnitt 22 %. Störst skillnad i andel grodda frön fanns vid den näst lägsta temperaturen (14°C), där

andelen endast var 5 % för ostratifierade frön och hela 92 % för stratifierade. Vid de tre högsta temperaturerna var andelen grodda frön så gott som fullständig (över 99 %) för stratifierade frön och betydligt lägre för ostratifierade.

De ostratifierade fröna uppvisade stor skillnad i andelen grodda frön mellan olika fröpartier och det gick att skilja fröpartier som hade relativt hög andel grodda frön på alla temperaturer från andra som hade sämre. Ingen korrelation kunde påvisas mellan andel grodda frön och temperatursumma (figur 13 B, $P > 0,14$) och skillnaderna kunde alltså inte härledas till geografiskt ursprung. Den inbördes rangordningen i andelen grodda frön undersöktes och kunde endast förklaras utifrån individuella skillnader mellan träden (figur 13 A).



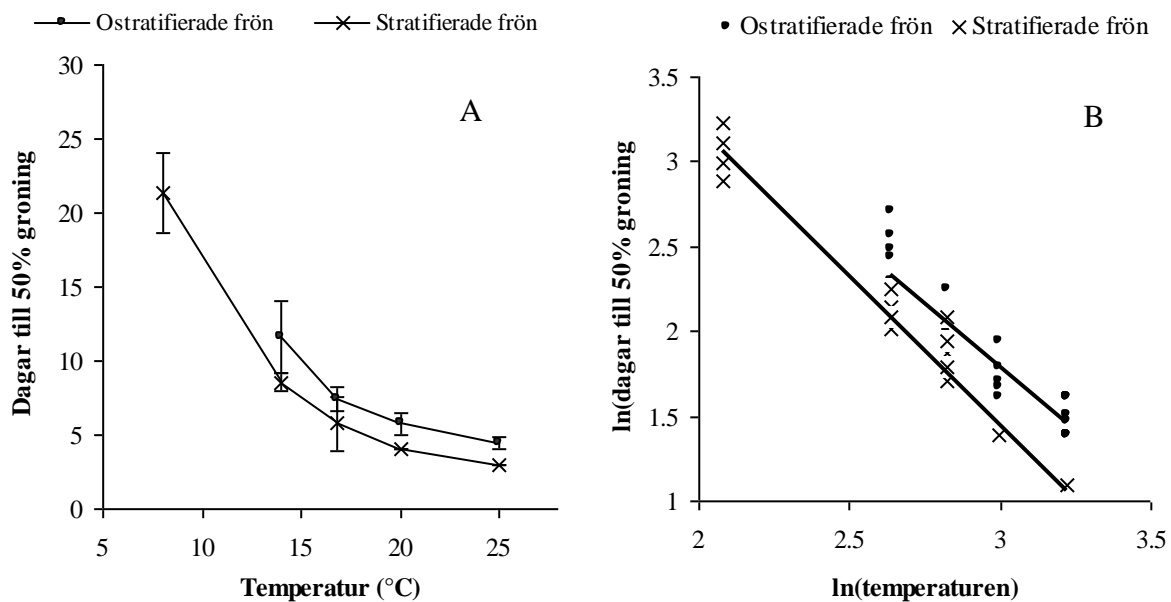
Figur 13: Medel av andel grodda frön för stratifierade respektive ostratifierade frön för alla försök i relation till groningstemperatur (graf A). Här syns att det är stor skillnad i grobarhet mellan stratifierade och ostratifierade frön. För de fröpartier där upprepningar gjordes vid en och samma temperatur togs medelvärden av upprepningarna, så att fröpartier där många upprepningar utfördes inte skulle bli överrepresenterade. Standardavvikelsen för varje temperatur är inritad i figuren. Graf B visar andel grodda, ostratifierade frön i förhållande till temperatursumma för de fyra olika groningstemperaturerna. De heldragna linjerna är regressionslinjer som anpassats till respektive dataset.

Hastigheten med vilken fröna grodde var positivt korrelerad till groningstemperaturen (figur 14). Ju högre groningstemperaturen var, desto snabbare grodde fröna. Vid den lägsta temperaturen (8°C) tog det i medeltal 21 dagar innan hälften av de stratifierade fröna som grodde vid den temperaturen hade grott. Motsvarande siffra vid den högsta temperaturen (25°C) var endast tre dagar. För de ostratifierade fröna grodde inga frön vid den lägsta temperaturen innan försöket

avbröts och vid den högsta temperaturen tog det i genomsnitt 4,4 dagar innan hälften av fröna hade grott. De ostratifierade fröna grodde alltså långsammare.

Varken ostratifierade eller stratifierade frön uppvisade stor skillnad i groningshastighet mellan fröpartier. Relativt snabba respektive långsamma fröpartier kunde alltså inte identifieras. Därför var det väntat att ingen korrelation heller kunde påvisas mellan groningshastighet och temperatursumma ($P > 0,15$).

Inga skillnader kunde påvisas i groningsförmåga för frön som behandlats med de två olika sorteringsmetoderna ($P > 0,09$).

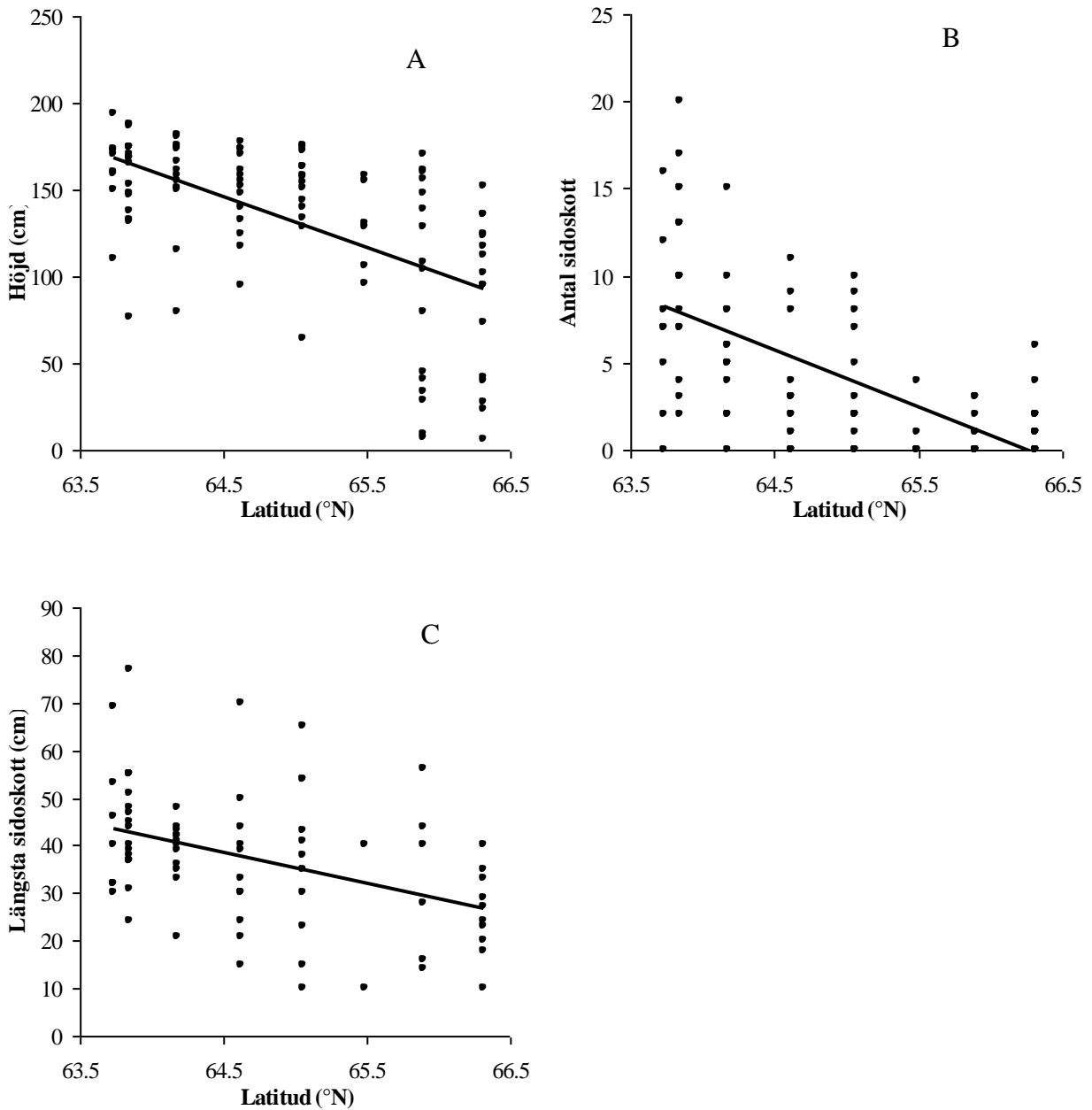


Figur 14: Tid till 50 % groningen i relation till groningsstemperatur för ostratifierade och stratifierade frön. Graf A visar medelvärden av hur många dagar det tog tills hälften av fröna hade grott mot temperaturen med standardavvikelse inritade. För de fröpartier där upprepningar gjordes vid en och samma temperatur togs medelvärden av upprepningarna, så att fröpartier där många upprepningar utfördes inte skulle bli överrepresenterade. Graf B är en spridningsplot av samtliga observationer då både x och y-axeln i graf A är logaritmerade.

Planttillväxt

Samtliga variabler, höjd, antal sidoskott och längsta sidoskott, som uppmättes på plantorna efter de fyra månaderna av odling i växthus visade sig negativt korrelera med latituden ($P < 0,001$, figur 15). Eftersom de två nordligaste lokalerna tycktes avvika på ett sätt som bidrog starkt till att förstärka denna trend togs de bort ur datamängden och korrelation undersöktes även på resterande data. Även då noterades en negativ korrelation mellan samtliga variabler och

latituden, men korrelationen var då inte fullt så tydlig (höjd: $P = 0,022$, antal sidokott: $P < 0,001$, längsta sidokott: $P = 0,026$). För de två nordligaste lokalerna var spridningen av plantornas höjd betydligt större än för de övriga lokalerna (figur 15A).



Figur 15: Plantornas höjd (graf A) respektive antal sidokott (graf B) och längsta sidokott (graf C) i relation till latituden för frönas ursprung. Det bör noteras att det var många plantor som helt saknade sidokott.

Diskussion

Frövikt

Det fanns en trend i frövikt längs gradienten. Resultaten uppvisade stor spridning, men det gick att konstatera att frön från kärvare klimat vägde mer än de från de mer gynnsamma lokalerna (figur 12). Liknande resultat, både vad gäller trenden i frövikt längs gradienten och spännvidd mellan högsta och lägsta frövikt har påvisats i en tidigare studie i ungefär samma område av Sverige (Holm 1994). En möjlig förklaring till varför träd från kärvare lokaler tenderar att få något större frön kan vara att detta resulterar i större, livskraftigare groddplantor och att den faktorn främjas mer och mer genom naturlig selektion ju kärvare klimatet är (Silvertown 1980).

Matningsgrad

I kärva lokaler var andelen matade frön störst. Holm (1994), som undersökte *B. pubescens* i närliggande område kunde inte påvisa en trend mellan matningsgrad och temperatursumma efter en omfattande studie som sträckte sig över 6 säsonger. Därför är det inte troligt att trenden som jag fann (figur 12) är något allmängiltigt mönster. En förklaring skulle kunna vara att tiden för plockning påverkade vilken typ av frön som fanns kvar på träden. Vid de mer kustnära lokalerna hade en större del av fröna redan blåst bort vid insamlingen på grund av tidigare mognad och frösläppning.

Andel grodda

Andelen frön som grodde var starkt temperaturberoende (figur 13), både för de stratifierade och för de ostratifierade fröna. Att större andel skulle gro vid högre temperaturer var förväntat och helt i enlighet med ett stort antal liknande studier för olika arter av *Betula* (Junttila 1970, Govorukha & Mamaev 1971, Ahola & Leinonen 1999). Att stratifieringen skulle ha stor effekt på andelen frön som grodde var även det förväntat eftersom det påvisats i flera studier (Junttila 1970, Vanhatalo et al 1996, Ahola & Leinonen 1999, O'Reilly & De Atrip 2007).

Det var stor skillnad mellan olika träd i andel grodda frön hos de ostratifierade fröna. För vissa fröpartier grodde en relativt hög andel frön på alla temperaturer och för andra en lägre andel. Ingen trend längs klimatgradienten kunde uttydas. Det tycktes vara en slump vilka träd som hade haft relativt ”bra”, respektive ”dåliga” frön. Vad skillnaderna kan bero på är svårt att säga. När frön insamlas från olika lokaler kan skillnader i groningsegenskaper bero på både genetiska och miljömässiga förutsättningar (Quinn & Colosi 1977). För att påvisa att en effekt är strikt genetisk, alternativt beroende av miljön, krävs att man odlar växten i enhetlig miljö. I andra studier har liknande skillnader antagits bero på bland annat skillnader i mognadsgrad hos fröna (Junttila 1970), eller variationer i frönas enzymsystem, som i sin tur antas bero på klimatförhållanden under frömognad (Govorukha & Mamaev 1971).

Groningshastighet

Både stratifierade och ostratifierade frön grodde snabbare vid högre groningstemperatur och stratifieringen påverkade groningen positivt. Både temperaturens och stratifierings positiva effekt på groningshastigheten var förväntad (Bevington 1986, Junttila 1970). Relativt snabba respektive långsamma frön kunde inte identifieras och ingen trend längs klimatgradienten gick att uttyda. Dessa resultat bör jämföras med de av Holm (1994), som erhöll betydligt lägre groningshastigheter för frön av både glas- och vårtbjörk från kärvare klimat jämfört med frön från mer gynnsamt klimat. Holm anger större frövila som en möjlig förklaring till de låga groningshastigheterna hos fröna från fjällen. Kanske kan även sämre fröomognad vara en förklaring till dessa resultat. I den studien ingår även fjällbjörk i glasbjörksmaterialet, vilket möjligtvis kan ha påverkat resultaten.

Effekt av behandling av fröna – av-vingning jämfört med acetonflotering

Inga skillnader kunde påvisas i groningsförmåga för frön som behandlats med de två olika sorteringsmetoderna. En stor anledning till att denna jämförelse gjordes var för att risken fanns att av-vingningen skulle bidra till att fröskalet påverkades så pass mycket att detta skulle påverka studien av groningen. Att döma av resultaten i övrigt bör av-vingningen ej ha påverkat resultaten särskilt mycket, eftersom resultaten både gällande andel grodda frön och gällande groningshastighet stämde väl överens med tidigare studier.

Planttillväxt

Trenden med lägre tillväxt för de nordligare lokalerna visade sig i alla uppmätta variabler; planthöjd, antal sidoskott samt längden av längsta sidoskottet. Liknande resultat har uppmätts hos många björkarter vid studier som har varat över ett flertal år (Erkén 1972, Viherä-Aarnio & Velling 2008). Vid dessa studier har tillväxtskillnaderna antagits bero på skillnader i tidpunkt för invintring och därmed avslutande av tillväxt i slutet av vegetationsperioden. Under mitt försök har plantorna odlats i varmt och ljust växthus och ingen invintring har kunnat påvisas. Därför visar mina resultat att tillväxtskillnader inte enbart beror av skillnader i invintring, utan även skillnader i hur väl tillväxten sker under själva tillväxtperioden. Antagligen så är det viktigare för björkar från ett mildare klimat att satsa på snabb initial tillväxt för att få fördelar jämfört med konkurrerande individer av samma art och därför har dessa egenskaper selekterats fram. I kärvare klimat är det i stället svårare att överhuvudtaget överleva och tillväxt har därför inte haft lika stort utslag vid den genetiska selektionen. Det är möjligt att någon egenskap som bidrar till överlevnad i ett kärvt klimat i stället har selekterats fram, på bekostnad av snabb initial tillväxt.

För de två nordligaste lokalerna var spridningen av plantornas höjd betydligt större än för de övriga lokalerna (figur 15A). I de flesta lokalerna fanns enstaka, avvikande plantor som hade växt relativt lite, men i de två nordligaste fanns i stället ett stort antal plantor som var mycket små. Eftersom dessa två lokaler omges av höga fjäll, bevuxna med mer utpräglade fjällbjörkar, är det rimligt att anta att inblandning av gener från dessa fjällbjörkar förklarar det här fenomenet.

Slutsatser

- Stratifiering hade positiv effekt på både gröningshastighet och andel frön som grodde.
- Av-vingning påverkade troligtvis inte fröna nämnvärt, vilket innebär att metoden som använts kan anses lämplig.
- Skillnader i frövila fanns mellan olika fröpartier, men ingen trend längs gradienten kunde påvisas.
- Samtliga variabler, höjd, antal sidoskott och längsta sidoskott, som uppmättes på plantorna efter de fyra månaderna av odling i växthus visade sig negativt korrelera med latituden. Andra studier brukar förklara tillväxtskillnader mellan provenienser som en effekt av skillnad i tidpunkt för invintring, men eftersom plantorna i denna studie ej har invintrat har eventuella sådana skillnader ej haft någon effekt. Dessa resultat påvisar istället att det finns skillnader i hur väl plantorna hade förmåga att utnyttja tillväxtperioden.
- Vid de två nordligaste lokalerna fanns ovanligt många plantor med mycket låg tillväxt. Detta antas bero på inblandning av gener från fjällbjörkar eftersom dessa lokaler är omgivna av höga fjäll.

Common-gardenprojekt – Glasbjörksallé i Arboretum Norr

Anläggning av en common-garden planeras som en glasbjörksallé i Arboretum Norr, med träd från sju lokaler längs en del av Blå vägen. Arboretum Norr är Sveriges nordligaste större arboretum (botanisk trädgård med endast träd och buskar), beläget utmed Blå vägen strax utanför Umeå. Blå vägen är en väg som förbinder Norge, Sverige, Finland och Ryssland (figur 1). Varje lokal kommer att representeras av ett flertal träd (ca 15). Hur träden kommer att utveckla sig går bara att sia om, men troligt är att skillnader mellan i alla fall en del av lokalerna kommer att bli synliga för besökare i arboretet. Förhoppningen är att glasbjörksallén därmed kommer att bidra med intressant kunskap om det vanligaste lövträdet för regionen.

Arboretum Norr

Arboretum Norr är beläget i Baggböle, ca 10 km väster om Umeå längs Blå vägen. Arboretet är naturskönt beläget i en sydslutning utmed Umeälven, alldeles invid Baggböleforsen och omfattar ca 14 ha. Arboretet breder ut sig längs en drygt kilometerlång sträcka utmed Umeälven. Rent geografiskt är växtplatsen belägen i odlingszon 5, nära gränsen till zon 6, men sydslutningen och närheten till älven, gör odlingsläget mycket gynnsamt.

De första planteringarna gjordes i början av 1980-talet och idag finns där mer än 1400 planterade träd och buskar fördelade på ca 250 olika arter eller former av arter. Arboretet drivs helt utan vinstintresse av stiftelsen Arboretum Norr. Stiftelsen bildades i mitten av 1970-talet genom ett samarbete mellan Umeå kommun, Sveriges lantbruksuniversitet och Umeå universitet. Tre huvudmål för verksamheten kan urskiljas i stadgarna:

- att insamla kunskap om olika träd och buskars härdighet och tillväxt i syfte att ta fram intressanta arter, varieteter och sorter som kan utnyttjas i norrländsk odling
- att sprida dendrologisk kunskap till studenter och allmänheten (dendrologi = läran om träd och buskar)
- att anlägga och driva ett intressant och besöksvärt arboretum i Baggböle utanför Umeå.

Common-garden

Ett vanligt sätt att studera genetiska skillnader hos växter är så kallade common-gardenexperiment (Molles 2002). Vid sådana odlar man växter med olika ursprung på en gemensam plats och ser hur växterna beter sig under lika förhållanden. Vid jämförelser av växter av samma art som växer vid sina ursprungliga lokaler går det inte att särskilja om det är genetiska skillnader som ger upphov till diverse olikheter. Det kan nämligen lika gärna bero på skillnader som är kopplade till växtplatsen, såsom exempelvis vegetationsperiodens längd, max och minimitemperaturer, exponering för sol och vind, nederbörds mängd eller jordkvalitet. Eftersom faktorerna som påverkar växterna blir så gott som identiska för samtliga växter vid

odling på samma plats kan dess påverkan uteslutas och man kan tydligare upptäcka genetiska skillnader.

I ett common-gardenexperiment i Estland har skillnader i avslutande av tillväxt, köldacklimatisering, inducering av vila, frystolerans och tillväxtstart kunnat påvisas hos vårtbjörk av olika ursprung (Li et al 2003). En effekt som skillnader i frystolerans är inget som en besökare kan upptäcka i en trädgård, men andra fenomen kan vara mycket tydliga. Om träden exempelvis invintrar vid olika tidpunkter blir bladen höstfärgade vid olika tidpunkter. I sådana fall kan ett träd vara grönt, samtidigt som ett annat av samma art är gult och ytterligare ett annat kan ha tappat sina blad. Då åskådliggörs den genetiska variationen inom en art tydligt och pedagogiskt. Effekten blir kanske mest slående just vid lövfällningen, men ett träd som har en tidigare lövfällning tillväxer under kortare tid varje år och kommer därför inte bli lika stort som de med senare lövfällning. På lång sikt kommer det alltså att ge upphov till skillnader i storlek hos likåldriga träd, något som därmed blir synligt året om.

Umeå – Björkarnas stad

Umeå är Norrlands största stad med drygt 114 000 invånare (Umeå kommun 2010). Vid återuppbyggnaden av staden efter den stora stadsbranden år 1888, då stora delar av staden brann ner togs åtgärder för att göra staden säkrare mot brand; gator gjordes bredare och det beslutades att björkar skulle planteras längs gatorna. Lövträd antänds inte lika snabbt som barrträd på grund av den stora vattenhalten i bladen och kan därför förhindra att brand sprider sig. På grund av alla björkar som allt sedan över hundra år pryder stadskärnan har Umeå blivit kallad Björkarnas stad, något som kommunen utnyttjar vid varumärkesarbetet av staden. Under våren delar kommunen till exempel ut björkplantor till den som vill ha, allt för att hålla varumärket vid liv. Glasbjörksallén i Arboretum Norr skulle ytterligare bidra till att profilera Umeå som Björkarnas stad.

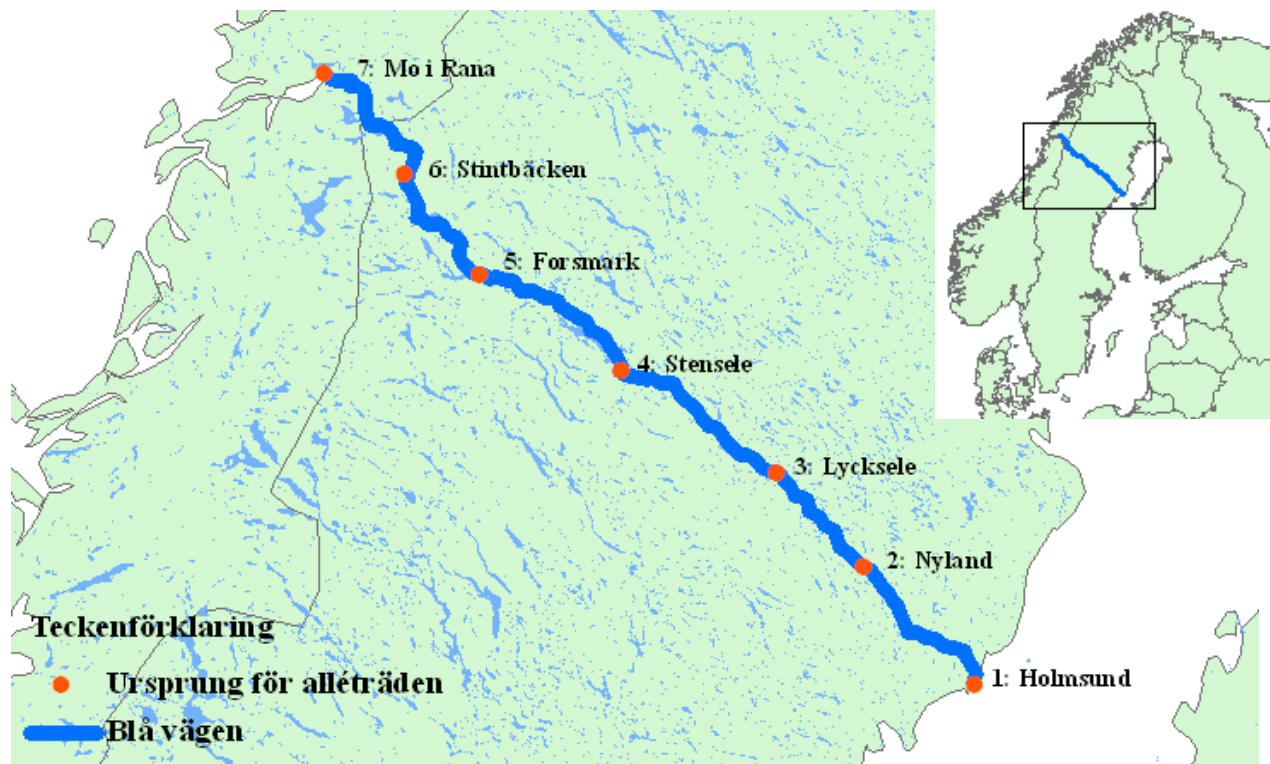
Blå vägen

Blå vägen sträcker sig från Mo i Rana i Norge, genom Västerbotten i Sverige och fortsätter på andra sidan Bottniska viken genom Finland och ända till Petrozavodsk i Ryssland (Bergström 1993). Vägen, som skapades och fick sitt namn under 1960-talet var ett stort projekt som till en början gick ut på att öka kontakterna mellan Sverige och Norge, något som Nordiska rådet beslutat efter andra världskriget. År 1956 bestämdes att nästa väg som skulle sammanbinda Norge med Sverige skulle byggas över Umbukta. Vägföreningen ”Blå vägen”, med deltagare från Umeå, Storuman, Tärnaby, Lycksele, Mo i Rana, Vasa samt rederichefen för färjeförbindelsen mellan Vasa och Umeå, bildades år 1963. Målet var att sammanbinda E4 i Sverige med E6 i Norge genom en väg av hög standard. Vägen skulle få en viktig funktion, dels som turiststråk och dels för att underlätta transport och handel. I Stockholm och Oslo motsatte sig ingen vägbygget, men det utlovades inga statliga pengar till projektet. Det skulle få bekostas helt av de inblandade länen och fylkena. För att få igenom projektet krävdes samarbete över kommunerna och över länderna för att gemensamt bekosta bygget.

Samarbete mellan kommuner och länder präglade alltså föreningen redan från början, och samarbetet har utökats och fortsatt även efter det att vägen stod klar. År 1967 utvidgades vägen genom Finland och år 1990 även genom en del av Ryssland (Föreningen Blå vägen 2010). Idag syftar föreningen Blå vägen framförallt till att skapa tillväxt inom regionen runt omkring själva vägen, samt att föra folken närmare varandra. Detta har gjorts bland annat genom utbyte av utställningar mellan olika museum längs Blå vägen. Natur- och kultursevärdheter har också lyfts fram och det finns ett flertal skyltar som informerar resande längs hela vägen.

Klimatgradient

Klimatgradienten varifrån träden i den planerade allén har sitt ursprung utgörs av den svenska och norska delen av Blå vägen. Den del som valts börjar i Holmsund vid kusten till Bottniska viken strax utanför Umeå och sträcker sig i nordvästlig riktning och stigande altitud mot de svenska fjällen vid Tärnaby för att sedan snabbt sjunka i altitud och sluta i Mo i Rana vid en vik av Atlanten (figur 16). Gradienten omfattar odlingszonerna fem (kustnära) till åtta (fjällnära), samt fjällregionen. Vegetationsperiodens längd är över en månad kortare i den kallaste delen av gradienten jämfört med den varmaste (tabell 4). Lokalerna varifrån björkfrön till allén insamlades valdes på ett sådant sätt att nordförflyttningen mellan dessa är konstant (ca 46 km).



Figur 16: Ursprung för alléträden

Tabell 4: Data från lokalerna där frön har insamlats. För temperatursumman har 5°C använts som tröskelvärde (se stycke om temperatursumman i fröstudien för förklaring av temperatursumman).

Lokal	Latitud	Longitud	Höjd över havet (m)	Temperatur - summa (dygn·°C) ⁶⁾	Vegetations - periodens längd (dagar) ⁶⁾	Odlingszon ⁷⁾
1: Holmsund	63°73'N	20°39'Ö	12	1046	162	5
2: Nyland	64°18'N	19°48'Ö	175	892	152	6
3: Lycksele	64°62'N	18°64'Ö	230	823	147	7
4: Stensele	65°06'N	17°20'Ö	319	731	140	7
5: Forsmark	65°49'N	15°78'Ö	391	656	134	8
6: Stintbäcken	65°90'N	15°00'Ö	507	550	126	Fjällregionen
7: Mo i Rana	66°31'N	14°28'Ö	120	801	141	7

⁶⁾ Dataprogrammet *Skogsmeteorologi*, som baserar sig på teorier av Morén & Perttu (1994), se avsnittet *Temperatursumman under material och metoder i frö- och plantstudien* i den här rapporten.

⁷⁾ Riksförbundet Svensk Trädgård 2010

Plantmaterialet

Frön av glasbjörk samlades under sensommaren 2009 från sju lokaler längs Blå vägen i Norra Sverige och Norge (figur 15, tabell 3). Fröna groddes senare under hösten och planterades i krukor med gödslad och kalkad jord. Plantorna odlades i växthus med en temperatur på 20°C med 60-70 % luftfuktighet, med sex timmar natt (15°C) i fyra månader. Därefter har plantorna stått i ett kallt växthus (ca 10-15°C) i väntan på utplantering på friland till våren.

Förväntad effekt

Glasbjörkarna till den planerade allén bär på gener från tidigare generationers björkar, som bör ha varit väl anpassade till just det klimat där de vuxit. Den varmaste platsen från vilken björkar är tagna har en vegetationsperiod som är 29 % längre än den kallaste. Där växer alltså björkarna under 29 % längre tid varje år och tillväxer därmed ungefär lika mycket mer varje år. När björkarna odlas vid samma plats kommer skillnaderna förmodligen inte vara fullt så stora, men vissa skillnader i hur väl björkarna utnyttjar växtsäsongen förväntas.

Det har visats i flera studier att tidpunkt för lövsprickning hos björkar framförallt kontrolleras av temperaturen under våren (Li et al 2002, Welling et al 2003, Pudas et al 2007). På grund av det

bör lövsprickningen äga rum ungefär samtidigt hos samtliga träd i allén. Invintring (lövfärgning och lövfällning) styrs däremot av både temperatur och ljus (Li et al 2002, Junttila 2003, Welling et al 2003, Pudas et al 2007). Därför bör björkarna från de kallare klimatet invintra tidigare än optimalt. Vid liknande förflyttning av björk har det visats att björk från kallare, nordligare klimat just invintrar tidigare än mer sydliga björkar (Li et al 2003).

Om samma sak sker vid den planerade glasbjörksallén i Arboretum norr förväntas alltså en färgsprakande upplevelse i september månad. Träden från de kustnära lokalerna kommer i så fall under en tid fortfarande vara gröna, medan träden från lokalerna inåt landet är allt mer guldfärgade. Allteftersom tiden går kommer en sådan effekt bli synlig året om eftersom träden som utnyttjar vegetationsperioden mest optimalt kommer att tillväxa mer och helt enkelt bli större.

Något annat som möjligtvis kommer att synas i allén är att vissa träd från fjällområdena har drag av fjällbjörk. Det har vid odling i en miljö som saknar tjock snö upptäckts att fjällbjörk uppvisar ett krokigt växtsätt även i sådan miljö (Vaarama & Valanne 1973). Övergången från glasbjörk till fjällbjörk är flytande och träden i fjäll-lokalen Stintbäcken där frön togs till allén bedömdes vara någon slags mellanvariant av glasbjörk och fjällbjörk.

Redan under odlingen i växthus under fyra månader har det kommit fram att det finns skillnader mellan plantorna (se resultat på frö- och plantstudien, samt figur 15). Trenden som visat sig är att plantorna från de sydligare lokalerna, alltså de från mildare klimat, har blivit större än de från nordligare lokaler. Detta har ingenting att göra med skillnader i lövsprickning eller invintring eftersom plantorna har odlats i växthus och har tillväxt under hela perioden. Dessa tillväxtskillnader kan istället förklaras av skillnader i kapacitet att tillväxa. Det är möjligt att någon egenskap som bidrar till överlevnad i ett kärvt klimat har selekterats fram i sådana miljöer, på bekostnad av snabb initial tillväxt.

Skyltar

Nedan följer förslag till skyltar som passar i anslutning till glasbjörksallén i Arboretum Norr för att ge besökare vägledning och relevant kunskap.

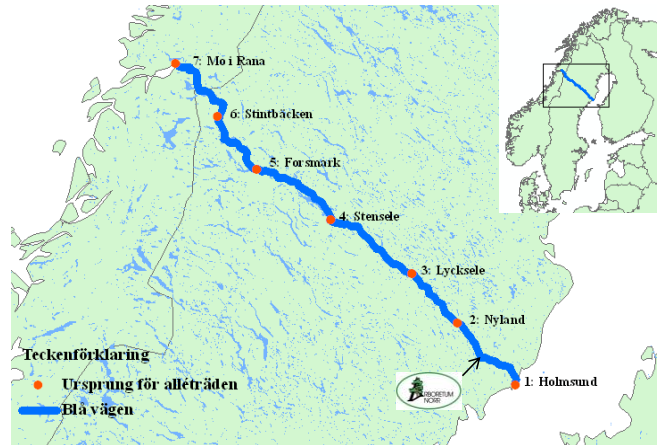
Allé Blå vägen

Glasbjörk från Blå vägen, en klimatologisk gradient

Glasbjörkarna (*Betula pubescens*) i denna allé har sitt ursprung från sju olika platser längs med **Blå vägen**, mellan Holmsund vid kusten till Bottniska viken och Mo i Rana i Norge. Varje plats representeras av sexton träd, åtta på var sida av vägen. Syftet med allén är att demonstrera de genetiskt betingade skillnader som finns inom en och samma art. I och med att man förflyttar sig västerut från Bottniska viken längs med **Blå vägen** kommer man dels längre norrut, längre ifrån Bottniska viken samt högre över havet. Allt detta bidrar till ett kärmare klimat med längre och kallare vintrar och kortare växtsäsong. När man kommer över fjällen mot Norge blir klimatet successivt mildare igen eftersom höjden över havet minskar samt närheten till Atlanten ökar.

Lövsprickning och lövfällning styrs av temperatur och ljus

Lövsprickningen hos glasbjörk styrs framförallt av temperaturen i maj månad och förväntas bli likartad för alla träd i allén. Lövfällningen och invintringen styrs däremot av både dygnslängd och temperatur och därför förväntas träd som har sitt ursprung i kärmare lägen invintra tidigare. Detta innebär tidigare lövfärgning och lövfällning och resulterar i kortare växtsäsong och därmed lägre tillväxt.



Karta över Blå vägen. Platserna där frön av glasbjörk har tagits till allén är markerade.

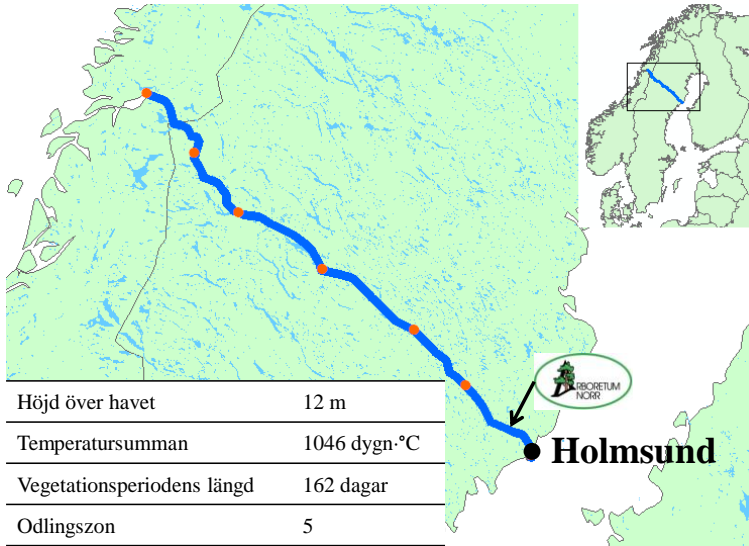
Temperatursumma

Det finns flera variabler som påverkar klimatet längs Blå vägen, där fröna till allén är insamlade; höjd över havet, latitud samt avstånd från Bottniska viken och Atlanten. Eftersom alla dessa samverkar har den så kallade temperatursumman räknats ut för att på ett tydligare sätt visa hur klimatet ser ut på de olika platserna. Temperatursumman är den sammanlagda dygnsmedeltemperaturen över 5°C under vegetationsperioden och ger ett mått på hur varm vegetationsperioden är. Också vegetationsperiodens längd ger ett mått på hur klimatet varierar mellan de olika platserna.

Lokal	Latitud	Longitud	Höjd över havet (m)	Temperatur - summa (dygn-°C)	Vegetations - periodens längd (dagar)	Odlingszon
1: Holmsund	63°73' N	20°39' Ö	12	1046	162	5
2: Nyland	64°18' N	19°48' Ö	175	892	152	6
3: Lycksele	64°62' N	18°64' Ö	230	823	147	7
4: Stensele	65°06' N	17°20' Ö	319	731	140	7
5: Forsmark	65°49' N	15°78' Ö	391	656	134	8
6: Stintbäcken	65°90' N	15°00' Ö	507	550	126	Fjällregionen
7: Mo i Rana	66°31' N	14°28' Ö	120	801	141	7

Björkar från Holmsund

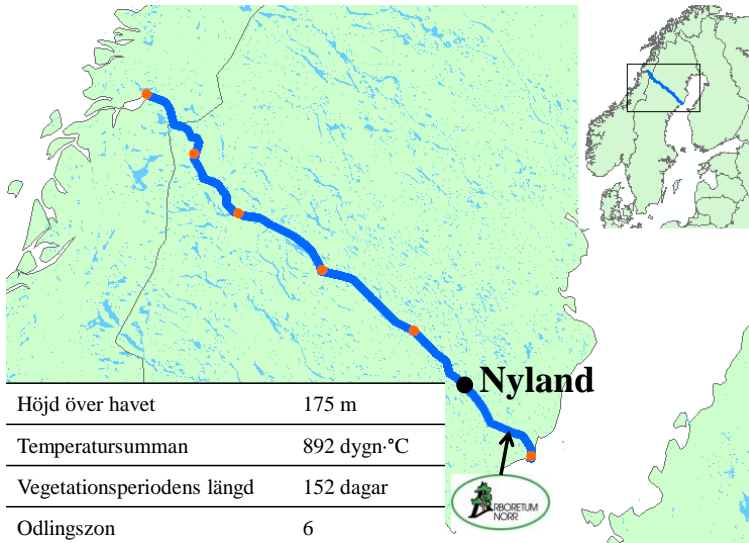
63°73' N, 20°39' Ö



Området kring Holmsund utmärker sig verkligen som kustnära. Året runt påverkas klimatet av närheten till Bottniska viken. Höstarna och vintrarna blir mildare så länge havet är öppet och om våren gör det kalla vattnet att våren fördröjs en aning. En inlandsbo skulle kanske krasst konstatera att det slaskar mycket i Holmsund om vintrarna. Förvisso, men om sommaren blommar det rosor i trädgårdarna och framåt hösten skördas det äpplen.

Björkar från Nyland

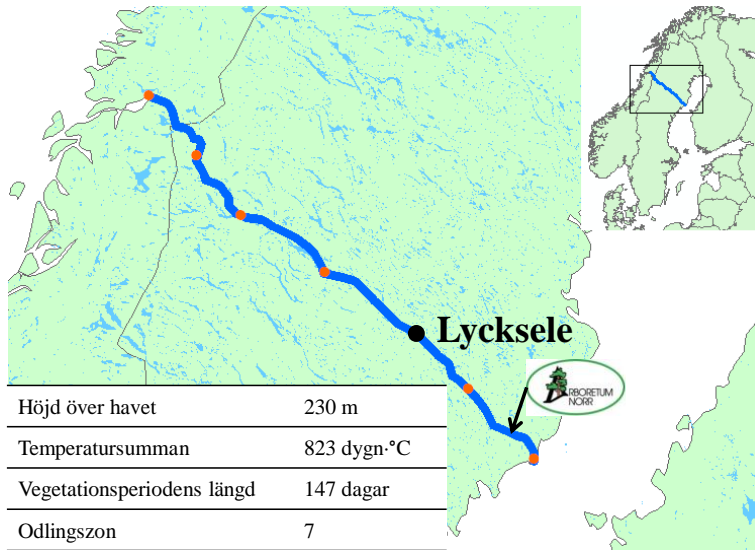
64°18' N, 19°48' Ö



Nyland ligger ca 7 mil från Bottniska viken, vilket kan tyckas långt, men den stora vattenmassan påverkar klimatet även här. Det är därför förhållandevis mildt här trots att det ligger så långt norrut.

Björkar från Lycksele

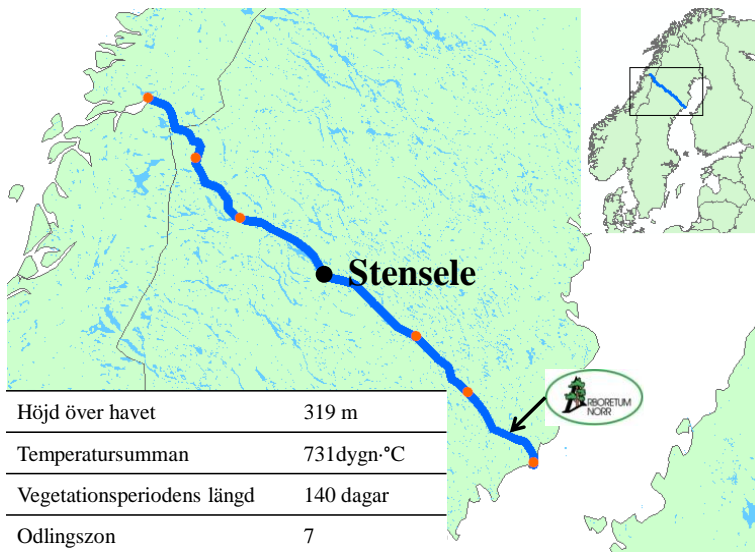
64°62'N, 18°64'Ö



Lycksele tillhör Norrlands inland, vilket innebär långa, kalla vintrar. Det ligger på tillräckligt långt avstånd från Bottniska viken för att inte påverkas särskilt mycket av vattenmassan.

Björkar från Stensele

65°06'N, 17°20'Ö



I Stensele, strax utanför Storuman, är det ungefär lika långt till både Bottniska viken och Atlanten. Det ligger alltså i mitten av Norrlands inland och här är det långa och kalla vintrar som gäller.

Björkar från Forsmark

65°49'N, 15°78'Ö

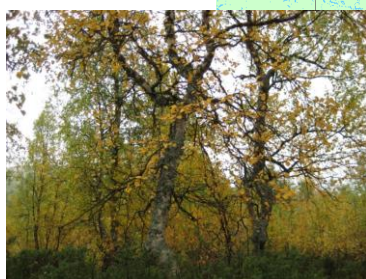
Höjd över havet	391 m
Temperatursumman	656 dygn.°C
Vegetationsperiodens längd	134 dagar
Odlingszon	7

Forsmark ligger i utkanten av fjällområdet. Fjällen är inte så höga här, men det märks att man börjar närma sig bergsområdena.



Björkar från Stintbäcken

65°90'N, 15°00'Ö



Stintbäcken, strax utanför skidorten Hemavan, ligger mitt i fjällregionen. Här påverkas klimatet året runt av den stora bergskedjan. Det faller rikligt med nederbörd, är kallare och mer blåsigt än närliggande låglänta områden.

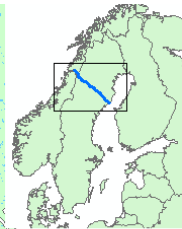
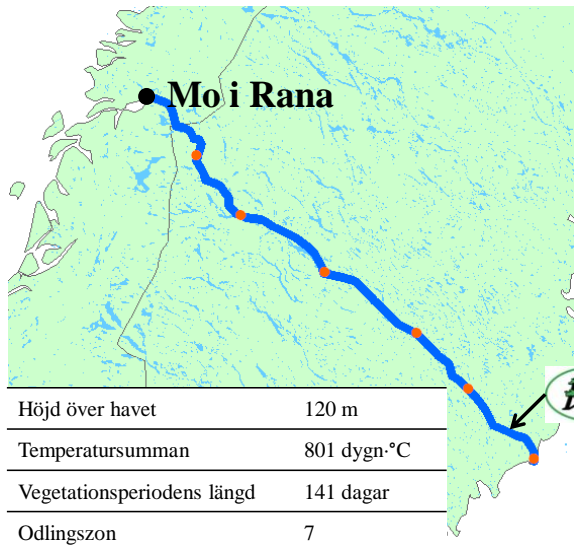
Vegetationsperioden blir därför kort och kall. Det kärva klimatet som finns här påverkar allt som försöker leva här.

Uppåt längs fjällen övergår glasbjörken gradvis till underarten fjällbjörk, som har ett typiskt krokigt växtsätt. I grännszonen finns ingen tydlig definition på vad som är glasbjörk och vad som är fjällbjörk. Träden i den här allén kommer från någon slags mellanvariant.

Höjd över havet	507 m
Temperatursumman	550 dygn.°C
Vegetationsperiodens längd	126 dagar
Odlingszon	Fjällregionen

Björkar från Mo i Rana

66°31'N, 14°28'Ö



Mo i Rana ligger vid en vik av Atlanten och omges av stora bergsmassiv. Närheten till Atlanten bidrar till att göra klimatet relativt mildt här trots att det ligger så pass långt norrut. Vegetationsperiodens längd och temperatursumman liknar dem hos Lycksele och Stensele (plats 3 och 4 i allén).



Eftersom det är så pass nära till höga fjäll och pollen blåser långt påverkas björkarna i Mo i Rana av de björkar som lever i fjällmiljö. Gener från fjällbjörkar bidrar till att en del av de frön som har sitt ursprung i Mo i Rana ger upphov till träd som avviker från vanliga glasbjörkar. De kan till exempel bli utpräglat små, krokiga eller ha mörkare blad.

Referenser

- Ahola, V. & Leinonen, K. (1999) Responses of *Betula pendula*, *Picea abies*, and *Pinus sylvestris* seeds to red/far-red ratios as affected by moist chilling and germination temperature. *Can. For. Res.* 29: 1709-1717
- Anamthawat-Jonsson, K. & Thorsson, A.T. (2003) Natural hybridisation in birch: triploid hybrids between *Betula nana* and *B. pubescens*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 75: 99-107
- Atkinson, M.D. (1992) *Betula pendula* Roth (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. *Journal of Ecology* 80: 837-870
- Berg, S., Lundström, A. & Svenson, S-A. 1996. Lövträd i Sverige - tillgångar och utnyttjade i dag samt framtida utveckling i några områden. SLU, Umeå
- Bergström, L. (1993) Blå vägen, från tusen öar till tusen sjöar. Bjästa
- Bevington, J. (1986) Geographic differences in the seed germination of paper birch (*Betula papyrifera*). *American Journal of Botany* 73(4): 564-573
- Black, M & Wareing, P.F. (1954) Photoperiodic control of germination in seed of birch (*Betula Pubescens* Ehrh.). *Nature* 174(4532): 924-925
- Black, M. & Wareing, P.F. (1959) The Role of Germination Inhibitors and Oxygen in the Dormancy of the Light-sensitive seed of *Betula* spp. *Journal of experimental Botany* 10: 134-145
- Corneliuson, J. (1997) *Växternas namn*. Finland
- Dahl, O. (1934) Floraen i Finnmark Fylke. *Nytt Mag. Nat. Vid.* 69: 1-430
- De Groot, W.J., Thomas, P.A. & Wein, R.W. (1997) *Betula nana* L and *Betula glandulosa* Michx. *Journal of Ecology* 85: 241-264
- De Jong, P.C. (1993) An introduction to *Betula*: Its morphology, evolution, classification and distribution with a survey of recent work. The IDS *Betula* Symposium, International Dendrology Society, Susses, U.K.
- De Queiroz, K. (2005) Ernst Mayr and the modern concept of species. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*
- Elkington, T.T. (1968) Introgressive hybridization between *Betula nana* L. and *B. pubescens* Ehrh. In North-West Iceland. *New Phytol.* 67: 109-118

- Eriksson, G., Black-Samuelsson, S., Jensen, M., Myking, T., Rusanen, M., Skrøppa, T., Vakkari, P. & Westergaard, L. (2003) Genetic Variability in Two Tree Species, *Acer platanoides* L. and *Betula pendula* Roth, With Contrasting Life-history Traits. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18:4 320-331
- Erkén, T. (1972) Progeny trials of Birch in Middle and Upper Norrland. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 70(5): 435-465
- Furlow, J.J. (1990) The genera of Betulaceae in the southeastern United States. *J Arnold Arbor* 71: 1-67
- Fries, J. (1964) Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland, Skogshögskolan, *Studia Forestalia Suecica* 14
- Föreningen Blå vägen 2010. Hemsida [online] Tillgängligt: <http://foreningen.blavagen.se/> [2010 01-31]
- Govorukha, G.I. & Mamaev, S.A. (1971) Effect of temperature conditions on the germination rate and vigor of seeds of the common birch and white birch of different geographic origin. *Ekologiya* 2: 47-52
- Gunnarsson, J.G. (1925) *Monografi över Skandinaviens Betulae*. J. G. Gunnarsson, Arlöv
- Griffiths, A.J. (2005) *Introduction to genetic analysis*, 8th ed. W. H. Freeman, New York
- Hagman, M. (1971) On self- and cross-incompatibility shown by *Betula verrucosa* Ehrh. and *Betula pubescens* Ehrh. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 73: 1-125
- Holm, S.O. (1994) Reproductive patterns of *Betula pendula* and *B. pubescens* coll. along a regional altitudinal gradient in northern Sweden. *Ecography* 17: 60-72
- Hultén, E. (1971) *Atlas över västerns utbredning i Norden, fanerogamer och ormbunkeväxter*. AB Kartografiska Institutet, Stockholm
- Hylander, N. (1966) *Nordisk kärlväxtflora 2*. Almqvist & Wiksell, Stockholm
- Jonsell, B. (2000) *Flora Nordica*. The Bergius Foundation, Stockholm
- Jonsson, L. (1987) Så skiljer du äkta och falsk ornäsbjörk [*Betula verrucosa* f. *dalecarlica*, *B. verrucosa* f. *crispa*]. *Natur och Trädgård* 2(3): 84-86
- Junttila, O. (1970) Effects of Stratification, Gibberellic acid and Germination Temperature on the Germination of *Betula nana*. *Physiologia Plantarum* 23: 525-433
- Junttila, O., Nilsen, J. & Igeland, B. (2003) Effect of temperature on the Induction of Bud

- Dormancy in Ecotypes of *Betula pubescens* and *Betula pendula*. Scandinavian Journal of Forest Research 18: 208-217
- Kallio, P., Niemi, S. & Sulkinoja, M. (1983) The fennoscandian birch and its evolution in the marginal forest zone. Nordica 47: 101-110
- Krok & Almquist (1994) *SVENSK FLORA Fanerogamer och ormbunksväxter*. 28e upplagan. Stockholm
- Laestadius, L. L. (1856) Species, subspecies, variatates et formae nec non proles hybridae in Lapponia hucusque observatae generis *Betulae* cum Tab. II et III. *Bot. Not.* 1856: 103-111
- Li, C., Viherä-Aarnio, A., Puhakainen, T., Junttila, O., Heino, P. & Palva, E.T. (2003) Ecotype dependent control of growth, dormancy and freezing tolerance under seasonal changes in *Betula pendula* Roth. *Trees* 17:127-132
- Lindquist, B. (1945) *Betula Callosa* Notö, a Neglected Species in the Scandinavian Subalpine Forests. *Svensk botanisk tidsskrift* 39: 161-186
- 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
- Molles, M.C. Jr. (2002). *Ecology: Concepts and Applications* (Fifth Edition). New York: The McGraw-Hill Companies, Inc
- Mossberg, B. & Stenberg, L. (2003) *Den nya nordiska FLORAN*. Wahlström & Widstrand, Tangen
- Orlova, N.I. (1978) The status of 2 birch species. *Vestnik Leningradskogo Universiteta Biologiya* 56-62
- O'Reilly, C. & De Atrip, N. (2007) Seed Moisture Content during Chilling and Heat Stress Effects after Chilling on the Germination of Common Alder and Downy Birch Seeds. *Silva Fennica* 41(2): 235-246
- Palme, A.E., Su, Q., Pålsson, S. & Lascoux, M. (2004) Extensive sharing of chloroplast haplotypes among European birches indicating hybridization among *Betula pendula*, *B. pubescens* and *B. nana*. *Molecular Ecology* 13: 167-178
- Perala, D.A., & Alm, A.A. (1990) Reproductive Ecology of Birch: A Review. *Forest Ecology and Management* 32:1-38

- Pudas, E., Leppälä, M., Tolvanen, A., Poikolainen, J. Venäläinen, A. & Kubin, E. (2007) Trends in phenology of *Betula pubescens* across the boreal zone in Finland. *Int. J. Biometeorol* 52: 251-259
- Quinn, J.A. & Colosi, J.C. (1977) Separating Genotype from Environment in Germination Ecology Studies. *The American Midland Naturalist* 97: 484-489
- Riksförbundet Svensk Trädgård 2010. Hemsida. [online] (2010-03-23) Tillgängligt: http://www.tradgard.org/svensk_tradgard/zonkartan.html [2010-03-23]
- Selander, S. (1950) Floristic phytogeography of southwestern Lule Lappmark II. Kärlväxtfloran I sydvästra Lule Lappmark. *Acta Phytogeogr. Suecica* 28: 1-152
- Silvertown, J.W. (1989) The paradox of seed size and adaption. *Trends Ecol. Evol.* 4: 24-26
- Smith, H. (1920) Vegetationen och dess utvecklingshistoria I det centralsvenska högfjällsområdet. *Norrl. Handbibl.* 9: 69-70
- Svanberg, I. & Tunón, H. (2001) Bark, näver och sav. I: Wahlström & Widstrand. *Människan och naturen* 79-84. Stockholm
- Umeå kommun 2010. Hemsida. [online] (2010-01-11) Tillgängligt: <http://www.umea.se/omkommunen/faktaomumea.4.bbd1b101a585d704800061691.html> [2010-03-23]
- Vaarama, A. & Valanne, T. (1973) On the taxonomy, biology and origin of *Betula tortuosa* Ledeb. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station* 10: 70-84
- Vaartaja, O. (1956) Photoperiodic response in germination of seed of certain trees. *Canadian Journal of Botany* 34: 377-388
- Vanhatalo, V., Leinonen, K., Rita, H., Nygren, M. (1996) Effect of prechilling on the dormancy of *Betula pendula* seeds. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1203-1208
- Vegis, A. (1963) Climatic control of germination, bud break, and dormancy. I: *Environmental Control of Plant Growth* (L. T. Evans ed.) 265-287. Academic Press. New York & London
- Viherä-Aarnio, A. & Velling, P. (2008) Seed Transfers of Silver Birch (*Betula pendula*) from the Baltic to Finland – Effect on Growth and Stem Quality. *Silvia Fennica* 42(5): 735-751
- Weiser, C.J. (1970) Cold resistance and injury in woody plants. *Science* 169: 1269-1278
- Welling, A., Kaikuranta, P. & Rinne, P. (1997) Photoperiodic induction of dormancy and

freezing tolerance in *Betula pubescens*. Involvement of ABA and dehydrins. *Physiol Plant.*
100: 119-125

Bilaga A: Data över frön som använts i studien

Lokal	Träd	100 matade frön (g)	Antal matade frön	Antal frön med larvangrepp	Antal tomfrön	Matningsgrad (%)
Holmsund	1.1	0,025	300	41	5558	5
Holmsund	1.2	0,028	429	120	7727	5
Nyland	2.5	0,025	77	0	8922	1
Nyland	2.6	0,031	89	0	701	11
Nyland	2.7	0,031	335	0	3822	2
Lycksele	3.3	0,04	155	12	681	18
Lycksele	3.6	0,03	1397	227	35213	4
Stensele	4.1	0,041	197	0	593	25
Forsmark	5.2	0,034	244	0	298	45
Stintbäcken	6.1	0,041	729	0	931	44
Stintbäcken	6.2	0,034	347	0	396	47
Mo i Rana	7.1	0,041	985	339	5876	14
Mo i Rana	7.2	0,038	345	72	5623	6
Baggböle	8.1	0,034	175	43	2217	7
Baggböle	8.2	0,026	481	40	6900	6
Umeå	9.1	0,031	258	0	10533	2
Umeå	9.2	0,031	258	0	10533	2

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2009:19 Författare: Anna Byström
Skogsbrukets påverkan på fasta fornlämningar – en analys av skador på fasta fornlämningar i Västernorrlands län där avverkning och markberedning utförts
- 2009:20 Författare: Stefan Ivarsson
Skogstillstånd och skogshistoria i Tyresta nationalpark – en jämförelse mellan nu och då, Haninge och Tyresö
- 2009:21 Författare: Aida Bargués Tobella
Water infiltration in the Nyando River basin, Kenya
- 2009:22 Författare: Nils-Olov Eklund
Moose distribution and browsing close to a feeding station

- 2010:01 Författare: Aron Sandling
Distribution and nitrogen fixation of terricolous lichens in a boreal forest fire chronosequence
- 2010:02 Författare: Elin Olofsson
Variation in protein precipitation and phenolic content within and among species across an elevational gradient in subarctic Sweden
- 2010:03 Författare: Erik Holm
The effects on DOC export to boreal streams, caused by forestry
- 2010:04 Författare: Tommy Johansson
Illegal logging in Northwest Russia – Export taxes as a means to prevent illegal operations
- 2010:05 Författare: Emma Tillberg
Skador orsakade av törskatesvamp på ungskog av tall *Pinus sylvestris* samt förekomst av kovall i hyggesbrända respektive mekaniskt markberedda bestånd
- 2010:06 Författare: Susanne Spreer
Virkesproduktionen under 80 år i ett fältförsök i Dalarna med olika skogsskötselsystem
- 2010:07 Författare: Lenka Kuglerova
Effects of forest harvesting on the hydrology of boreal streams: The importance of vegetation for the water balance of a boreal forest
- 2010:08 Författare: Linda Magnusson
Tillväxt för skogssådd och plantering fram till röjning och första gallring – förnyringsmetodernas potential att uppfylla olika produktionsmål
- 2010:09 Författare: Emma Palmgren
Hur mycket naturbetesmarker har vi idag? Skattning av areal via nationella, stickprovsbaserade inventeringar samt jämförelse mot befintliga informationskällor
- 2010:10 Författare: Johan Ledin
Planteringsförbandets betydelse för kvalitetsegenskaper i contortatall (*Pinus contorta* var. *latifolia*)
- 2010:11 Författare: Anna-Maria Rautio
De norrländska svältnörena – en skogshistorisk analys av cykelstigsutbyggnaden under 1900-talet
- 2010:12 Författare: Linda Bylund
Tungmetaller i marken vid träimpregnering i Hede, Härjedalen

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.seksko.slu.se