



Utvärdering av metod för att morfologiskt särskilja björkarterna *Betula pendula* och *Betula pubescens*

Pontus Nyqvist

Examensarbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för skogsvetenskap
Jägmästarprogrammet
2022:02 • ISSN 1654-1898
Umeå 2022



Utvärdering av metod för att morfologiskt särskilja björkarterna *Betula pendula* och *Betula pubescens*

*Evaluation of method to morphologically distinguish between the birch species *Betula pendula* and *Betula pubescens**

Pontus Nyqvist

Handledare: Felicia Dahlgren Lidman, Sveriges Lantbruksuniversitetet, institutionen för skogens ekologi och skötsel

Examinator: Marie-Charlotte Nilsson Hegethorn, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skogens ekologi och skötsel

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurstitel: Examensarbete i skogsvetenskap vid inst för skogens ekologi och skötsel

Kurskod: EX0959

Program/utbildning: Jägmästarprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2022

Omslagsbild: Birches in a summer meadow by Northhofsweden from Sweden (CC BY 2.0)

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Serietitel: Examensarbeten

Delnummer i serien: 2022:02

ISSN: 1654-1898

Nyckelord: Björk, morfologi, artbestämning, fällningsmetoden, silver birch, downy birch

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Publicering och arkivering

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

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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

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

Sammanfattning

Björk är det tredje vanligaste trädslaget i Sverige och har tidigare setts som ett ogräs i skogen. De senaste 20 åren har björken haft en tydligt ökande trend gällande virkesförråd, trots detta finns det fortfarande många kunskapsluckor gällande bl.a. skötsel, föryngring, förädling och dess påverkan på omgivningen. I riksskogstaxeringens inventeringar är de två björkarterna vårtbjörk (*Betula pendula*) och glasbjörk (*Betula pubescens*) inte separerade från varandra, utan de noteras båda som björk. De två björkarterna har vissa morfologiska skillnader som gör att de kan separeras från varandra, men dessa skillnader är inte alltid tydliga vilket skapar osäkerhet vid artbestämning. Syftet med detta arbete är att validera den morfologiska separationsmetoden för de två björkarterna med hjälp av en beprövad kemisk metod. Detta för att skatta den eventuella felmarginalen över hur säker den morfologiska metoden är. Att ha en pålitlig artbestämningsmetod är nödvändigt då björkarterna kan användas till olika slutprodukter och har olika preferenser gällande växtlokal. Datat till studien insamlades genom transektinventering på tre olika lokaler i norra Sverige. På varje lokal insamlades barkprov från tre hyggen som samtliga avverkats 2014, totalt togs 90 barkprover från vardera björkart. Resultatet från den kemiska separationsmetoden stämde överens med den morfologiska till 100%. Detta innebär att den morfologiska separationsmetoden verkar vara högst tillförlitlig för yngre björkar. Därtill diskuterades vilka fördelar en större inblandning av björk kan tillföra i det svenska skogsbruket gällande biodiversitet och riskreducering, samt varför det är motiverat att särskilja de två björkarterna.

Nyckelord: Björk, morfologi, artbestämning, fällningsmetoden, vårtbjörk, glasbjörk

Abstract

Birch is the third most common tree species in Sweden and has previously been seen as a weed in the forests. In the last 20 years, birch has had a clearly increasing trend in Swedens growing timber stock, but there are still many knowledge gaps regarding management, regeneration, processing, and its impact on the environment. In the national forest assessment's inventories, the two birch species silver birch (*Betula pendula*) and downy birch (*Betula pubescens*) are not separated from each other, and are only registered as birch. The two birch species have some morphological differences that allow them to be separated from each other, but these differences are not always distinct, which creates uncertainty in species identification. The purpose of this work is to validate the morphological separation method for the two birch species by using a proven chemical method. This is to estimate the possible margin of error over how safe the morphological method is. Having a reliable species determination method is necessary as the birch species can be used for different end products and have different preferences regarding plant habitat. The data for the study were collected through a transect inventory at three different premises in northern Sweden. Bark samples were collected at each site from three fellings, all of which were felled in 2014, a total of 90 bark samples were collected from each birch species. The result from the chemical separation method was 100% consistent with the morphological one. This means that the morphological separation method seems to be highly reliable for younger birches. In addition, the benefits of a greater involvement of birch in terms of biodiversity and risk reduction are discussed, as well as why it is justified to distinguish the two birch species.

Keywords: Birch, morphology, species identification, precipitation method, silver birch, downy birch

Innehållsförteckning

| | |
|---|-----------|
| INLEDNING | 9 |
| 1.1. Bakgrund och nuläget..... | 9 |
| 1.2. Skogspolicy och biodiversitet | 10 |
| 1.3. Klimatförändring och dess risker | 11 |
| 1.4. Skillnader mellan vårt- och glasbjörk..... | 11 |
| 1.5. Morfologisk artbestämning | 12 |
| 1.6. Kemisk artbestämning | 12 |
| 1.7. Syfte..... | 13 |
| 2. Material och metod | 14 |
| 2.1. Avgränsningar | 14 |
| 2.2. Datainsamling..... | 14 |
| 2.2.1. Fältlokaler | 14 |
| 2.2.2. Fältinventering av trädslagsfördelning | 14 |
| 2.2.3. Insamling av barkprover | 15 |
| 2.2.4. Fällningsmetoden..... | 16 |
| 3. Resultat | 18 |
| 4. Diskussion | 20 |
| 5. Slutsatser | 25 |
| Referenser | 27 |
| Tack | 33 |

INLEDNING

1.1. Bakgrund och nuläget

I Sverige har lövsly tidigare setts som ett ogräs i skogarna (Witzell & Karlsson 2002), eftersom det svenska skogsbruket har vart inriktat på att producera barrskog av hög kvalitet (Enander 2002). Ett av de trädslag som räknas till lövsly är björk (*Betula pendula Roth. och Betula pubescens Ehrh.*) (Johansson & Lundh, 2009). För att ta bort konkurrerande lövföryngring från hyggen planterade med barrplantor användes under 1900-talet i Sverige det kemiska lövbekämpningsmedlet hormoslyr (Lisberg Jensen 2006). Under 1980-talet förbjöds användningen av hormoslyr i skogsbruket då det fanns risk att människor kunde drabbas av cancer samt att genetiska skador hos både människor och djur upptäckts. Björkens vara eller icke vara slutade inte med detta förbud. Till följd av 1979 års skogsvårdslag (5 § moment 3) skulle glesare skogar bevuxna med ej lämpliga trädslag, ofta björk, avverkas och ersättas med barrträd. Riksdagen beslutade i sin tur 1981 att ge förhöjda bidrag till skogsägarna som omvandlade skogarna på detta sätt (Enander 2002). Under 1980-talet förändrades bidragsreglerna för omvandlingsprogrammet flera gånger efter att kritik uppkommit då det inte tog hänsyn till naturvård (Ekelund & Hamilton 2001). I början på 1990-talet upphörde detta omvandlingsprogram som då hade omfattat ca 400 000 hektar, varav den största delen var i Norrland (Enander 2002).

Vårtbjörk och glasbjörk är tillsammans det tredje vanligaste trädslaget i Sverige (Skogsdata 2021), trots detta finns det många kunskapsluckor gällande bland annat skötsel, föryngring, förädling och dess ekologiska påverkan på omgivningen (Fahlvik et al. 2021). Sverige har 27,9 miljoner hektar skogsmark varav 23,5 hektar är produktiv skogsmark. Det totala virkesförrådet i Sverige är 3574 miljoner m³sk. Av detta står tall (*Pinus sylvestris L.*) för ca. 39%, gran (*Picea abies (L.) Karst*) för ca. 40% och björk för ca. 13% (Skogsdata 2021).

I statistik från Riksskogstaxeringen är det tydligt att björk har haft en ökande trend i virkesförrådet de senaste 20 åren i Sverige. Mellan åren 2000 till 2020 ökade volymen björk i den svenska skogen med ca. 42%. Den största volymandelen björk är i diameterklassen 0–9 cm i brösthöjd (Skogsdata 2000; Skogsdata 2021).

1.2. Skogspolicy och biodiversitet

Det finns två skogscertifieringssystem i Sverige, FSC (Forest Stewardship Council) och PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes). De båda certifieringssystemen jobbar för ett uthålligt och hållbart skogsbruk där skogens olika värden ligger i fokus. Kopplat till miljöhänsynen i de två certifieringssystemen finns det flera punkter som syftar till att gynna eller öka andelen lövträd. Bland annat bör 10% av de härskande och medhärskande stammarna bestå av lövträd i barrdominerade bestånd, så länge det finns förutsättningar för detta. Markinnehavet bör även brukas så att minst 5% av arealen frisk eller fuktig mark domineras av lövträd under merparten av omloppstiden. Dessa krav används för att bevara den biologiska mångfalden och de ekologiska processerna i skogen (PEFC 2017; FSC 2020). Enligt Felton et al. (2010b) omfattas 80% av den produktiva skogsmarksarealen i Sverige av de två certifieringarna.

Utöver de två certifieringssystemen finns den svenska skogsvårdslagen (2020) som anger att miljömål och produktionsmål ska vara jämställda. Ur produktionssynpunkt innebär detta att skogen ska skötas på ett sådant sätt att skogen ger en uthållig och god avkastning. Miljömålet är inriktat på att behålla skogens produktionsförmåga, att nyttja skogen så att djur- och växtarter får förutsättningar att fortsätta leva i livskraftiga bestånd samt att den genetiska variationen och biologiska mångfalden säkras. Därtill ska naturtyper och arter som är hotade skyddas och sociala, estetiska och kulturmiljövärden i skogen skall värnas (Skogsstyrelsen 2020).

Produktionen av timmer och andra skogliga produkter är främst baserat på kalavverkning av jämnåldriga bestånd i Sverige (Felton et al. 2010b). Alla skogar vars syfte är att producera timmer riskerar att förlora mycket av sin biodiversitet (Larsson & Danell 2001). Skogsbruket och annan mänsklig aktivitet har ändrat trädslagsfördelningen i Sverige (Lindbladh et al. 2000). Detta eftersom skogsbruket fokuserat på plantering av bestånd som endast innehåller ett eller ett fåtal trädslag, vanligtvis tall och gran (Larsson & Danell 2001). Utbredningen av barrmonokulturer har varit på bekostnad av lövträden (Lindbladh et al. 2000). Detta har lett till att växt- och djurpopulationer har minskat och hotet om utrotning har ökat för flera skogsberoende arter i Sverige (Berg et al. 1994). Två viktiga konsekvenser som uppstått till följd av det moderna storskaliga skogsbruket är förlusten av livsmiljöer samt omvandling av kvarvarande livsmiljöer till produktiva och homogena strukturer. Till exempel leder avsaknaden av lövträd i granbestånd till att mångfalden av fåglar minskar (Felton et al. 2011). Kalavverkning är det vanligaste hotet mot alla taxonomiska grupper (Berg et al. 1995).

1.3. Klimatförändring och dess risker

Modeller visar att medeltemperaturen i Sverige riskerar att öka med 2–7 °C i framtiden (Kjellström et al. 2014). Även nederbörden förväntas öka i Sverige med upp till 40%. Det är främst norra Sverige som kommer att påverkas av ökningar i temperatur och nederbörd (Felton et al. 2016). Vindklimatet däremot kommer inte förändras jämfört med nutid. Till följd av de förväntade klimatförändringarna tros riskerna bli större för olika skadegörare i Sverige. Stormskadorna riskerar att öka (Witzell et al. 2017a), framför allt för granen som är extra stormkänslig (Valinger & Fridman, 2011). Framtidsscenarier förutspår att brandrisken kommer öka i samband med ett torrare klimat i södra Sverige (Schelhaas et al. 2010), och det är i regel barrträd som är de mest utsatta (Bond & van Wilgen 1996). Även de biotiska skadegörarna som exempelvis insekter och svampar förväntas orsaka mer skador på skog i framtiden (Keskitalo et al. 2016). Ett varmare klimat ger en ökad aktivitet för exempelvis granbarkborren (*Ips typographus*) (Jönsson et al. 2009), samt för rottickan (*Heterobasidion spp.*) (Müller et al. 2014; La porta et al. 2008). Detta kommer påverka de svenska barrträden i framtiden, speciellt gran (Witzell et al. 2017b). Att vara beroende av få trädarter, ofta bestående av högproducerande monokulturer, gör att skogsbruket blir mer sårbart. Att öka mängden skog som består av olika trädslag, exempelvis inhemska lövträd som björk eller blandbestånd, antas kunna minska riskerna (Felton et al. 2010a).

1.4. Skillnader mellan vårt- och glasbjörk

Vårtbjörk och glasbjörk liknar generellt varandra eftersom de båda arterna har vita stammar och når likartade höjder på ungefär 20–30 meter. Även fast arterna liknar varandra och det faktum att både glas- och vårtbjörk allt som oftast benämns som björk så finns det skillnader mellan dem. De har bland annat olika preferenser när det gäller växtplats. Vårtbjörk förekommer främst på bördiga marker som exempelvis övergivna åkrar (Hynynen et al. 2010). En lagom mängd fukt och luft i jorden är de viktigaste variablerna på en växtplats för att vårtbjörken ska trivas. För att marken ska uppfylla dessa krav är det bra om jorden består av sandig-moig morän eller finsandsjord. Tallmarker är ofta att föredra för vårtbjörk. Lera och siltjordar är oftast för kompakta underlag för vårtbjörken. Glasbjörken däremot har inte lika stränga krav som vårtbjörken, utan klarar av att leva på de flesta marker, från torra till kompakta jordar och på torvmarker. Glasbjörken dominerar för det mesta svala, våta, finstrukturerade marker med lite luft (Sutinen et al. 2002). Detta leder till att glasbjörk generellt förekommer mer frekvent på de nordliga breddgraderna där det är svalt och fuktigt, än vad vårtbjörken gör. Ytterligare en skillnad mellan björkarterna är att vårtbjörk är något mer skuggintolerant jämfört med glasbjörk. Skogsägarens mål med glasbjörk är oftast att producera massaved

och skogsbränsle till liten kostnad. Om glasbjörken växer på torvmark eller annan fuktig mark blir ofta storleken och kvalitén på stammarna för dålig för att kunna användas som timmer eller fanér (Hynynen et al. 2010). Glasbjörk används även för t.ex. tillverkning av tumstockar (Hultafors u.å.). Vårtbjörkar som är naturligt förnygrade i blandskogar utnyttjas främst som massaved, men med rätt skötsel kan även vårtbjörkarna användas till timmer. I bestånd som enbart består av vårtbjörk är målet oftast att producera högkvalitativt timmer, med stora diametrar och raka stammar (Hynynen et al. 2010).

1.5. Morfologisk artbestämning

I riksskogstaxeringens inventeringar är de två björkarterna vårt- och glasbjörk inte separerade från varandra, utan de noteras båda som björk (Eriksson et al. 1996) (Skogsdata 2021). Vårtbjörk och glasbjörk har vissa morfologiska skillnader som gör att de går att separeras från varandra, men dessa skillnader är inte alltid tydliga vilket kan skapa osäkerhet (Lundgren et al. 1995). Trots detta är den dominerande artbestämningsmetoden av björk genom morfologiska karaktärer. Den mest tillförlitliga skillnaden är att vårtbjörkens kvistar har hartsvårtor, glasbjörkens kvistar däremot saknar vårtor men är något ludna (Eriksson et al. 1996). Bladens morfologiska karaktärer hos vårt- och glasbjörk kan ibland vara svåra att urskilja då dessa kan vara diffusa. Vårtbjörkens blad är triangulära och kala, med dubbelsågade kanter. Glasbjörkens blad är äggrunda med enkelsågade kanter (Mossberg & Stenberg 2010). Enligt Migalina et al. (2010) varierar de olika björkarternas löv beroende på vilket klimat och miljö de lever i. I deras studie kunde de se att under ett varmt och torrt år blev bladen från både vårt- och glasbjörk mer rundade, vilket innebär att formen är en mekanism som anpassas efter väderfluktuationer. Bladstorlek och bladnervtäthet återspeglar däremot anpassningen till björkarnas fotosyntes, som är en följd av vilken miljö björkarna lever i. Stammens barkstruktur, grenstruktur och kronform är andra morfologiska karaktärer som kan utnyttjas vid artbestämning (Eriksson et al. 1996).

1.6. Kemisk artbestämning

Utöver den morfologiska artbestämningsmetoden finns det en kemisk artbestämningsmetod som i den här studien kallas fällningsmetoden. Fällningsmetoden är framtagen av forskare på SLU som en snabb och enkel metod för att kemiskt artbestämma vårt- och glasbjörk. Metoden bygger på att det finns skillnader i sammansättningen av diarylheptanoider (fenoler) i barken hos vårt- och

glasbjörk. Bark från vårtbjörk innehåller stora mängder fenoler, medan glasbjörk innehåller små mängder. Av dessa fenoler är det ett specifikt ämne, platyphyllosid, som finns i stora mängder i vårtbjörken men som saknas i glasbjörken. Platyphyllosid kan därför användas som markör vid artbestämning av vårtbjörk. För att avgöra om ett barkprov från björk innehåller fenolen platyphyllosid eller ej placeras det i en reagenslösning, om en fällning bildas så innehåller provet platyphyllosid. Fällningsmetoden anses vara stabil då den är oberoende av geografisk belägenhet, årstid och ståndortsfaktorer. Därtill stämmer fällningsmetoden mycket väl överens med kromosomantalet av de två björkarterna. Glasbjörken har 56 kromosomer i de vegetativa cellerna medan vårtbjörken har 28, vilket innebär att björkarterna med mycket stor säkerhet kan skiljas från varandra genom kromosomräkning (Eriksson et al. 1996).

1.7. Syfte

Syftet med arbetet är att validera den morfologiska separationsmetoden för de två björkarterna genom att ta barkprover från björkar som morfologiskt artbestämts i fält med hjälp av årsskott och blad, och som sedan testas efter en kemisk markör som finns i rikliga mängder i vårtbjörk men saknas i glasbjörk. Detta för att skatta en felmarginal över hur säker den morfologiska metoden är. Dessutom kommer det undersökas om trädslagsfördelningen i olika bestånd har något samband med hur väl det går att arbestämma björkar morfologiskt. I detta arbete kommer hyggen med olika trädslagsfördelning inventeras vilket gör att det uppstår en variation av olika typer och karaktärer på bestånden. Att ha en pålitlig artbestämningsmetod är viktigt om vi i framtiden vill anlägga mer lövskog i Sverige, eftersom det kan vara nödvändigt att skilja på björkarterna då de har olika ekologiska egenskaper, preferenser gällande växtlokaler och kan användas till olika slutprodukter.

Frågeställningarna i detta arbete är:

- Hur väl stämmer den morfologiska separationsmetoden av vårt- och glasbjörk för träd i åldern 5–7 år med fällningsmetoden.
- Har trädslagsfördelningen i de olika bestånden något inflytande på hur väl björkarterna går att artbestämmas morfologiskt.

2. Material och metod

2.1. Avgränsningar

Denna studie fokuserar enbart på Sveriges två huvudsakliga inhemska trädbildande björkarter, vårtbjörk och glasbjörk. De utvalda lokalerna är del av ett utlägg från en större ännu opublicerad studie som undersöker glas- och vårtbjörkens spridning i Sverige från Jokkmokk i norr till Växjö i söder. I detta arbete används ett urval av tre lokaler från den större studien.

2.2. Datainsamling

2.2.1. Fältlokaler

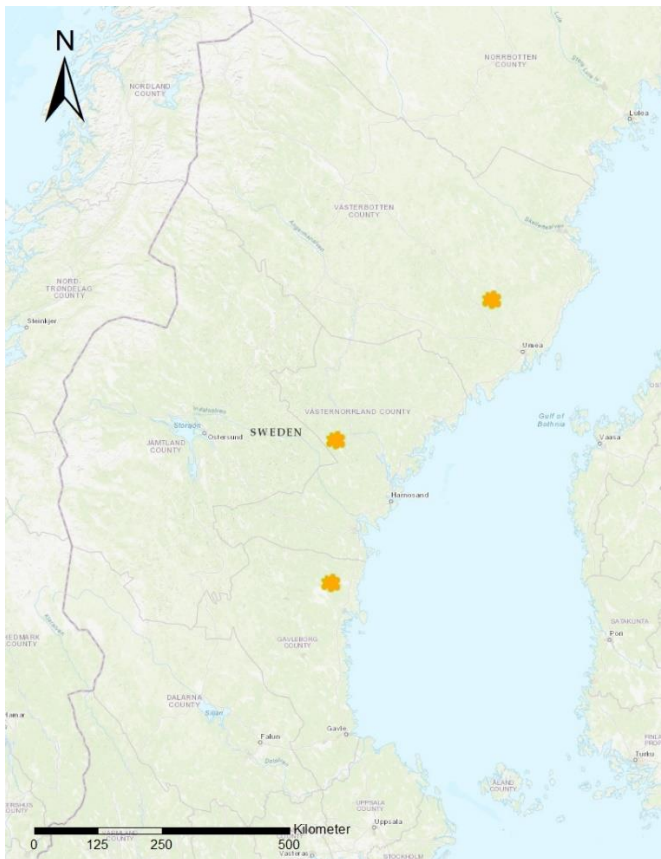
De tre lokalerna som används i detta arbete är Vindelns i Västerbotten (64,230255°N, 19,712716°Ö), Sollefteå i Ångermanland (63,126141°N, 16,952284°Ö) och Hudiksvall i Hälsingland (61,959929°N, 16,877354°Ö) (Figur 1). För respektive lokal har tre hyggen valts ut som uppfyllde vissa kriterier. Kriterierna var att hygget skulle vara minst 2 ha stort, vara klassat som föryngringsavverkning av normal skog i Skogsstyrelsens databas och vara avverkat 2014.

2.2.2. Fältinventering av trädslagsfördelning

Datat för trädslagsfördelning är insamlat mellan 2019 och 2020 från de tre utvalda lokalerna inom ramen för den större opublicerade studien. Inför varje fältinventering användes Arcmap för att systematiskt lägga ut 20 provytor, i ett rutnät med 30 m mellan provytecentrum, för respektive utvalt hygge. Varje provyta hade en radie av 1,5 m där samtliga plantor över 2 dm räknades trädslagsvis. Samtliga trädslag noterades, vårt- och glasbjörk separerades genom att studera morfologiska karaktärer liksom gråal och klibbal.

2.2.3. Insamling av barkprover

Under september 2021 insamlades barkprover från de tre utvalda lokalerna. På varje lokal inventerades samma hyggen som vid fältinventeringen av trädslagsfördelningen. På de nio hyggerna insamlades 10 barkprover av vardera björkart per hygge, som först morfologiskt artbestämdes som antingen vårt- eller glasbjörk innan provtagning. Ett barkprov motsvarar en kvistbit på ca. 5–10 cm taget från björkarnas sidogrenar. Provtagningen startade i det sydvästra hörnet på varje hygge och följde sedan en transekt i riktning mot nordöst, var trettionde meter provtogs en björk av vardera art. Provtagningen upprepades sedan tills 10 prover av vardera björkart var insamlade. De morfologiska karaktärerna som användes för att identifiera vilken björkart som proverna togs från, var främst bladform och strukturen på årsskotten. När det var svårt att lokalisera någon av de två björkarterna i närheten av den förbestämda punkten på transekten så utökades sökningen i en cirkel runt punkten tills att båda arter hittats (Figur 2). Björkproven transporterades från hygget i en kylbag och förvarades därefter i frys fram till laboratoriearbetet för att hållas färska. Sammanlagt togs 180 björkprover från de tre lokalerna.



Figur 1. Karta med markeringar för lokalerna Vindelns kommun, Sollefteå och Hudiksvall där björkprover inhämtades.

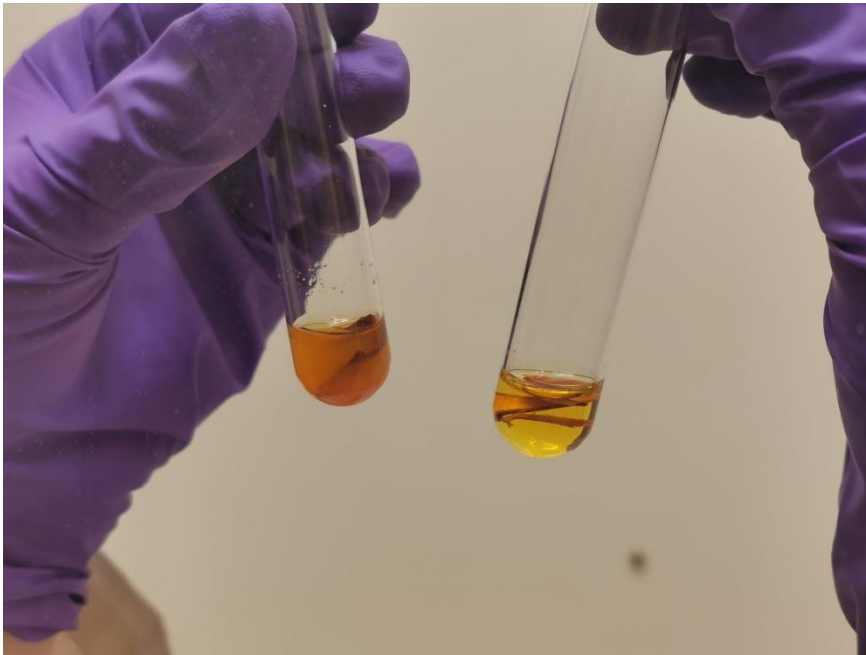


Figur 2. Exempel på hur sökningar efter björkar utfördes. Transekt i ljusblått, inventeringspunkt i gult och påträffad björk i grönt. Modifierat från Google Maps.

2.2.4. Fällningsmetoden

Den kemiska artbestämningen som används här för att validera artbestämningen med hjälp av björkarnas morfologiska karaktärer följer beskrivningen från Eriksson et al (1996). Reagenslösningen som användes till fällningsmetoden tillredes genom att späda ut 166 ml koncentrerad saltsyra (HCl 37%) med 834 ml avjoniserat vatten till 1000 ml 2 M saltsyra. Därefter tillsattes 4 g 2,4-dinitrophenylhydrazin till den utspädda saltsyran som sedan fick stå över natten i rumstemperatur. Morgonen därpå fördelades blandningen i 180 nummerade provrör med ca 2 ml i varje. 2–3 små barkbitar täljdes från respektive upptinat barkprov och tillsattes i ett av de 180 provrören med reagenslösningen. Därefter fick proverna stå ca. en timme i rumstemperatur innan kontroll. När tiden hade passerat kontrollerades provrören för att se om det hade uppstått en fällning i lösningen. Fällningen blir grumlig/mjölkgig och mer orange om barkprovet är av vårtbjörk medan vätskan förblir klar om provet är av glasbjörk (Figur 3). Vid något enstaka tillfälle var det svårt att urskilja om det uppstått fällning eller inte i provröret. Dessa provrör värmdes då upp i handen och fick sedan stå ca 30 minuter ytterligare i rumstemperatur innan kontroll åter gjordes. Resultatet av artbestämningen noterades för varje provrör.

Datat med trädslagsfördelningen visualiserades i Microsoft Excel 2016. Där gjordes diagram över trädslagsfördelningen för varje lokal, samt fördelningen av vårt- och glasbjörk för alla nio hyggen.

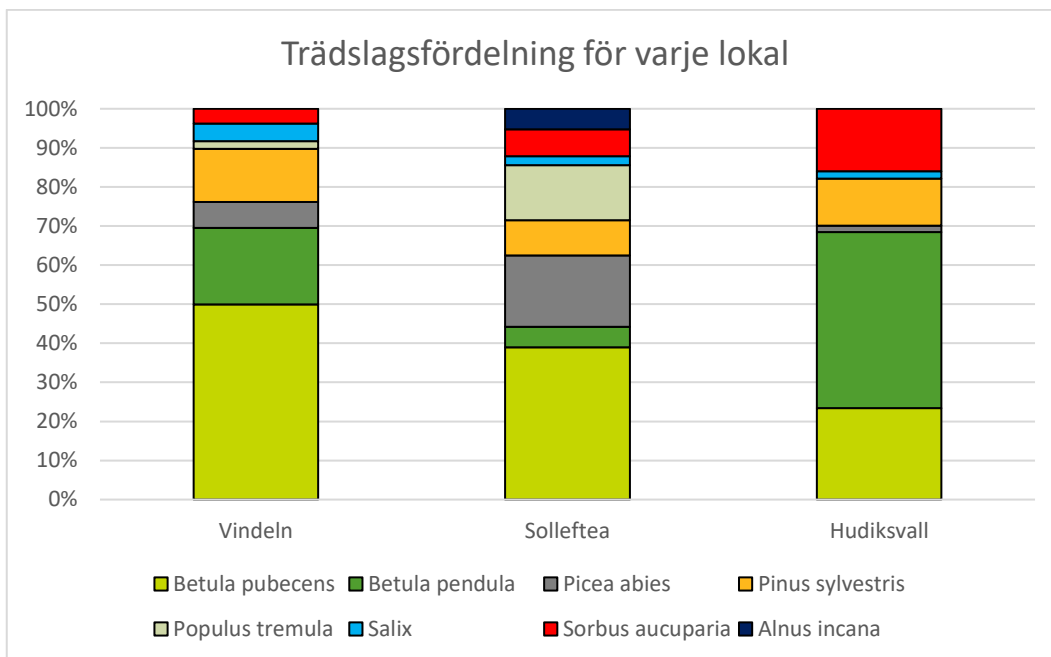


Figur 3. Vid laboratoriearbetet uppstod en grumlig/mjölkig fällning om barkprovet kom från vårtbjörk (till vänster i bild), medan vätskan förblev klar om barkprovet kom från glasbjörk (till höger i bild).

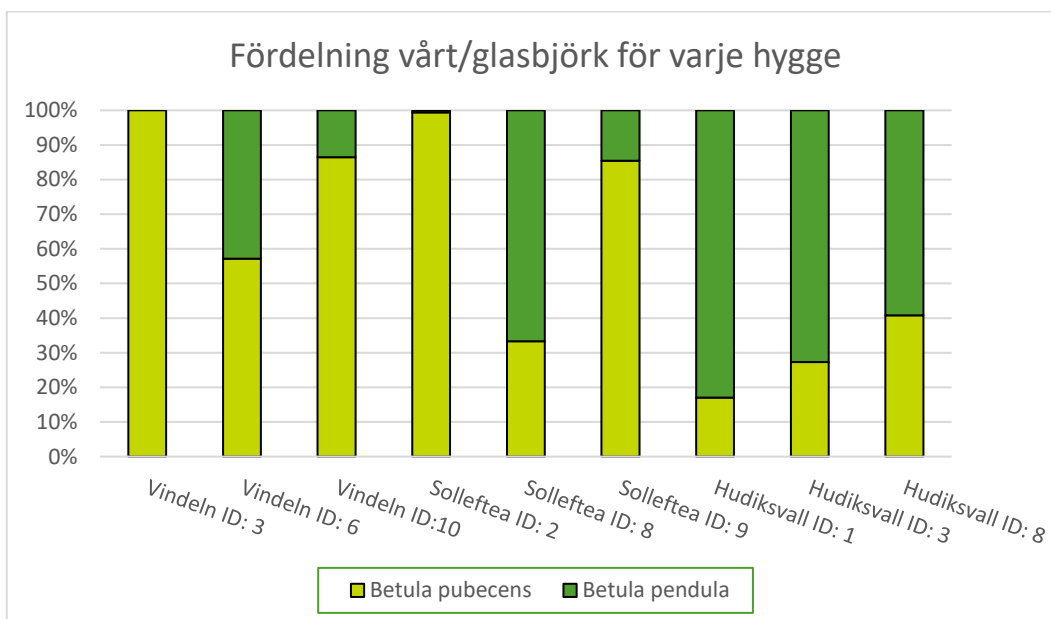
3. Resultat

Resultatet av laborationen med fällningsmetoden visade att 100% d.v.s. 180 av 180 artbestämningar med hjälp av de morfologiska karaktärerna stämde överens med fällningsmetoden. Detta innebär att den morfologiska separationsmetoden verkar vara högst tillförlitlig för björkar i åldern 5–7 år.

Den sammanlagda trädslagsfördelningen för varje lokal visar att björkarterna är det dominerande trädslaget (Figur 4). I Vindeln och Hudiksvall står vårt- och glasbjörk för ungefär 70% av alla stammar, men i Sollefteå var denna andel 44%. Något som sticker ut för Hudiksvall är att den dominerande björkarten är vårtbjörk, för de andra lokalerna är det glasbjörk som dominerar. Trädslagsfördelningen på de nio inventerade hyggerna varierade. Som högst var björkandelen 86% på hygget Vindeln ID: 6. Som lägst är björkandelen 23% på hygget Sollefteå ID: 8. På två hyggen är det ett annat trädslag än någon av björkarterna som dominerar. På hygget Vindeln ID: 10 är tall det dominerande trädslaget och på hygget Sollefteå ID: 8 dominerar asp. Fördelningen av vårt- och glasbjörk för varje inventerat hygge visar att glasbjörk dominerar på alla hyggen i Vindeln. I Sollefteå är glasbjörk den dominerande björkarten på två av tre hyggen. I Hudiksvall däremot är vårtbjörk den dominerande björkarten på alla tre hyggen (Figur 5). Eftersom resultatet efter fällningsmetoden visade att 100% av artbestämningarna stämde överens med de morfologiska artbestämningarna indikerar detta att trädslagsfördelningen på de olika hyggerna inte verkar ha haft något inflytande på säkerheten av den morfologiska separationsmetoden.



Figur 4. Diagram över trädslagsfördelningen per lokal.



Figur 5. Diagram över fördelningen av vårt- och glasbjörk per hygge.

4. Diskussion

Resultatet visade att den kemiska och den morfologiska artbestämningsmetoden stämde överens till 100%. Detta var även fallet för Lundgren et al. (1995) med björkar yngre än 20 år. Att särskilja vårt- och glasbjörk baserat på dess morfologiska karaktärer verkar därför vara en tillförlitlig metod för yngre björkar. I studien av Lundgren et al. (1995) undersökte de även vilken felmarginal de fick på björkar äldre än 20 år. I blandade bestånd där både vårt- och glasbjörk växte blev 20–30% felidentifierade med den morfologiska separationsmetoden. Anledningen till detta berodde på att de morfologiska karaktärerna var diffusa.

Tidigare analyser har visat att platyphyllosid-innehållet i barkprover är stabilt och oberoende av geografisk belägenhet, årstid och ståndortsfaktorer. Därtill har analyser visat att kromosomantal stämmer mycket väl överens med platyphyllosid förekomsten i björkbark. Detta gör att fällningsmetoden kan ses som mycket tillförlitlig (Eriksson et al. 1996). Fördelarna med fällningsmetoden är att den är tillförlitlig och att den var både simpel och snabb att utföra i labb vilket bidrog till att det var möjligt att testa många prover på samma gång. Det som dock bidrog till en liten osäkerhet under arbetet var att små partiklar av 2,4-dinitrophenylhydrazin inte hade löst upp sig helt i reagenslösningen. Vätskan kunde då se lite grumlig ut. Detta gjorde att bedömningen av glasbjörk blev något svårare vid enstaka tillfällen då det kunde vara svårt att tyda om det bildades en fällning eller inte. Men om provet då fick stå ytterligare en stund så var det lätt att därefter bedöma vilken björkart det rörde sig om.

I denna studie var det endast en person, med skoglig utbildning, som gjorde artbestämningarna ute i fält. Det innebär att resultatet bara visar denne persons felmarginal. En fråga som uppstår är om resultatet hade blivit annorlunda om en person utan skoglig utbildning hade gjort samma bedömning? Speciellt intressant vore det att se vilken felmarginal skogsägare hade haft efter samma typ av artbestämningar. Detta eftersom många skogsägare, 57% i snitt mellan 2012–2017 (Skogsstyrelsen u.å.), väljer att sköta om röjning på egen hand på sina skogsfastigheter. Vilket i sin tur betyder att skogsägare har stor makt över vilka träd som ska behållas vid ett tidigt skede under omloppstiden (Holmström et al. 2016).

Att ta barkprover från respektive björkart som var närmast inventeringspunkten medförde på några hyggen svårigheter under inventeringens gång. På de hyggen där fördelningen mellan vårt- och glasbjörk var ojämn kunde det vara svårt att hitta båda björkarterna i närheten av transekten. De flesta hyggen var i största utsträckning dominerade av endast en av björkarterna. Även om sökningar gjordes i cirklar runt den utvalda punkten på transekten kunde tät vegetation och hinder, som exempelvis stora block och döda grova träd, göra att det var svårt att upptäcka de närmsta björkarna.

Vid inventeringen var det främst björkarnas kvistar som användes som karaktär för artbestämningen. Detta eftersom kvistarna ska vara den mest tillförlitliga karaktären vid morfologisk artbestämning (Eriksson et al. 1996). Löven användes mer sparsamt vid artbestämningen eftersom dess form och struktur varierade och vårt- och glasbjörkens löv liknade varandra många gånger. Att bladens utseende varierade mycket, speciellt mellan olika hyggen, kan förklaras av att miljö, klimat och väder har påverkan på bladens utseende och struktur (Migalina et al. 2010).

Vårt- och glasbjörk förekommer ofta tillsammans i bestånd där de blandas med varandra (Eriksson et al. 1996). Men då det finns kvalitativa skillnader mellan de olika björkarterna och att de båda kan växa på samma mark så kan det vara av vikt att kunna skilja på dem i ett tidigt stadium. Detta för att kunna påverka vilken av björkarterna som skall behållas och prioriteras, eftersom björkarterna har olika ståndortskrav. I lövskogsbruk är det viktigt att trädslagen hamnar på en lämplig ståndort för att få god vitalitet och hög tillväxt (Rytter et al. 2014). Eftersom vårt- och glasbjörk har skilda ståndortskrav kommer tillväxtmönster och beståndsutveckling skiljas åt beroende på vilken björkart som dominerar. Beroende på hur stora andelar av varje björkart det är i ett bestånd bör skogsskötselprogrammen varieras (Eriksson et al. 1996). Den kanske viktigaste anledningen till att skilja björkarterna åt är skogsägarens målsättning med det framtida beståndet (Pettersson et al. 2012).

Riskerna som uppstår i de svenska barrskogarna i samband med klimatförändringarna skulle kunna reduceras med en inblandning av lövträd. Valinger & Fridman (2011) kom fram till att i ett rent granbestånd med en medelhöjd av 30 meter var sannolikheten för stormskada 50%. Men om det är ett granbestånd med 25–30% inblandning av lövträd, speciellt björk, minskade stormskaderisken med ca 50%. Detta eftersom björk har en högre mekanisk stabilitet (Peltola et al. 2000) och kan öka vindstabiliteten för hela beståndet (Dhôte 2005). Inblandning av löv skulle kunna ge en betydande effekt i framtiden eftersom det förväntas bli ett mildare och blötare vinterklimat. Vilket kan leda till försämrade

stabilitet för träden då förankringen i marken blir sämre, speciellt vid utebliven tjäle (Witzell et al. 2017a).

Trädslagsfördelningen har även stor betydelse för brandrisken i ett bestånd (Jactel et al. 2009). Trädslagsfördelningen avgör tillgången på bränsle, antändningsbarhet och spridning över beståndet (Schelhaas et al. 2010). Att barrskogar löper större risk för bränder beror på att de har ett större innehåll av hartser och oljor (Bond & van Wilgen 1996), samt att markbränslet medför samma risk (Felton et al. 2016). Att ha en inblandning av lövträd borde därför medföra att brandrisken reduceras (Olabarria et al. 2007). Om stamtätheten i en granskog är mycket hög så kan det begränsa antändningsrisken av markbränslet. Teoretiskt skulle ett blandbestånd av gran och björk kunna öka risken för bränder. Detta eftersom ett ökat ljusinsläpp kan medföra mer markvegetation som blir mer bränsle för bränder (Felton et al. 2016). Granmonokulturer och blandskogar med gran och björk har troligtvis en lägre risk för bränder jämfört med en blandskog bestående av tall och gran. Anledningen är att markvegetationen i ett tall-/granbestånd inte är lika fuktig och antändningsbarheten ökar med tallar och förhållandena de skapar (Tanskanen et al. 2005).

Jämfört med monokulturer kan det förväntas att blandbestånd reducerar riskerna för utbrott av skadedjur och patogener (Jactel et al. 2009). Genom att minska andelen mottagliga träd eller öka förekomsten av icke-värdväxter kan detta leda till att värdträden har mindre chans att bli upptäckta eller minskad överföringspotential (Keesing et al. 2006). Alternativt ger ett ökat antal trädslag en positiv effekt för skadegörarnas naturliga fiender (Underwood et al. 2014). I Sverige är det möjligt att reducera skadorna från rotticka genom blandbestånd (Thor et al. 2005). Det är vanligast att rottickan angriper gran men även tall kan drabbas hårt. Lövträd däremot anses vara mindre känsliga, men även dessa kan angripas. Teoretiskt sett bör bestånd som blandas med ett känsligt trädslag och ett mindre känsligt få en lägre rötfrekvens (Witzell et al. 2017b). En minskad andel gran i ett bestånd minskar risken för barkborreskador (Overbeck & Schmidt 2012), troligtvis eftersom populationstätheten minskar för granbarkborre (Felton et al. 2016). Genom att ha björk i ett bestånd kan skadorna från granbarkborren minska eftersom björkar släpper ut flyktiga ämnen som avskräcker dem (Zhang & Schlyter 2004). Men även om ett blandbestånd förväntas reducera riskerna och skadorna från olika skadegörare så finns det ändå en del osäkerheter. Ett exempel kan vara ifall det extra trädslaget själv är känsligt mot någon skadegörare på en specifik plats. Ett blandbestånd förväntas reducera riskerna mot skadegörare som är specialister, men skador från en generalist kanske ökar i stället (Plath et al. 2012). Resultatet av ett blandbestånd är också beroende av dess karaktär och sammanhang (Vehviläinen et al. 2007).

En risk som uppstår vid användande av blandbestånd bestående av gran och björk är betesskador från klövvilt. Det är framför allt björk som blir betad på i dessa bestånd (Månsson et al. 2007). Men betestrycket på gran ökar också i dessa blandbestånd (Milligan & Koricheva 2013). Hur mycket ett specifikt bestånd blir påverkat av betesskador beror på flera faktorer, som exempelvis antal klövvilt i området, kvalitet på andra sorters föda och tillgänglighet (Månsson et al. 2012).

Genom att behålla en viss andel av den naturligt föryngrade björken och anlägga fler blandskogar, med gran och björk, kommer detta troligtvis medföra att abundansen och artrikedomen kommer att öka för de flesta taxonomiska grupper jämfört med rena granmonokulturer (Felton et al. 2010b). Anledningar till detta är att blandskogar har ett bättre ekologiskt utgångsläge, i fråga om floristisk och strukturell komplexitet och mikroklimat. Björk är en viktig ekologisk beståndsdel i boreala och tempererade skogar eftersom ett stort antal arter lever tillsammans med eller livnär sig på dessa. Detta gör att björkar är viktiga för den biologiska mångfalden i barrskogar (Hynynen et al. 2010). Vid anläggning av ett ljuskrävande pionjärträdsdrag som björk kommer det uppstå en ljusare miljö på marken som bidrar till en större utveckling och blomning av markvegetationen. Detta gynnar i sin tur pollinerare (Dubois et al. 2020) och fåglar som häckar på marken eller i buskar. Dock så kan ett högt betestryck resultera i en fattigare markvegetation (Hausner et al. 2002). Att hägna in beståndet kan ses som en möjlig lösning för att undvika betning (Donald et al. 1998). För att få en så ljus miljö som möjligt bör vårtbjörken vara den björkart som beskogar ytan eftersom glasbjörk klarar skuggning och konkurrens bättre (Hynynen et al. 2010). Med en större inblandning av björk kan det förväntas att artrikedomen ökar för bland annat trädlevande skalbaggar, fåglar, kärlväxter och lav i jämförelse med rena granmonokulturer. Mossor är dock en artgrupp som riskerar att minska i artrikedomen eller abundans till följd av en ökad inblandning av björk, eftersom konkurrensen av markvegetation ökar samt att luftfuktigheten förändras. Även om de flesta artgrupper förväntas gynnas av inblandning av björk så är det väldigt få rödlistade arter som skulle gynnas direkt (Felton et al. 2010b). En anledning till detta är att om skötseln av blandbestånd bestående av gran och björk görs på samma sätt som en granmonokultur, d.v.s. trakthyggesbruk av jämnåldriga bestånd, kommer habitatet som många arter behöver inte att uppfyllas (Berg et al. 1994). Därför kan det vara nödvändigt att anpassa skogsskötseln beroende på hur stor andel björk det finns i beståndet och vilken av björkarterna som dominerar (Eriksson et al. 1996). En fördel med björk är att dess effekt på omgivningen kan bestå i 20 år efter att björken har plockats bort (Mitchell et al. 2007). På så sätt borde nya björkar hinna etablera sig på nytt innan denna effekt avtar.

Den positiva trenden med att björk och andra lövträd ökar i Sverige kan förväntas fortsätta i samband med skogscertifieringarna och det svenska miljömålet. Ökningen kan antas ske i alla diameterklasser eftersom certifieringarna förespråkar att en viss andel/antal lövträd ska gynnas genom hela beståndets omloppstid (PEFC 2017; FSC 2020). Lövträd ska även ges förutsättningar att kunna bli naturvärdesträd samt att öka mängden färsk död ved vid gallring och förnygringsavverkning (FSC 2020). Enligt de två certifieringarna ska även bryn och kantzoner bestå av lövträd för att skapa en skiktad kantzon (PEFC 2017; FSC 2020). Det är viktigt att skogscertifieringarna implementeras i det svenska skogsbruket för att uppfylla det svenska miljömålet. Ett av de stora hoten mot lövskogar är klövvilt (Andersson et al. 2019), eftersom de betar i stort sett på alla lövträdslag i Sverige (Rytter et al. 2014). Att FSC har valt att prioritera vissa lövträdslag beror på att dessa (rönn, asp, sälg och ädellövträd) är högst prefererad bland klövviltet (Witzell et al. 2017b; FSC 2020). Om klövviltet betar på träden när de är i plantstadiet kan detta innebära att träden dör (Lavsund u.å.). Det som talar för björk är att det inte är det mest prefererade trädslaget för klövvilt, men om de skulle beta på björk är vårtbjörken något mer prefererad än glasbjörken (Witzell et al. 2017b). I områden med högt betetryck kan det därför vara nödvändigt att skilja på björkarna för att kunna behålla glasbjörken och därmed öka chansen till att undvika betning. Vid anläggning av lövskog, framför allt ädellövträdbestånd, är det ofta vanligt att hägna in beståndet för att skydda träden från betesskador (Viltskador på löv 2017), dels p.g.a. att plantorna är mycket dyra (Svenska skogsplantor u.å.). Att hägna är dock en kostsam metod samtidigt som det inte ger ett garanterat skydd. Naturligt förnygrad björk däremot kan klara sig utan att vara inhägnad eftersom den är vanligt förekommande i landskapet vilket gör björken mer ointressant för viltet (Viltskador på löv 2017). Att nyttja den naturligt förnygrade björken bör därmed ses som ett både enklare, billigare och möjligen säkrare alternativ vid lövskogsbruk. Ett ökat intresse för inblandning av björk i det svenska skogsbruket motiverar till att skilja på de två björkarterna. Detta eftersom de ofta förekommer i blandning med varandra men skulle gynnas av att separeras då de trivs på olika växtplatser och kan utnyttjas till olika ändamål. Med en säker separationsmetod kanske detta även motiverar till att forska mer på vilka skillnader som finns mellan de två björkarterna.

5. Slutsatser

Syftet med denna studie var att undersöka hur väl den morfologiska separationsmetoden stämde överens med den beprövade fällningsmetoden, samt att se om olika trädslagsfördelning hade något samband med hur väl det går att artbestämma björkar morfologiskt. Resultatet visar att den morfologiska separationsmetoden fungerar mycket bra för björkar med en ålder på 5–7 år samt att trädslagsfördelningen inte påvisar något samband med den morfologiska separationsmetoden. Detta stöds av tidigare studier som har visat att den morfologiska separationsmetoden är tillförlitlig för björkar yngre än 20 år. Däremot är metoden inte lika tillförlitlig för björkar äldre än 20 år, men då är fällningsmetoden en snabb och enkel lösning för artbestämning.

I studien framgår det att det finns flera anledningar till att särskilja vårt- och glasbjörk från varandra som bl.a. för att få en skog med hög vitalitet som utnyttjar markens produktionsförmåga på bästa sätt. De flesta anledningar grundar sig i vad skogsägaren har för mål med sitt skogsbruk.

Andelen björk har ökat de senaste årtiondena i Sverige där en stor bidragande anledning är införandet av skogscertifieringar och det svenska miljömålet. Trenden kan förväntas hålla i sig då en stor del av den svenska skogsmarken är certifierad. Fördelen med björk jämfört med andra lövträdslag är att björk kan anses som ett billigare och säkrare trädslag då de allt som oftast föryngrar sig naturligt och klövviltet betar hellre på andra lövträd än björk om det finns tillgängligt.

En större inblandning av björk i de svenska barrskogarna kan förväntas minska risker för både biotiska och abiotiska skadegörare, samt att det bidrar till en högre biodiversitet. Genom att använda fler trädslag i samma bestånd sprids riskerna mellan dessa och skadegörare som är specialister kommer ha svårare att hitta värdträden om det blir fler blandbestånd. De flesta taxonomiska grupperna, som exempelvis trädlevande skalbaggar, fåglar, kärlväxter och lav, kommer gynnas av att en större andel björk träder in i barrmonokulturer. För att gynna rödlistade arter behöver skogsskötseln anpassas för att tillföra habitat som trakthyggesbruket inte bidrar med.

För framtida studier skulle det vara intressant att undersöka mer om vårt- och glasbjörk har olika påverkan på graden av biodiversitet i ett bestånd. Litteraturen i dagsläget nämner bara björkens påverkan på biodiversiteten, där de två björkarterna inte blir separerade från varandra. Därtill behövs mer studier om hur björkarterna skiljer sig ekologiskt från varandra samt om hur skogsskötseln bör anpassas utifrån vilken björkart som dominerar i ett bestånd. Då intresset för björk har varit svagt finns det många kunskapsluckor gällande vilka skillnader som finns mellan björkarterna. Ett annat område som kräver mer forskning är hur skadegörare som är generalister kommer att påverkas av att andelen björk och andra lövträdslag förväntas gynnas i framtiden i det svenska skogsbruket.

Referenser

- Andersson, C., Andersson, E., Blomqvist, S., Eriksson, A., Eriksson, H., Karlsson, S. & Roberge, J-M. (2019). Fördjupad utvärdering av Levande skogar 2019. Rapport 2019/2. Jönköping: Skogsstyrelsen. Tillgänglig på: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/rapporter/rapporter-2019/rapport-2019-02-fordjupad-utvardering-av-levande-skogar-2019.pdf> [2021-11-23]
- Berg, A., Ehnstrom, B., Gustafsson, L., Hallingback, T., Jonsell, M. & Weslien, J. (1994). Threatened Plant, Animal, and Fungus Species in Swedish Forests: Distribution and Habitat Associations. *Conservation Biology*, 8 (3), 718–731
- Berg, A., Ehnstrom, B., Gustafsson, L., Hallingback, T., Jonsell, M. & Weslien, J. (1995). Threat Levels and Threats to Red-Listed Species in Swedish Forests. *Conservation Biology*, 9 (6), 1629–1633
- Bond, W.J. & van Wilgen, B.W. (1996). Why and how do ecosystems burn? I: Bond, W.J. & van Wilgen, B.W. (red.) *Fire and Plants*. Dordrecht: Springer Netherlands, 16–33. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1499-5_2
- Dhôte, J.-F. (2005). Implication of Forest Diversity in Resistance to Strong Winds. 291–307. https://doi.org/10.1007/3-540-26599-6_14
- Donald, P.F., Fuller, R.J., Evans, A.D. & Gough, S.J. (1998). Effects of forest management and grazing on breeding bird communities in plantations of broadleaved and coniferous trees in western England. *Biological Conservation*, 85 (1), 183–197. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00114-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00114-6)
- Dubois, H., Verkasalo, E. & Claessens, H. (2020). Potential of Birch (*Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh.) for Forestry and Forest-Based Industry Sector within the Changing Climatic and Socio-Economic Context of Western Europe. *Forests*, 11 (3), 336. <https://doi.org/10.3390/f11030336>
- Ekelund, H. & Hamilton, G. (2001). Skogspolitisk historia. Rapport 8A 2001. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Enander, K.-G. (2002). Framväxten av en skoglig miljöpolitik. Skogshistoriska Sällskapetets Årsskrift 2002, s 98–119. 22.
- Eriksson, H., Johansson, U. & Lundgren, L.N. (1996). Glasbjörk eller vårtbjörk? Metoder för säker artbestämning. [Faktablad]. Fakta skog, nr 1, 1996. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig på: <https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktaskog/faktaskog96/4s96-01.pdf> [2021-11-29]
- Fahlvik, N., Hannerz, M., Högbom, L., Jacobson, S., Liziniewicz, M., Palm, J., Rytter, L., Sonesson, J., Wallgren, M. & Weslien, J.O. (2021). Björkens möjligheter i ett framtida klimatanpassat brukande av skog.

- Sammanställning av nuläget och förslag på insatser för framtiden. (ISBN: 978-92-88277-20-7). Uppsala: Skogforsk.
- Felton, A., Andersson, E., Ventorp, D. & Lindblad, M. (2011). A comparison of avian diversity in spruce monocultures and spruce-birch polycultures in southern Sweden. *Silva Fennica*, 45 (5). <https://doi.org/10.14214/sf.92>
- Felton, A., Doctorman, L., Andersson, E., Drössler, L. & Blennow, K. (2010a). Adapting production forests in southern Sweden to climate change. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 2, 84–97. <https://doi.org/10.1108/17568691011020274>
- Felton, A., Lindblad, M., Brunet, J. & Fritz, Ö. (2010b). Replacing coniferous monocultures with mixed-species production stands: An assessment of the potential benefits for forest biodiversity in northern Europe. *Forest Ecology and Management*, 260 (6), 939–947. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.06.011>
- Felton, A., Nilsson, U., Sonesson, J., Felton, A.M., Roberge, J.-M., Ranius, T., Ahlström, M., Bergh, J., Björkman, C., Boberg, J., Drössler, L., Fahlvik, N., Gong, P., Holmström, E., Keskitalo, E.C.H., Klapwijk, M.J., Laudon, H., Lundmark, T., Niklasson, M., Nordin, A., Pettersson, M., Stenlid, J., Sténs, A. & Wallertz, K. (2016). Replacing monocultures with mixed-species stands: Ecosystem service implications of two production forest alternatives in Sweden. *Ambio*, 45 (2), 124–139. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0749-2>
- FSC (2020). FSC-standard för skogsbruk i Sverige. (FSC-STD-SWE-03-2019 SW). FSC: Forest Stewardship Council.
- Google. (u.å.). [Google Maps inventerat hygge några mil väster om Vindeln, Västerbotten]. Tillgänglig på: <https://www.google.se/maps/@64.2456481,19.5636675,576m/data=!3m1!1e3> [2022-01-04]
- Hausner, V., Yoccoz, N., Strann, K.-B., Strann, K.-B. & Ims, R. (2002). Changes in bird communities by planting non-native spruce in coastal birch forests of northern Norway. *Écoscience*, 9 (4), 470–481. <https://doi.org/10.1080/11956860.2002.11682735>
- Holmström, E., Hjelm, K., Johansson, U., Karlsson, M., Valkonen, S. & Nilsson, U. (2016). Pre-commercial thinning, birch admixture and sprout management in planted Norway spruce stands in South Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 31 (1), 56–65. <https://doi.org/10.1080/02827581.2015.1055792>
- Hultafors (u.å.). Så tillverkas Hultafors tumstockar. Tillgänglig på: https://www.hultafors.se/articles/folding_rules_how_our_folding_rules_are_made [2021-11-04]
- Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Brunner, A., Hein, S. & Velling, P. (2010). Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 83 (1), 103–119. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpp035>
- Jactel, H., Nicoll, B.C., Branco, M., Gonzalez-Olabarria, J.R., Grodzki, W., Långström, B., Moreira, F., Netherer, S., Orazio, C., Piou, D., Santos, H., Schelhaas, M.J., Tojic, K. & Vodde, F. (2009). The influences of forest stand management on biotic and abiotic risks of damage. *Annals of Forest Science*, 66 (7), 701–701. <https://doi.org/10.1051/forest/2009054>
- Johansson, T. & Lundh, J-E. (2009). Upprepad röjning av stubbskott. En metod för minskning av skottmängden. [Faktablad]. Fakta skog, nr 5, 2009. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig på:

- https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktaskog/faktaskog09/faktaskog_05_2009.pdf [2021-11-12]
- Jönsson, A.M., Appelberg, G., Harding, S. & Barring, L. (2009). Spatio-temporal impact of climate change on the activity and voltinism of the spruce bark beetle, *Ips typographus*. *Global Change Biology*, 15 (2), 486–499. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01742.x>
- Keesing, F., Holt, R.D. & Ostfeld, R.S. (2006). Effects of species diversity on disease risk. *Ecology Letters*, 9 (4), 485–498. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00885.x>
- Keskitalo, E.C.H., Bergh, J., Felton, A., Björkman, C., Berlin, M., Axelsson, P., Ring, E., Ågren, A., Roberge, J.-M., Klapwijk, M.J. & Boberg, J. (2016). Adaptation to Climate Change in Swedish Forestry. *Forests*, 7 (2), 28. <https://doi.org/10.3390/f7020028>
- Kjellström, E., R. Abrahamsson, P. Boberg, E. Jernbäcker, and M. Karlberg. (2014). Uppdatering av det klimatvetenskapliga kunskapsläget. Klimatologi. SMHI, Norrköping, p. 65
- La Porta, N.; Capretti, P.; Thomsen, I.M.; Kasanen, R.; Hietala, A.M.; von Weissenberg, K. (2008). Forest pathogens with higher damage potential due to climate change in Europe. *Can. J. Plant. Pathol.* 2008, 30, 177–195.
- Larsson, S. & Danell, K. (2001). Science and the Management of Boreal Forest Biodiversity. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16 (sup003), 5–9. <https://doi.org/10.1080/028275801300090528>
- Lavsund, S. (u.å.). Skogsskadas skadebeskrivningar. SLU. Tillgänglig på: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/skogsskada/skadebeskrivning/> [2022-01-04]
- Lindbladh, M., Bradshaw, R. & Holmqvist, B.H. (2000). Pattern and process in south Swedish forests during the last 3000 years, sensed at stand and regional scales. *Journal of Ecology*, 88 (1), 113–128. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2000.00429.x>
- Lisberg Jensen, E. (2006). Sätt stopp för sprutet! Från arbetsmiljöproblem till ekologisk risk i 1970-talets debatt om hormoslyr och DDT i skogsbruket. I: Björk, F., Eliasson, P. & Fritzboøger, B. Miljöhistoria över gränser. Malmö: Malmö högskola. 197–230. URN: urn:nbn:se:mau:diva-8507
- Lundgren, L.N., Pan, H., Theander, O., Eriksson, H., Johansson, U. & Svenningsson, M. (1995). Development of a new chemical method for distinguishing between *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*, 25 (7), 1097–1102. <https://doi.org/10.1139/x95-121>
- Migalina, S.V., Ivanova, L.A. & Makhnev, A.K. (2010). Changes of leaf morphology in *Betula pendula* roth and *B. pubescens* Ehrh. along a zonal-climatic transect in the Urals and Western Siberia. *Russian Journal of Ecology*, 41 (4), 293–301. <https://doi.org/10.1134/S106741361004003X>
- Milligan, H.T. & Koricheva, J. (2013). Effects of tree species richness and composition on moose winter browsing damage and foraging selectivity: an experimental study. *Journal of Animal Ecology*, 82 (4), 739–748. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12049>
- Mitchell, R. j., Campbell, C.D., Chapman, S.J., Osler, G.H.R., Vanbergen, A.J., Ross, L.C., Cameron, C.M. & Cole, L. (2007). The cascading effects of birch on heather moorland: a test for the top-down control of an ecosystem engineer. *Journal of Ecology*, 95 (3), 540–554. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01227.x>

- Mossberg, B. & Stenberg, L. (2010). Den nya nordiska Floran. Bonnier Fakta. 84.
- Müller, M.M., Sievänen, R., Beuker, E., Meesenburg, H., Kuuskeri, J., Hamberg, L. & Korhonen, K. (2014). Predicting the activity of *Heterobasidion parviporum* on Norway spruce in warming climate from its respiration rate at different temperatures. *Forest Pathology*, 44 (4), 325–336. <https://doi.org/10.1111/efp.12104>
- Månsson, J., Bunnefeld, N., Andrén, H. & Ericsson, G. (2012). Spatial and temporal predictions of moose winter distribution. *Oecologia*, 170, 411–9. <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2305-0>
- Månsson, J., Kalén, C., Kjellander, P., Andrén, H. & Smith, H. (2007). Quantitative estimates of tree species selectivity by moose (*Alces alces*) in a forest landscape. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22 (5), 407–414. <https://doi.org/10.1080/02827580701515023>
- Northofsweden from Sweden, CC BY 2.0<<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0>> via Wikimedia Commons. Tillgänglig på: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Birches_in_a_summer_meadow_-_Flickr_-_northofsweden.jpg [2021-12-30]
- Olabarria, J., Palahí, M., Trasobares, A. & Pukkala, T. (2007). A fire probability model for forest stands in Catalonia (north-east Spain). *Annals of Forest Science*, 64, 169. <https://doi.org/10.1051/forest:2007047>
- Overbeck, M. & Schmidt, M. (2012). Modelling infestation risk of Norway spruce by *Ips typographus* (L.) in the Lower Saxon Harz Mountains (Germany). *Forest Ecology and Management*, 266, 115–125. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.011>
- PEFC (2017). PEFC SWE 002:4 Svenska PEFC:s Skogsstandard. 2017–2022. PEFC: Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes.
- Peltola, H., Kellomäki, S., Hassinen, A. & Granander, M. (2000). Mechanical stability of Scots pine, Norway spruce and birch: an analysis of tree-pulling experiments in Finland. *Forest Ecology and Management*, 135 (1), 143–153. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00306-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00306-6)
- Pettersson, N., Fahlvik, N. & Karlsson, A. (2012). Røjning. Skogsskötserien, kapitel 6. Andra upplagan. Tillgänglig på: <https://www.skogsstyrelsen.se/mer-om-skog/skogsskötserien/> [2021-12-06]
- Plath, M., Dorn, S., Riedel, J., Barrios, H. & Mody, K. (2012). Associational resistance and associational susceptibility: Specialist herbivores show contrasting responses to tree stand diversification. *Oecologia*, 169, 477–87. <https://doi.org/10.1007/s00442-011-2215-6>
- Rytter, L., Karlsson, A., Karlsson, M. & Stener, L. G. (2014). Skötsel av björk, al och asp. Skogsskötserien, kapitel 9. Andra upplagan. Tillgänglig på: <https://www.skogsstyrelsen.se/mer-om-skog/skogsskötserien/> [2021-12-10]
- Schelhaas, M.-J., Hengeveld, G., Moriondo, M., Reinds, G.J., Kundzewicz, Z.W., ter Maat, H. & Bindi, M. (2010). Assessing risk and adaptation options to fires and windstorms in European forestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 15 (7), 681–701. <https://doi.org/10.1007/s11027-010-9243-0>
- Skogsdata (2021). Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från SLU Riksskogstaxeringen. SLU: Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.

- Skogsdata (2000). Sveriges officiella statistik. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.
- Skogsstyrelsen (2020). Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 april 2020. (2020). Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Skogsstyrelsen (u.å.). Statistikdatabas. Andel självverksamhet i småskaligt skogsbruk efter åtgärd. År 2012–2017. Skogsstyrelsen. Tillgänglig på: <http://pxweb.skogsstyrelsen.se/pxweb/sv/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas> [2021-11-24]
- Sutinen, R., Teirilä, A., Päänttjä, M. & Sutinen, M.-L. (2002). Distribution and diversity of tree species with respect to soil electrical characteristics in Finnish Lapland. *Canadian Journal of Forest Research*, 32 (7), 1158–1170. <https://doi.org/10.1139/x02-076>
- Svenska skogsplantor (u.å.). Priser och villkor. Tillgänglig på: https://www.skogsplantor.se/sv-se/plantor/priser-och-villkor/?gclid=CjwKCAiA24SPBhB0EiwAjBgkhh32MAOTjtMNyix5LmcT-Y9qiu-kiA4m85xwj0BsL3TOh47dmHUKCBoCF_MQAvD_BwE [2022-01-14]
- Tanskanen, H., Venäläinen, A., Puttonen, P. & Granström, A. (2005). Impact of stand structure on surface fire ignition potential in *Picea abies* and *Pinus sylvestris* forests in southern Finland. *Canadian Journal of Forest Research*, 35 (2), 410–420. <https://doi.org/10.1139/x04-188>
- Thor, M., Ståhl, G. & Stenlid, J. (2005). Modelling root rot incidence in Sweden using tree, site and stand variables. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20 (2), 165–176. <https://doi.org/10.1080/02827580510008347>
- Underwood, N., Inouye, B. & Hambäck, P. (2014). A Conceptual Framework for Associational Effects: When Do Neighbors Matter and How Would We Know? *The Quarterly review of biology*, 89, 1–19. <https://doi.org/10.1086/674991>
- Valinger, E. & Fridman, J. (2011). Sparat löv i granbestånden minskar risken för stormskador vintertid. [Faktablad]. Fakta skog, nr 7, 2011. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig på: https://pub.epsilon.slu.se/13617/7/valinger_e_fridman_j_161228.pdf [2021-11-01]
- Vehviläinen, H., Koricheva, J. & Ruohomäki, K. (2007). Tree Species Diversity Influences Herbivore Abundance and Damage: Meta-Analysis of Long-Term Forest Experiments. *Oecologia*, 152 (2), 287–298
- Viltskador på löv (2017). Tillgänglig på: <https://www.skogskunskap.se:443/skota-lovskog/foryngra/skydd-mot-vilt/> [2021-12-28]
- Witzell, J., Ahlström, M., Barklund, P., Bernhold, A., Blennow, K., Blomquist, M., Cleary, M., Fries, C., Gunulf Åberg, A., Isacsson, G., Lindelöw, Å., Samils, B., Valinger, E., Witzell, J. & Åhman, I. (2017a). Skador på skog, del 2. Gamla och nya epidemier och utbrott. Intensivare skogsbruk och framtidens tekniker. Klimat och skogsskador. Skogsskötselserien, kapitel 12. Andra upplagan. Tillgänglig på: <https://www.skogsstyrelsen.se/merom-skog/skogsskotselserien/> [2021-11-23]
- Witzell, J., Berglund, M., Bergquist, J., Bernhold, A., Björklund, N., Granström, A., Gunulf Åberg, A., Hanson, L., Hansson, P., Hellqvist, C., Lindelöw, Å., Långström, B., Nordlander, G., Petersson, M., Rönnberg, J. &

- Wallertz, K. (2017b). Skador på skog, del 1. Skogsskador i skogens olika utvecklingsstadier. Skogsskötselserien, kapitel 12. Andra upplagan. Tillgänglig på: <https://www.skogsstyrelsen.se/mer-om-skog/skogsskotselserien/> [2021-11-23]
- Witzell, J. & Karlsson, A. (2002). Anisogramma virgultorum on saplings of Betula pendula and Betula pubescens in a district of northern Sweden. *Forest Pathology*, 32 (4–5), 207–212. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0329.2002.00284.x>
- Zhang, Q.-H. & Schlyter, F. (2004). Olfactory recognition and behavioural avoidance of angiosperm nonhost volatiles by conifer-inhabiting bark beetles. *Agricultural and Forest Entomology*, 6 (1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9555.2004.00202.x>

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Felicia Dahlgren Lidman på SLU som har engagerat sig och hjälpt mig under hela arbetets gång.

Sedan vill jag även tacka alla andra personer som på ett eller annat sätt stöttat och hjälpt mig med detta arbete.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2021:03 Författare: Oscar Nilzén
The Guardian Forest – sacred trees and ceremonial forestry in Japan
- 2021:04 Författare: Gustaf Nilsson
Riparian buffer zones widths, windthrows and recruitment of dead wood
A study of headwaters in northern Sweden
- 2021:05 Författare: Louise Almén
Naturhälsokartan - Hälsöfrämjande naturområden i Väster- och Österbotten
- 2021:06 Författare: Lisa Lindberg
Trait variation of Lodgepole Pine – do populations differ in traits depending on if they are invasive or in their home range?
- 2021:07 Författare: David Falk
Drivers of topsoil saturated hydraulic conductivity in three contrasting landscapes in Kenya - Restoring soil hydraulic conductivity in degraded tropical landscapes
- 2021:08 Författare: Jon Nordström
En mähr som hette Mor – De sista härjedalska hästkörarnas berättelser från tiden innan skogsbrukets mekanisering.
- 2021:09 Författare: Roberto Stelstra
Implementation of native tree species in Rwandan forest plantations – Recommendations for a sustainable sector
- 2021:10 Författare: Kazi Samiul Islam
Effects of warming on leaf – root carbon and nitrogen exchange of an ericaceous dwarf shrub.
- 2021:11 Författare: Ellika Hermansson
Ett riktigt hästarbete – skogsarbete med häst i sydvästra Sverige, förr, nu och i framtiden
- 2021:12 Författare: Fabian Balele
Wildfire dynamics, local people's fire use and underlying factors for wildfires at Liwale
- 2021:13 Författare: Martina Lundkvist
Samband mellan ståndortsfaktorer, genetik och historiska skördedata från tall- och granfröplantager – krävs ökad precision vid val av lokaler för nyafröplantager?
- 2021:14 Författare: Maria Grånemo
“I stand here. I will not move” – Women in forestry in northern Sweden during the 20th century
- 2021:15 Författare: Tim Schacherl
Evaluating Drought Impacts on Ecosystem Water Use Efficiency of Three Different Boreal Forest Sites
- 2022:01 Författare: Alice Cosatti
The end of the timber frontier in northern Sweden – Early logging, natural forests and the frontier concept
- 2022:02 Författare: Pontus Nyqvist
Utvärdering av metod för att morfologiskt särskilja björkarterna *Betula pendula* och *Betula pubescens*