



**Kandidatarbeten  
i skogsvetenskap**  
Fakulteten för skogsvetenskap

**2019:6**

**Produktionsjämförelse av genetiskt förädlad  
vårtbjörk med finskt och svenskt ursprung**

*Production comparison of genetically processed Silver Birch  
with Finnish and Swedish origin*



Foto: Pixabay

**Carl Åhlund & Pelle Eriksson**



# Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,  
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Carl Åhlund & Pelle Eriksson
Titel, Sv	Produktionsjämförelse av genetiskt förädlad vårtbjörk med finskt och svenskt ursprung
Titel, Eng	<i>Production comparison of genetically processed Silver Birch with Finnish and Swedish origin</i>
Nyckelord/ Keywords	Betula Pendula, Finland, Sverige, kvalitet, tillväxt, plusträd/ Betula Pendula, Finland, Sweden, quality, growth, plustree
Handledare/Supervisor	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0911
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2019
Serie	Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

# FÖRORD

Denna studie är vårt kandidatarbete på Jägmästarutbildningen. Försöket som studien behandlar är anlagd av Skogforsk i syfte att mäta produktionsegenskaper hos olika sorter av björkar. Trots att träden endast är 20 år gamla och mycket ännu kan hända tyckte vi att detta kunde vara spännande att analysera. Vi valde att använda inventeringsdata för att analysera produktionsegenskaper. Det vill säga höjdtillväxt, diametertillväxt, samt rakhet och klykor. Andra kvalitativa egenskaper var av intresse men valdes bort på grund av tidsbrist.

Vi skulle vilja rikta ett tack till vår handledare Tommy Mörling på SLU och vår kontakt på Skogforsk, Sara Abrahamsson.

## SAMMANFATTNING

Genetisk förädling av ett träslag innebär förbättring av tillväxtegenskaper och förbättring av kvalitén, det kan även leda till bättre anpassning till miljön vilket är viktigt då klimatet ändras. I Sverige har förädlingen av barrträd lett till högre avkastning av skogsproduktion, men för björk finns endast förädlad material från ett första generationens plantage i södra Sverige. Finland däremot har sedan 60-talet producerat förädlade björkfrön och detta har pågått i flera generationer. 1997 anlade Skogforsk ett träslagsförsök i syfte att jämföra finska björkfrön med de svenska. Försöket anlades på fyra olika platser i Sverige, Norrbotten, Västerbotten, Västernorrland och Värmland. Femton olika frösorser av både glas- och vårtbjörk samt med olika grad av förädling planterades. Syftet med denna studie var att analysera de mätdata som detta försök har genererat under de första 20 åren och endast för vårtbjörk. Det som har analyserats är om den högre förädlingsgraden hos Finlands material ger upphov till positiva skillnader när det gäller produktionsegenskaper. Resultatet påvisar att det finska materialet växer signifikant bättre på höjden på försökets tre sydligaste lokaler. Finska materialet växer också bättre på diametern på samtliga lokaler men är endast statistiskt signifikant på en av de fyra lokalerna. Däremot kan inga signifikanta skillnader i kvalitativa egenskaper påvisas mellan olika de olika sorterna. Slutsatsen blir därmed att det finska materialet växer bättre utan att vara sämre vad gäller kvalitén och därmed erhåller bättre produktionsegenskaper.

Nyckelord: Betula Pendula, Finland, Sverige, kvalitet, tillväxt, plusträd

# SUMMARY

Tree breeding aims to improve tree growth and improved quality of a chosen species, it can also lead to better adaptation to the environment which is important due to climate changes. In Sweden tree breeding of conifers has led to increased incomes in the forestry industry, but for birch there is only bred material from the first generation in the south. Finland on the other hand has produced improved birch-seeds since around 1960 and during these years they have been doing birch-breeding for some generations. In 1997 Skogforsk set up a test to compare Finnish birch-seeds to Swedish ones. This test was set up on different locations in Sweden, Norrbotten, Västerbotten, Västernorrland and Värmland. Fifteen different types of both downy- and silverbirch. The purpose of this study was to analyse the data this test has produced over the first 20 years and only for the silverbirch. In the study the breeding grade was analysed and if the Finnish material, with a higher breeding grade than the Swedish material, would give positive effects on tree growth and quality. The result shows that the Finnish seeds grow significantly better on three of the four sites of the test. The diameter was also bigger on every local but only a significant difference on one of four locals. On the other hand, no differences can be shown on quality. The conclusion is therefore that the Finnish material grows faster but does not have worse quality therefore it holds better attributes for production.

Keywords: Betula Pendula, Finland, Sweden, quality, growth, plustree

# INLEDNING

Dagens skogsbruk har formats för att bemöta människors behov av skogliga resurser. Med tiden har skogsbruket intensifierats och utöver val av trädslag och skötselmetoder har det uppstått ett behov av att förbättra själva träden vad gäller deras anpassning till miljön och deras ekonomiska egenskaper. Denna förbättring sker genom förädling av råvaran och förekommer i många olika former, som exempelvis genetisk förädling. De ekonomiska egenskaperna styrs av produktivitet och kvalitet och dessa egenskaper svarar väldigt bra på genetisk förädling. Trädens anpassning till exempelvis klimatförändringar är också till stor del styrt av genetiken och är därför av intresse vid genetisk förädling (Rosvall och Mullin 2013, sid 7).

Klimatförändringarna, som i dagsläget är i stor rörelse, betyder också en del förändringar i skogarna. Medeltemperaturen och tillväxtperioden ökar och samtidigt kan detta också medföra större risker i form av svamp- och insektsskador på träden men även torka (Kirilenko och Sedjo 2007). Detta kan vara en anledning till ett behov av plantmaterial med stor genetisk variation beroende på var plantan är tänkt att växa. Med ett brett utbud av förädlade plantor med olika genetik kan skogsbruket förberedas för att möta klimatförändringarna (Andersson och Berlin 2016).

Vid genetisk förädling är det också viktigt att definiera de ekonomiska egenskaperna och väga dessa mot genetiken. När egenskaperna bestämts så kan ett index skapas över genotyper och därefter påbörja en förädling av dessa egenskaper. Det är svårt att förutspå framtidens efterfrågan på egenskaper och definition av vad som är kvalitet. Detta i kombination med långa omloppstider ger stora utmaningar vid planering av förädling (Jansson et al. 2017, sid 281–282).

## Förädling

Den svenska förädlingen av skogsträd började i liten utsträckning i slutet av 1930-talet. Plusträd valdes ut och dessa utgör därefter basen för den framtida förädlingen. Den långsiktiga förädlingen i Sverige utgör ett cykliskt förlopp med tre steg som innebär fälttestning, urval och därefter korsning till en ny generation. En förädlingscykel tar ca 20–25 år och för varje generation blir träden 10 % bättre (Skogskunskap 2017). Till skillnad från barrträden så har vårtbjörken en väldigt snabb juvenilitutveckling. Då tillväxten frodas under sin tidiga ålder leder detta till snabbare succession av nya generationer vilket också leder till kortare förädlingscykler (Koski & Rousi 2005).

Det är ett väldigt långt tidsspann mellan början av ett förädlingsprogram och skörd av detta, under den tiden hinner både marknaden och klimatet förändras. Därför måste förädlingsprogram kontinuerligt ses över för att möta förändringarna i klimatet och på marknaden (Rosvall 2011, sid 4). Utvecklingen av ett förädlingsprogram börjar oftast med en utvärdering av artens reproduktionssystem, för att reproducera materialet för förädling krävs oftast någon typ av "fruktträdgård" (i Sverige oftast kallad plantskola). Detta för att

producera en tillräcklig mängd frön. En plantskola kan etableras med utvalda föräldrar eller genom arter som kan ympas. För vindpollinerade arter kan plantskolan skötas för tillämpning av fri pollinering eller för produktion av kontroll-pollinerade frön. För arter som kan föröka sig vegetativt kan plantmaterial produceras genom kloning. När en strategi för produktion av plantmaterial är vald behövs en förökningspopulation, vilket blir den genetiska grunden för det förädlade materialet. Denna förökningspopulation väljs i form av så kallade plusträd. Dessa individer av en art ska ha önskade produktionsegenskaper samt erhålla egenskaper för att på bästa sätt utnyttja klimatförutsättningarna i den miljö där plantmaterialet sedan skall appliceras. Det är även viktigt att utvärdera det genetiska värdet i plantmaterialet (Rosvall & Mullin 2013, sid 8–9).

## Vårtbjörkförädling i Sverige

Sverige påbörjade sin björkförädling i södra Sverige år 1988 i form av ett projekt hos Skogforsk där produktionsegenskaper, stamkvalité och vitalitet stod i centrum. 1300 stycken plusträd valdes ut som hade önskvärda egenskaper och dessa togs från Sverige, Finland, Baltikum, Polen och Tyskland. För en framtida förädling så testas just nu dessa plusträd i olika fältförsök för att därefter anlägga förädlingsplantager med det bästa urvalet av plusträden. Ett resultat från detta projekt är Ekebos plantage som anlades genom ett urval av genetiskt testade plusträd. Vid björkodling upp till mälardalen är plantor från Ekebo det bästa alternativet Sverige har då dessa plantor uppskattas ge ca 15 % högre värdeproduktion än oförädlad material (Rytter et al, 2014).

För norra Svealand och Norrland har det inte funnits något bra björkmateriel mer än att frön från växthusplantagen i Sävar har kunnat erbjudas. Via björkförädlingsprojektet i södra Sverige har dock något bättre material lovats finnas tillgängligt för Norrland strax efter 2000-talets början (Stener 1996). Dock rekommenderas fortfarande material från Finland att användas vid plantering av vårtbjörk norr om mälardalen (Högberg och Stener 2016).

## Vårtbjörkförädling i Finland

I Finland startades förädlingsprojektet av vårtbjörk redan 1947 då med urval av plusträd, den storskaliga satsningen kom igång i början av 60-talet, då gjordes korsningar och avkommetester (Pöykkö 2007). I slutet av 70-talet fanns det 60 kända bestånd som omfattade 135 hektar. År 1988 gjordes zonindelningar i centrala och södra Finland där varje zon skulle innehålla 600–700 plusträd. Kort därpå valdes 1880 stycken plusträd ut som ansågs ha de eftertraktade egenskaperna i form av bra tillväxt och kvalité. Dessa plusträd korsades därefter både inom och mellan populationerna och den nya generationen kunde börja växa. När de nya bestånden uppnått en ålder på tio år analyserades de första resultaten och det visade sig att de bästa familjerna bland försöken var 20–30 % bättre än generationen före i tillväxt och kvalité. Dock så varierade försöken väldigt mycket och en tredjedel av försöken övergavs på grund av olika störningar under tillväxten. Med frön från de bästa familjerna anlades fröplantager och i början av 90-talet fanns 350 hektar av björkbestånd till förädling (Eriksson 2011, sid 97). Idag består dessa plantager huvudsakligen av kloner från den andra och tredje generationen (Pöykkö 2007).

## Tidigare studier som jämför Sverige och Finlands björk

I Småland 1979 planterades björk från södra Finland och björk från Sverige. År 1995 gjordes en jämförelse mellan dessa björkar med syftet att undersöka om det var fördelaktigt att använda förädlad finsk björk i södra Sverige. Det som analyserades i studien var höjd, diameter och kvalitet. Resultatet från studien visade att de förädlade finska materialet hade sämre överlevnad men bättre kvalitet på de träd som levde. Det finska materialet hade lika medelhöjd men var lite klenare i diametern. Finska träden hade bättre grenstruktur medan de övriga kvalitetsegenskaperna som krokighet, grenvinkel och sprötkvist inte visade några skillnader. Slutsatsen som togs fram var att troligen påverkades finländska materialet negativt av den 40–60 mil långa flytten till södra Sverige med en annan tillväxtsång och latitud. Det förädlade finska materialet bör därför ej användas i södra Sverige (Stener 1995, sid 4). Tidigare jämförelser har blivit gjorda på fyra olika platser i Sverige mellan Finlands- och Sveriges björkmaterial. Inga statistiskt signifikanta skillnader kunde urskiljas men däremot indikerar analyserna på att Finlands material är bättre än det från Sverige (Rosvall 2011, sid 79).

## Syfte, hypotes och frågeställning

Syftet med denna studie var att jämföra produktionsegenskaper hos ett antal frön med olika förädlingsgrad från både Sverige och Finland. Hypotesen för denna studie var att frön från Finlands fröplantager skulle ha högre höjd- och diametertillväxt än svenska frön, då dessa har varit förädlade under en längre tid och därav borde Finland lyckats ta fram ett bättre material än Sverige. Kvaliteten såsom raket och antal klykor skulle förädlingen antingen kunnat gynnat eller också missgynnat. En ökad tillväxt skulle eventuellt kunna leda till sämre kvalitet och i denna studie är syftet att försöka ta reda på det.

### Frågeställningar:

- Hur skiljer sig höjd- och diametertillväxten mellan plantmaterial med finskt och svenskt ursprung?
- Hur skiljer sig raket och antal klykor mellan finskt och svenskt material?
- Finns det ett samband mellan tillväxt och kvalitet?



# MATERIAL OCH METOD

Undersökningen var baserad på försök etablerade av Skogforsk med syftet att testa egenskaper hos björk-planter med olika ursprung. Försöken var lokaliserade på fyra olika lokaler, Pålberget, Sävar, Lucksta och Vägsjöfors. Lokalernas placering i Sverige kan ses i figur 1 nedan. Pålberget är en småort i Norrbottens län strax norr om Piteå. Latituden för denna lokal är 65°. Sävar är en ort i Umeå kommun i Västerbottens län med latituden 64°. Lucksta är en tätort i Sundsvall kommun i Medelpad med latituden 62°. Vägsjöfors var den sydligaste lokalen i detta försök med latituden 60°. Denna lokal låg i Torsby kommun i norra Värmland. Mer information om lokalerna kan utläsas i Tabell 2.



**Figur 1.** Lokalernas placeringar i Sverige

*Figure 1.* Where the locals are positioned in Sweden

Samtliga plantor till försöket packades i Sävar den 6 december 1996. Plantering skedde i början av juni 1997, exakt datum varierade något mellan de olika lokalerna. Totalt testades 15 olika sorter, sorterna planterades i rutor om 5x5 plantor i förband om 2x2 m och upprepades 4 gånger per lokal, dock ingick inte varje sort på varje lokal. Detta ger varje lokal 100 individer per sort av de som testades på lokalen. En rad kapplantor av björk planterades runt varje

försök i syfte att minska kanteffekter. Dessa var överskottsplantor som inte analyserades. Sorkskydd sattes upp i november samma år.

**Tabell 1.** Beskrivning av de olika sorterna samt på vilka lokaler dessa testades på

*Table 1. Description of the different types and on which locals they were tested*

Nr	Lokal	Rek Lat	Land	Trädsl	Försök				Totalt
					Pålberget	Sävar	Lucksta	Vägsjöfors	
					lat 65	lat 64	lat 62	lat 60	
1	Pltg 373	61-63	Finland	Vårt	100	100	100	100	400
2	Pltg 379	61-63.5	Finland	Vårt	100	100	100	100	400
3	Pltg 385	60-62	Finland	Vårt			100	100	200
4	Pltg 387	60-62	Finland	Vårt			100	100	200
5	Pltg 390	-64,5	Finland	Vårt	100	100	100		300
6	Pltg 386	60-62.5	Finland	Glas			100	100	200
7	Frötäkt 686	61.1	Finland	Vårt			100	100	200
8	Frötäkt 1089	63.2	Finland	Vårt	100	100	100	100	400
9	F250	63-65	Sverige	Vårt	100	100	100		300
10	Ekebo	56-60	Sverige	Vårt				100	100
11	+träd	60-62	Sverige	Vårt			100	100	200
12	+träd	62-64	Sverige	Vårt	100	100	100	100	400
13	+träd	64-66	Sverige	Vårt	100	100	100		300
14	+träd	60-62	Sverige	Glas			100	100	200
15	F250	63-65	Sverige	Glas			100		
<b>Tot</b>					<b>700</b>	<b>700</b>	<b>1400</b>	<b>1100</b>	<b>3900</b>

## Sorternas ursprung och förädling

1–5: Finska frön från plantager, frön tagna från andra och tredje generationens fröträd, olika latituder

7–8: Finska frön från frötäckter. Dessa är valda bestånd som genom frötäktsinventering.

9: Frö från trädslagsförsök F250 i Sävar. Träd i detta försök är avkommor från plusträd.

10: Frö från trädslagsförsök i Ekebo

11–13: Frön tagna från plusträd från olika områden i Sverige. 10st plusträd för varje sort.

Första mätningen av skador gjordes 1999 på samtliga försök. Därefter blev inventeringar, mätningar och åtgärder allt mer oregelbundna för de olika försöken, med noggrannare mätningar som gjordes år 1999, 2005/2006 och 2017. Första höjdmätningen gjordes på samtliga lokaler år 3. Andra höjdmätningen samt första diamettermätningen gjordes år 10 på Pålberget och Sävar men år 9 på Lucksta och Vägsjöfors. Tredje höjdmätningen, samt andra diamettermätningen, gjordes år 20 på samtliga lokaler. Det fanns även insamlade data över kvalitet och skador som inventerats vid dessa tre tillfällen.

Den data som insamlats under mätningarna har lagrats i en Excel-fil som är underlaget för denna studie. I Excel-filen finns all insamlad data från de fyra lokalerna. Filen innehåller kolumner över exempelvis höjden och diametern för varje träd i försöken. Mätningar av raket och klykor är på alla lokalerna gjorda år 10 & 20.

**Tabell 2.** Beskrivning av de olika lokalerna

*Table 2. Description of the different locals*

Lokal	Latitud	Design	Antal plant	Arealbehov*
Pålberget	65.00	5x5 parcell, 4 rep, 7 sorter	700+120	0.4 ha
Sävar	64.00	5x5 parcell, 4 rep, 7 sorter	700+120	0.4 ha
Lucksta	62	5x5 parcell, 4 rep, 14 sorter	1400+160	0.7 ha
Vägsjöfors	62	5x5 parcell, 4 rep, 11 sorter	1100+140	0.6 ha

\*Arealbehovet är beroende av antal sorter som testas på lokalen. *The required area is depending on the amount of types which were tested at the locals*

## Egenskaper

De egenskaper som analyserades i denna studie är följande:

**Stamdiameter:** Mäts vid brösthöjd 1.3m från marken. Om det finns grenvarv vid 1.3m med markant kvistansvällning flyttas mätning max 20cm i lämplig riktning. På flerstammiga träd mäts diametern på den grövsta stammen. Redovisas i mm.

**Trädhöjd:** Höjd från mark till och med toppknopp. Redovisas i cm vid 3 samt 9 års ålder, i dm vid 20 års ålder.

**Stamraket:** Bedöms med klassning 1–9 efter utseende i hela kronan.

**Klykor:** Antalet tydliga sprötkvistar eller toppskiften. Max 8. Är värdet 9 är det en klassning för buskliknande träd oberoende av antal klykor.

Inventeringar är gjorda 1999, 2005/2006 och 2017.

Data från inventeringar redovisas för varje enskild planta i försöket, värden finns för varje inventering. Endast sorter av vårtbjörk analyseras.

Det första som gjordes var att inventeringsdatat hämtades från Skogforsk. Därefter analyserades den första egenskapen som var höjdutvecklingen över de första 20 åren. Medelvärde för höjden från varje sort och inom varje ruta togs fram för samtliga lokaler. Därefter beräknades medelvärdet för dessa fyra rutor vilket gav det slutgiltiga värdet för varje lokal. Detta ger då ett medelvärde baserat på fyra olika rutor med 25 träd i varje ruta. Dessa beräkningar utförs för beståndsåldern 3, 9/10 och 20. Nästa egenskap som analyserades var diametertillväxten. Den togs fram genom samma metod som höjdutvecklingen. Därefter så beräknades medelvärden för klassning av raketten samt antal klykor. Precis som för höjd och diameter togs först medelvärden för varje ruta fram. Extra viktigt att tänka på var att ta hänsyn till sorternas rekommenderade latitud, i vissa fall stod träden utanför denna.

Statistiska tester utfördes också för att ta reda på om skillnaderna som diagrammen visar var statistiskt signifikanta. Detta gjordes i form av T-test där en sort jämförs mot en annan sort. För att göra detta togs medelvärden fram för sorterna som ska testas och även standardavvikelseerna inom grupperna. Detta beräknades i Excel för att därefter utföra statistiska testerna. Sorterna som beslutades att jämföras med varandra var de snabbast växande svenska sorterna mot de snabbast växande finska sorterna för egenskapen höjd. Därefter så testades samma sorter för egenskapen diameter för att kunna se korrelationen mellan dessa egenskaper kopplat till förädlingsgrad. Detta gjordes separat för varje lokal där olika sorter växer olika bra beroende på latitud. När ett t-test har gjorts så kommer resultatet i form av ett så kallat p-värde. Understiger detta värde den satta signifikansnivån, i detta fall 0.05, så tyder det på att skillnaden mellan grupperna är statistiskt signifikanta.

# RESULTAT

## Höjdtveckling

Höjdtvecklingen på lokalen Pålberget visade en jämn tillväxt på höjden mellan sorterna. Resultatet visade att alla de finska sorterna vuxit sig till en höjd på minst 10 meter vid år 20. Alla finska sorterna var bättre än de svenska med ett undantag för svenska sorten med numret 13, som under inventeringen visat sig ha vuxit tredje högst av alla sorterna. Denna sort är frön tagna från plusträd. Trots att denna sort är rekommenderad för denna latitud så har ändå två av de finska sorterna vuxit ännu högre trots att de inte varit optimala för denna latitud. Den högsta sorten var i detta försök nummer 8 som uppnått en höjd på 11,5 m. Den lägsta sorten, nummer 9, hade endast uppnått höjden 8,9 m år 20. T-testet som utfördes för att jämföra sort 8 och 13 gav resultatet att ingen signifikant skillnad fanns mellan dessa där testets p-värde blev 0,2706.

**Tabell 3.** Sorternas medelhöjd vid tre olika tillfällen på lokalen Pålberget

*Table 3. The different types mean value of height at three different times at the local Pålberget*

<b>Pålberget (Höjd i meter) *</b>			
<b>Sort</b>	<b>Ålder 3</b>	<b>Ålder 10</b>	<b>Ålder 20</b>
8	1,2	5,4	11,5
2	1,2	5,2	11,0
13	1,3	5,4	11,0
1	1,2	4,9	10,6
5	1,2	4,6	10,1
12	1,1	3,8	9,0
9	1,2	3,7	8,9

\*Blå är finska och gula är svenska. *Blue is Finnish and yellow is Swedish*

På lokalen Sävar var det en tydlig skillnad i höjd vid beståndsålder 20. De finska sorterna, 1 och 2, når en höjd över 14 meter medan sort 5 och 8 tillsammans med den svenska sort 12 är ca 13 m höga. Sort 9 och 13 uppnådde endast en höjd på 11,2 respektive 11,5 meter. På den här lokalen så är det återigen endast en svensk sort som vuxit högre än en av de finska sorterna. T-test utfördes även på denna lokal mellan den svenska sort med högst höjd och den finska som vuxit högst av samtliga. Det är på denna lokal sort 1 och 12 och resultatet från testet gav ett p-värde på mindre än 0,0001 vilket betyder att det är en signifikant skillnad mellan dessa.

**Tabell 4.** Sorternas medelhöjd vid tre olika tillfällen på lokalen Sävar

*Table 4. The different types mean value of height at three different times at the local Sävar*

Sävar (Höjd i meter) *			
Sort	Ålder 3	Ålder 10	Ålder 20
1	0,9	4,2	14,9
2	0,9	4,2	14,3
5	1,0	3,8	13,2
12	0,9	3,6	12,8
8	1,0	3,6	12,7
13	0,9	3,5	11,5
9	0,7	3,2	11,2

\*Blå är finska och gula är svenska. *Blue is Finnish and yellow is Swedish*

Resultatet från Lucksta är också utformat på samma sätt som de tidigare nämnda lokalerna. Endast en av de svenska sorterna växer i klass med de finska, i detta fall är det sort nummer 11. Denna sort är, till skillnad från de andra svenska sorterna, rekommenderad för denna latitud. Trots att denna sort vuxit högre än två av de finska så är det ändå en stor skillnad mot de två finska sorter med högst uppnådd höjd. På den här lokalen är det sort nummer 1 och 2 som vid 20 år hade en höjd på 17,5 meter. Därför jämfördes den svenska sorten 11 med den finska sorten 1 genom ett t-test. Resultatet från testet visade en signifikant skillnad för höjden med ett p-värde på mindre än 0,0001.

**Tabell 5.** Sorternas medelhöjd vid tre olika tillfällen på lokalen Lucksta

*Table 5. The different types mean value of height at three different times at the local Lucksta*

Lucksta (Höjd i meter) *			
Sort	Ålder 3	Ålder 10	Ålder 20
1	1,3	9,7	17,5
2	1,3	9,7	17,5
3	1,3	9,3	16,8
4	1,2	9,3	16,7
7	1,1	9,3	16,4
11	1,3	9,1	16,1
5	1,1	8,5	15,9
8	1,3	8,4	15,8
12	1,1	7,9	14,9
9	1,2	8,1	14,8
13	1,0	7,1	13,1

\*Blå är finska och gula är svenska. *Blue is Finnish and yellow is Swedish*

På den sista lokalen, Vägsjöfors, fanns tre finska sorter i toppen för höjdtillväxt. De var sorterna 1, 3 och 4 vilka uppnådde en höjd mellan 15 och 15,5 meter. Den svenska bäst

växande sorten var nummer 10 som är frön tagna från trädslagsförsök i Ekebo och uppnådde höjden 14,6 meter. Den svenska sort som växte näst snabbast på denna lokal var sort 11 som är frön från plusträd med en höjd på 13,2 meter. Testerna som gjordes var att båda dessa svenska sorter jämfördes mot finska sorten 3. Resultatet gav en signifikant skillnad för båda testen med p-värdet 0,0312 för sort 3 och 10 och ett p-värde mindre än 0,0001 för sorterna 3 och 11.

**Tabell 6.** Sorternas medelhöjd vid tre olika tillfällen på lokalen Vägsjöfors

*Table 6. The different types mean value of height at three different times at the local Vägsjöfors*

<b>Vägsjöfors (Höjd i meter)*</b>			
<b>Sort</b>	<b>Ålder 3</b>	<b>Ålder 10</b>	<b>Ålder 20</b>
3	0,9	7,7	15,5
4	0,9	7,6	15,3
1	0,9	7,6	15,0
10	0,9	7,5	14,6
2	0,9	6,6	13,7
8	0,9	6,0	13,3
11	0,9	6,2	13,2
7	0,8	6,1	12,8
12	0,9	6,2	12,8

\*Blå är finska och gula är svenska. *Blue is Finnish and yellow is Swedish*

## Diametertillväxt

De finska sorternas diametertillväxt är generellt högre än de svenska, med undantag för den svenska sorten 13 som ligger på andra plats. De andra två svenska sorterna ligger i botten med lägst diameter på endast 8,8 cm. Den bästa finska sorten på denna lokal är sort nummer 8 och är framtagen genom frötäkt och har en diameter på 11,4 cm. Den bästa svenska sorten uppnådde diametern 11,0 cm och för att ta reda om det var någon skillnad så gjordes ett t-test mellan sort 8 och 13. Resultatet från testet kunde inte bevisa någon skillnad mellan dessa två grupper och p-värdet blev 0,4707.

**Tabell 7.** Sorternas medeldiameter vid två tillfällen på lokalen Pålberget

*Table 7. The different types mean value of diameter at two different times at the local Pålberget*

<b>Pålberget (Diameter i cm)*</b>		
<b>Sort</b>	<b>Ålder 10</b>	<b>Ålder 20</b>
8	4,5	11,4
13	4,5	11,0
2	4,0	10,8
5	3,6	10,6
1	3,7	9,7
9	2,6	8,8
12	2,8	8,8

\*Blå är finska och gula är svenska. *Blue is Finnish and yellow is Swedish*

På lokalen Sävar uppnådde sort 1,2 och 5 en diameter på över 12 meter. Sort 8 och 12 blev båda runt 11 meter och sorterna 9 och 13, som hade den lägsta diametern, uppnådde år 20 drygt 9 meter. På lokalen i Sävar har alla finska sorter en större diameter än de svenska. För att jämföra skillnaden så utfördes återigen ett t-test mellan den bästa finska sorten mot den bästa svenska som i detta fall var sort 1 och 12. Resultatet från t-testet gav en signifikant skillnad med ett p-värde mindre än 0,0001.

**Tabell 8.** Sorternas medeldiameter vid två tillfällen på lokalen Sävar

*Table 8. The different types mean value of diameter at two different times at the local Sävar*

<b>Sävar (Diameter i cm)*</b>		
<b>Sort</b>	<b>Ålder 10</b>	<b>Ålder 20</b>
1	3,1	12,9
2	3,2	12,8
5	3,0	12,4
8	2,6	11,4
12	2,5	10,7
13	2,5	9,7
9	1,9	9,3

\*Blå är finska och gula är svenska. *Blue is Finnish and yellow is Swedish*

På lokalen Lucksta fanns tre finska sorter med större diameter än den största svenska sorten. De finska sorterna är 4, 2 och 1 och uppnådde diametern 13,4 cm, 12,9 cm respektive 12,7 cm. Den största svenska sorten, nummer 11, uppnådde diametern 12,4 cm. Därefter följer fyra finska sorter innan tre svenska sorter återfinns längst ned i tabellen. På denna lokal så utfördes ett t-test mellan sort 1 och 11 trots att det fanns finska sorter med större diameter. Beslutet berodde på att sort 1 och 11 användes för att jämföra höjden och därav var de av intresse för att se ifall en signifikant skillnad även skulle finnas för diametern. Resultatet av detta test gav ett p-värde på 0,4961 vilket inte påvisade någon signifikant skillnad för diametern.



**Tabell 9.** Sorternas medeldiameter vid två tillfällen på lokalen Lucksta

*Table 9. The different types mean value of diameter at two different times at the local Lucksta*

Lucksta (Diameter i cm)*		
Sort	Ålder 10	Ålder 20
4	7,5	13,4
2	7,4	12,9
1	7,1	12,7
11	7,1	12,4
7	7,0	12,3
3	6,7	12,0
8	6,4	11,6
5	6,4	11,5
12	5,7	11,0
9	5,7	10,6
13	5,1	8,9

\*Blå är finska och gula är svenska. *Blue is Finnish and yellow is Swedish*

På den sista lokalen, Vägsjöfors, fanns tre finska sorter i toppen av diametertillväxt. De var sort 4, 1 och 3 med diametrar på 11,2 cm, 11,1 cm respektive 11,0 cm. Den bästa svenskt växande sorten var nummer 10 som är frön tagna från trädslagsförsök i Ekebo med diametern 10,9 cm. Den svenska sort som växte näst snabbast på denna lokal var sort 11 som är frön från plusträd och hade en diameter på 9,9 cm. Återigen på denna lokal så användes samma sorter till t-test av diametertillväxt som användes tidigare till t-test av höjdtillväxt. Resultatet gav en signifikant skillnad mellan sort 3 och 11 för både diameter med ett p-värde på 0,0194. För sort 3 och 10 så fanns ingen signifikant skillnad för diameter då p-värdet blev 0,5256.

**Tabell 10.** Sorternas medeldiameter vid två tillfällen på lokalen Vägsjöfors

*Table 10. The different types mean value of diameter at two different times at the local Vägsjöfors*

Vägsjöfors (Diameter i cm)*		
Sort	Ålder 10	Ålder 20
4	6,3	11,2
1	6,2	11,1
3	6,3	11,0
10	6,2	10,9
11	5,0	9,9
2	5,4	9,7
8	5,2	9,3
12	5,1	9,2
7	4,8	9,1

\*Blå är finska och gula är svenska. *Blue is Finnish and yellow is Swedish*

## Rakhet

Resultatet för egenskapen rakhet visar inga tydliga skillnader mellan olika sorter på respektive lokaler (Se bilaga 1). I regel har varje sort tilldelats värdet 5 i klassningen. Skillnaderna mellan individerna i varje ruta är väldigt låg och nästan samtliga har på individnivå även tilldelats värdet 5 med några få undantag. Med den låga variansen mellan träden inom varje lokal och sort är så fanns ingen fördel med att göra något t-test för denna egenskap. Inga t-tester utfördes och denna egenskap förklarades helt opåverkad av förädlingsgrad.

## Klykor

Resultatet för egenskapen klykor är att skillnaden är större mellan lokalerna än skillnaden mellan sorter inom varje lokal. På Pålberget ligger genomsnittet för alla sorter på över 2 klykor per träd. På Sävar ligger det på ca 1.5 klyka per planta. På Lucksta på ca 0.5 och på Vägsjöfors på ca 1 per träd. Resultatet visar inget som tyder på att de finska sorterna har färre klykor än de svenska och därav utfördes inga statistiska analyser för denna egenskap. Diagram över resultatet för antalet klykor från respektive lokal kan ses under rubriken Bilaga 2.

# DISKUSSION

Denna studie visar att trots när de svenska sorterna växer på sin rekommenderade latitud så finns det alltid minst två finska sorter som växer bättre både på höjden och på diametern. Den genetiska förädlingen som Finland bedrivit på björk ger alltså positiva utslag på tillväxten i denna studie. När det gäller höjdskillnaden så var denna skillnad statistiskt signifikant på de tre sydligaste lokalerna och skillnaden i diameter statistiskt signifikant på en av fyra lokaler. Att höjdtillväxten visade fler signifikanta skillnader skulle kunna bero på att höjdtillväxten hos varje enskilt träd är mindre beroende av stamantal än vad diametertillväxten är (Agestam 2015). I detta fall skulle skötseln och förbandet i försöket ha kunnat hämma diametertillväxten och därav minimerat skillnaderna mellan de finska och de svenska sorterna. Höjdtillväxten som istället är nästintill opåverkad av förbandet har därför möjlighet att växa opåverkat och därav syns också effekten av förädlingen tydligare på höjd än diameter. I en annan studie (Egbäck, 2016), där gran och tall analyserades, diskuteras det huruvida förbandet påverkar försök av skillnader i tillväxt. I studien framgick att träd från försök i förband om två meter var högre än träd från förband om tre meter. När diametern istället jämfördes så var diametern större i försöken på förband på tre meter än de med två meter. Om det jämförs med resultatet i den här studien, med förband på 2 meter, kan det då diskuteras om diametern då kan ha blivit hämmad av förbandet medan höjden blivit mindre påverkad. Anledningen till att Pålberget inte visade signifikanta skillnader kan med stor sannolikhet bero på att ingen av de finska sorterna var rekommenderad för den latituden. Det skulle dock även kunna bero på en kortare tillväxtsång på nordligare latitud, där de plantorna med högre förädlingsgrad inte hunnit växa ifrån plantorna med lägre förädlingsgrad. Pålberget drabbades även av en större vattenskada vilket kan ha hämmat tillväxten och därav påverkat resultatet. Vid djupare analys av resultatet så syns det att på samtliga lokaler växer samma sorter bäst vid beståndsålder 20 som vid ålder 10, med några få undantag. Det här resultatet är intressant vid förädlingsarbete då det är av stort intresse att så tidigt som möjligt kunna urskilja de bästa sorterna för att få snabb rotation av förädlingscykler.

När det gäller antalet klykor så visade resultatet att på de nordligare lokalerna så ökar antalet klykor generellt sett över alla sorterna. Däremot syns inget som indikerar på att de finska sorterna skulle ha färre klykor än de svenska eller tvärtom. För raketten användes klassningarna 1–9, alla sorter på alla lokaler uppnådde ett medelvärde nära 5 vilket visar på att det inte är någon skillnad på raket mellan olika sorter. Vi har därför ansett att några statistiska analyser inte är av intresse för dessa två egenskaper då vi inte kan se några skillnader mellan Finland och Sverige. I den tidigare nämnda studie som Stener (1995) gjorde i södra Sverige visades heller inga påtagliga skillnader för raket eller klykor mellan de svenska och finska björksorterna och när denna studie gjordes var beståndet 16 år, vilket är en liknande beståndsålder som i vår studie. Resultatet av en annan liknande studie där plantage- och beståndsplantor av gran undersöktes visade att skillnaden i antal sprötkvistar mellan förädlade och icke-förädlade plantor var försumbar. Det är svårt att i unga försök

bedöma den framtida kvalitén (Hannerz 1994). Det är mycket möjligt att detta även gäller för vår studie av vårtbjörk, där skillnader i kvalitet istället skulle kunna uppkomma i framtida analyser av beståndet. Om däremot resultatet kvarstår vid en framtida studie av beståndet skulle man kunna börja misstänka att de kvalitativa egenskaperna inte påverkats av förädlingsgraden. Vid fortsatt förädlingsarbete av vårtbjörk skulle man isåfall kunna fokusera mer på tillväxt än kvalitet.

## Studiens styrkor och svagheter

En svaghet hos denna studie är att den endast behandlar inventeringsdata från de 20 första åren av de etablerade bestånden. Skillnaden mellan sorterna kan komma att bli betydligt större under de kommande tillväxtåren av försöket och därför kan resultatet också komma att förändras. I denna studie analyserades inte trädens positioner inom försöken, genom att behandla medelvärden av fyra rutor med olika positioner inom varje försök antas detta inte betyda signifikanta för- eller nackdelar för någon av sorterna. I denna studie har heller inga skador analyserats på de olika sorterna utan endast tillväxt- och kvalitetsegenskaper. Lokalen Pålberget drabbades också av en större vattenskada som troligtvis kan ha påverkat resultatet från denna lokal. Ingen ekonomisk analys har gjorts för att mäta en eventuell ekonomisk vinst av att importera finska frön, vilket skulle kunna vara en intressant fortsättning av studien. För att göra detta vore det optimala att använda data från försöket då träden har uppnått slutavverkningsålder.

## Slutsatser

Slutsatser från denna studie är att förädlingsarbetet med vårtbjörk har givit signifikanta skillnader i höjdtillväxt på de latituder som dom är anpassade för. För den nordligaste lokalen där det inte fanns rekommenderade finska frön syns en trend som tyder på bättre höjdtillväxt hos finska frön men i dagsläget finns ingen signifikant skillnad.

Diametertillväxten påverkas helt klart positivt av förädlingsgrad och har i denna studie visat tydliga skillnader mellan förädlat och icke förädlat. Dock var skillnaderna endast statistiskt signifikant på en av fyra lokaler. Några slutsatser kring de kvalitativa egenskaperna är svårt att göra i dagsläget då de inte skiljde sig något mellan olika sorter och lokaler.

Om det skulle finnas några samband mellan ökad tillväxt och kvalitet är svårt att säga utifrån denna studie, men det finns inget som tyder på att ökningen av tillväxt på förädlade björkar skulle ge några negativa effekter på kvaliteten.

## REFERENSER

- Ageštam, E. 2015. Påverkan på träd och bestånd. I: Skogsskötselserien nr 7. *Gallring* Jönköping: Skogsstyrelsen. s. 22.
- Andersson Gull, B. Berlin, M. 2016. Skogsträdsförädling till ett förändrat klimat. I: Skogsskötselserien 19. *Skogsträdsförädling*. Jönköping: Skogsstyrelsen. s. 5.
- Egbäck, S. 2016. *Growth of Genetically Improved Stands of Norway Spruce, Scots Pine and Loblolly Pine*. Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp. (SLU Rapport, 2016:4). s. 24.
- Eriksson, G. 2011. Breeding. I: *Betula pendula and Betula pubescens*. Uppsala: Department of Plant Biology and Forest Genetics. s. 97.
- Hannerz, Mats. 1994 *Högre tillväxt och mindre frostsador hos förädlad gran*. Skogforsk. Uppsala. (Skogforsk Rapport, 1994:7).
- Högberg, K-A. Stener, L-G. 2016. Användning av förädlade plantor. I: Skogsskötselserien 19. *Skogsträdsförädling*. Jönköping: Skogsstyrelsen. s. 46.
- Jansson, G. Kehlet Hansen, J. Haapanen, M. Kvaalen, H. Steffenrem, A. 2017 The genetic and economic gains from forest tree breeding programmes in Scandinavia and Finland, I: *Scandinavian Journal of Forest Research*. 32:4. s. 281–282.
- Kirilenko, Andrei P. Sedjo, Roger A. 2007. *Climate change impacts on forestry*. The national academy of Sciences of the USA. PNAS. 104. s. 19697-19702.
- Koski, V. Rousi, M. 2005. A review of the promises and constraints of breeding silver birch (*Betula pendula* Roth) in Finland. I: *Forestry*. 78(2). Oxford University Press. s.187-198.
- Rosvall, O. Mullin, T. 2013. Introduction to breeding strategies and evaluation of alternatives. I: *Best Practice for Tree Breeding in Europe*. Uppsala: Skogforsk. ss. 7-9.
- Rosvall, O. 2011. Executive Summary. I: *Review of the Swedish tree breeding programme*. Uppsala: Skogforsk. s. 4. s. 79.
- Rytter, L. Karlsson, A. Karlsson, M. Stener, L-G. 2014. Föryngring. I: Skogsskötselserien 9. *Skötsel av björk, al och asp*. Jönköping: Skogsstyrelsen. s. 29.

Sirkku Pöykkö, Finnish Forest Research Institute (Metla) *Finnish Birch Seed Production 1970–2007* Tillgänglig:  
<http://daglindgren.upsc.se/Umea07/Proceedings/Pöykköbirch.pdf> [2019-05-01].

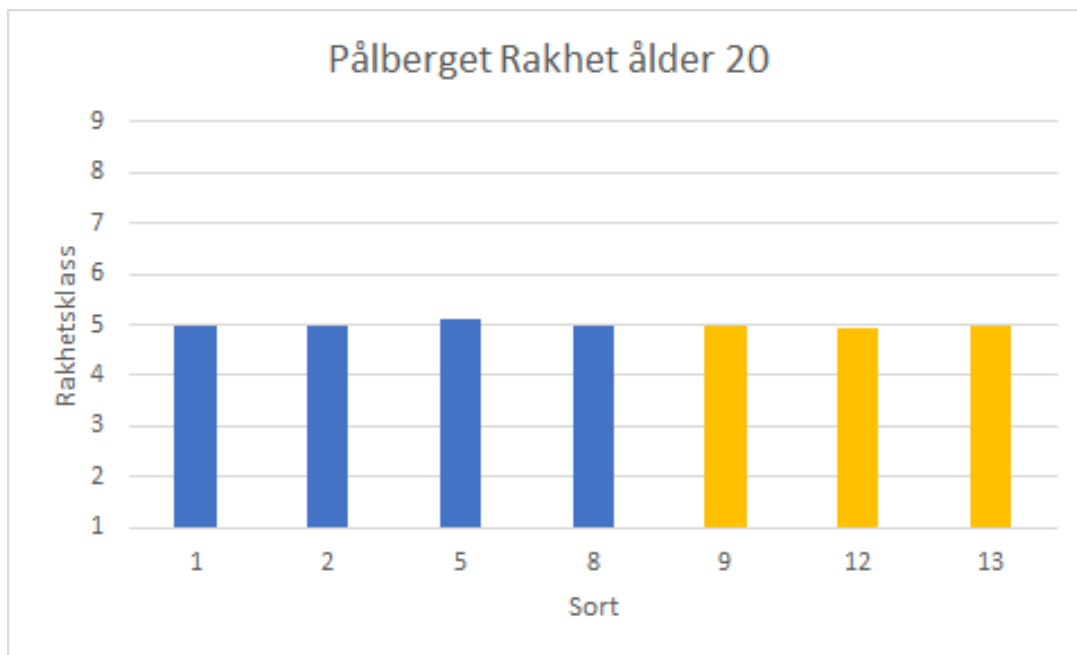
Skogskunskap. 2017. *Skogsträdsförädling*. Tillgänglig:  
<https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/foryngra/genvag-till-battre-skog/skogstradsforadling/> [2019-05-01].

Stener, L-G. 1995. *Jämförelse mellan björk av finskt och svenskt ursprung i ett försök i södra Sverige*. Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut. (Skogforsk Rapport, 1995:1). s 4.

Stener, L-G. 1996. *Bakgrund till försöket. Test av finsk plantagebjörk*. (Skogforsk Rapport, 1996).

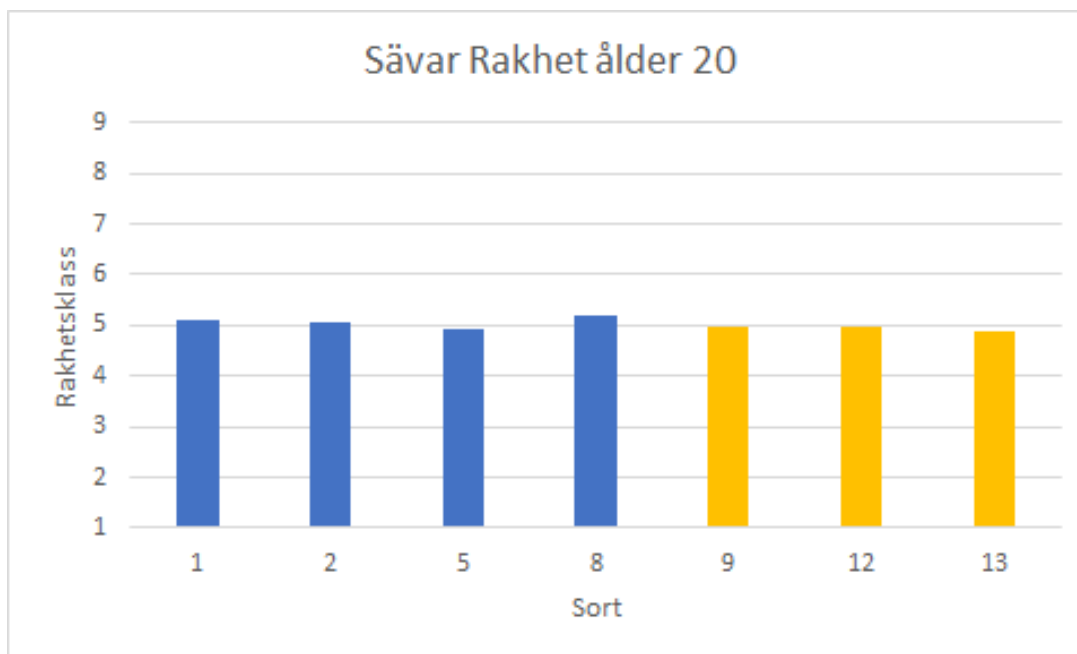
# BILAGOR

## Bilaga 1. Diagram för rakhet



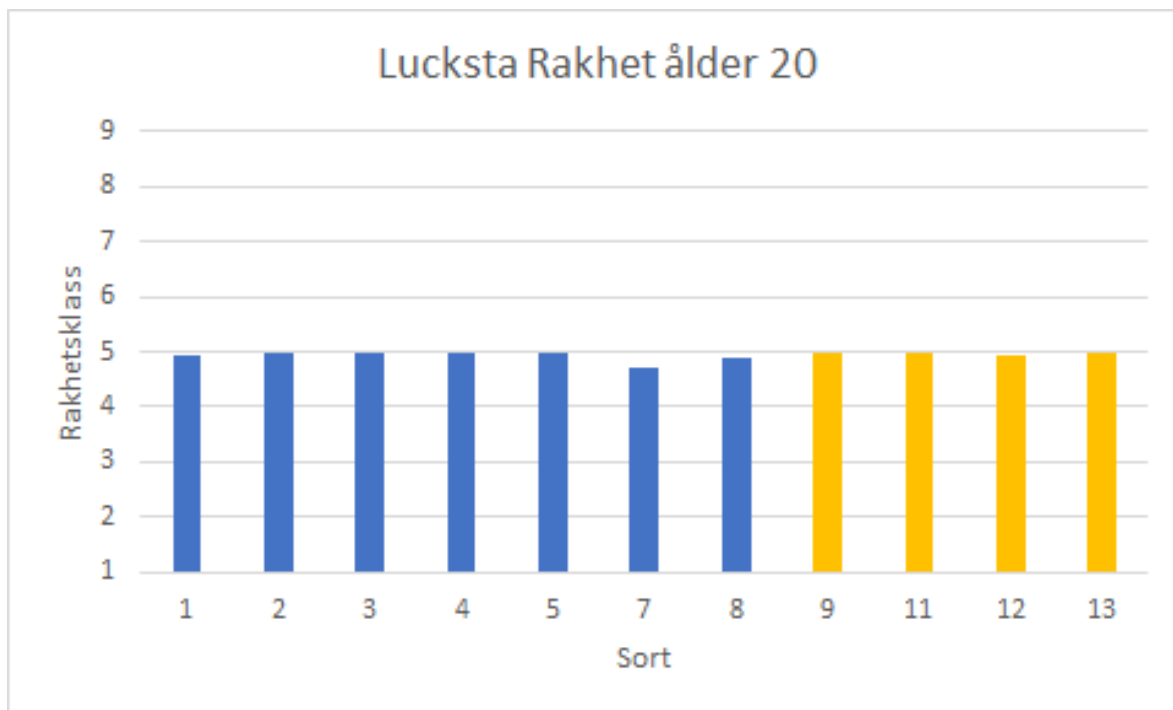
**Figur 10.** Medelvärdet för rakheten hos de olika sorterna på lokalen Pålberget

*Figure 10. The mean value of straightness of the different types at the local Pålberget*

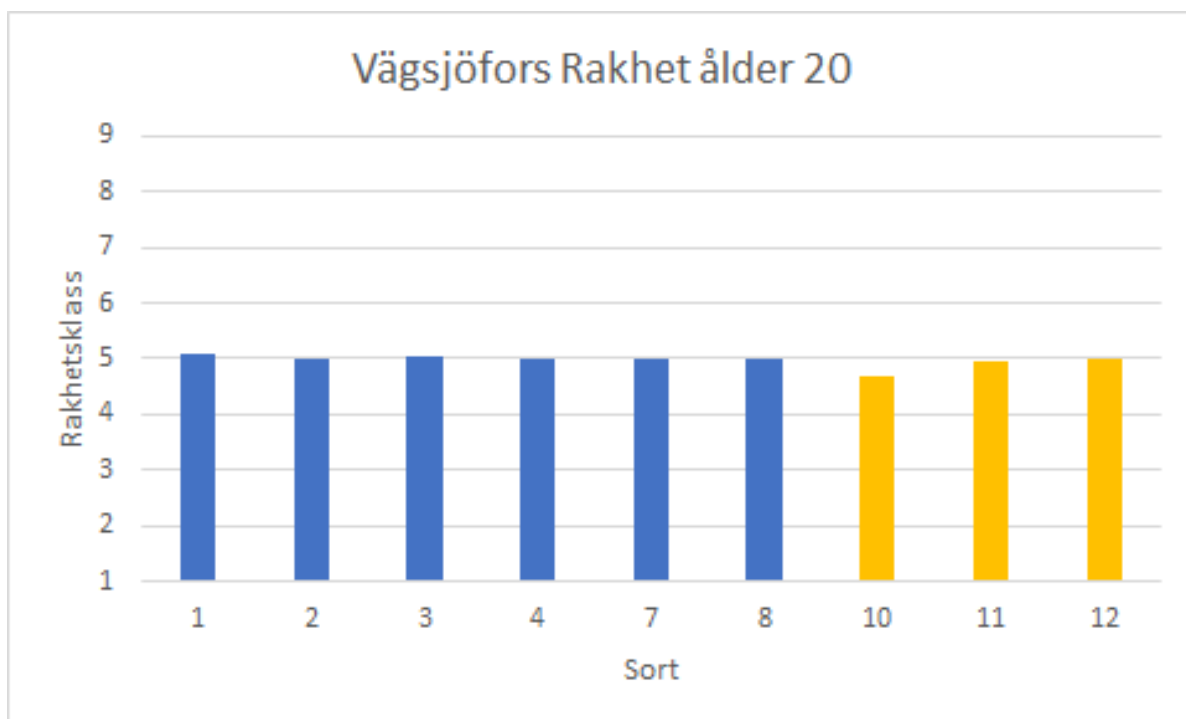


**Figur 11.** Medelvärdet för rakheten hos de olika sorterna på lokalen Sävar

*Figure 11. The mean value of straightness of the different types at the local Sävar*



**Figur 12.** Medelvärde för rakheten hos de olika sorterna på lokalen Lucksta  
*Figure 12. The mean value of straightness of the different types at the local Lucksta*

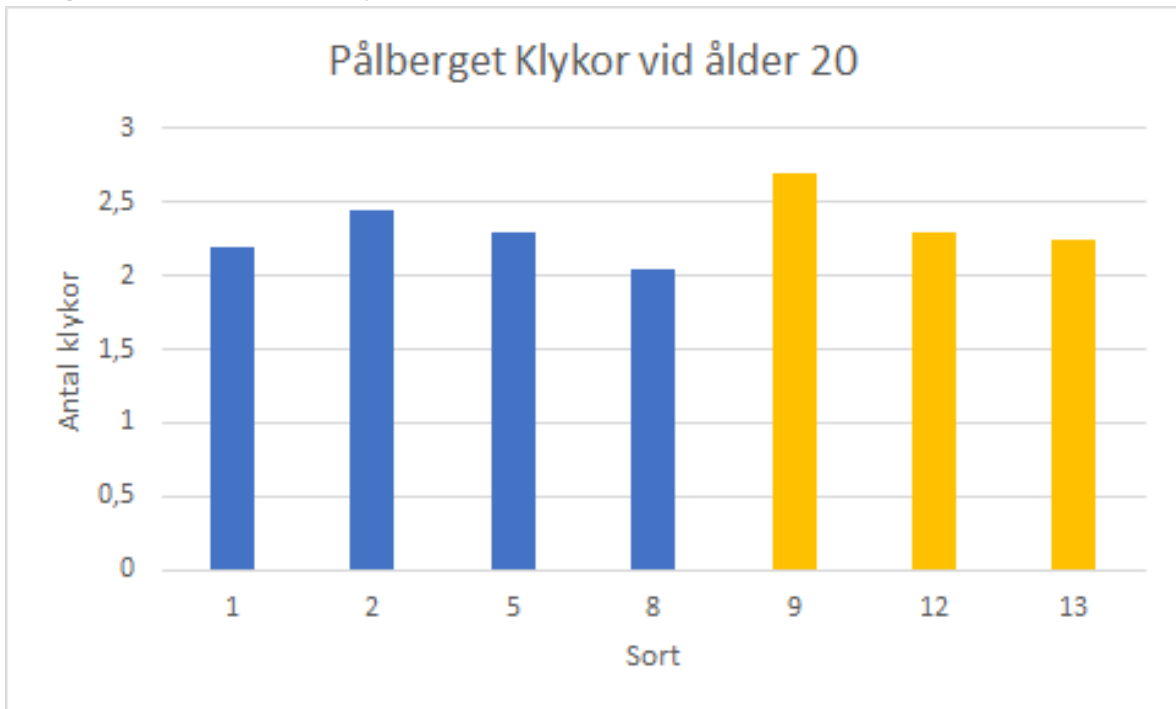


**Figur 13.** Medelvärde för rakheten hos de olika sorterna på lokalen Vägsjöfors  
*Figure 13. The mean value of straightness of the different types at the local Vägsjöfors*



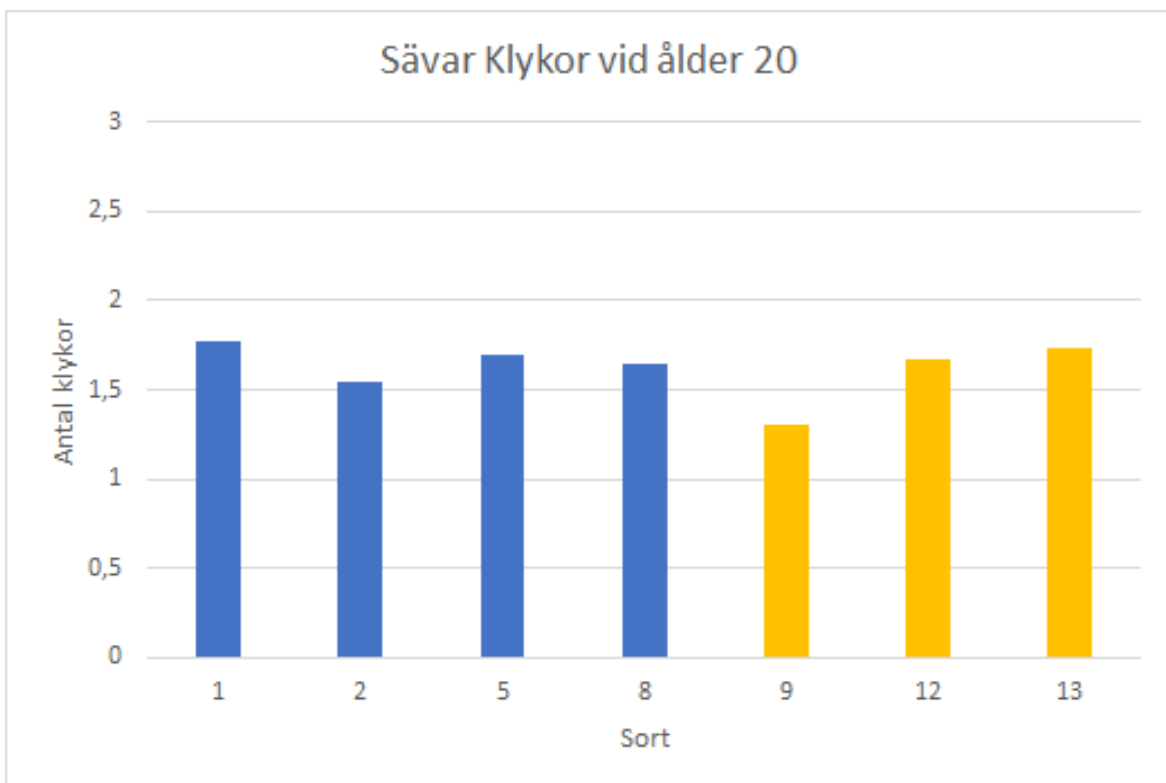
## BILAGA 2.

### Diagram för antalet klykor



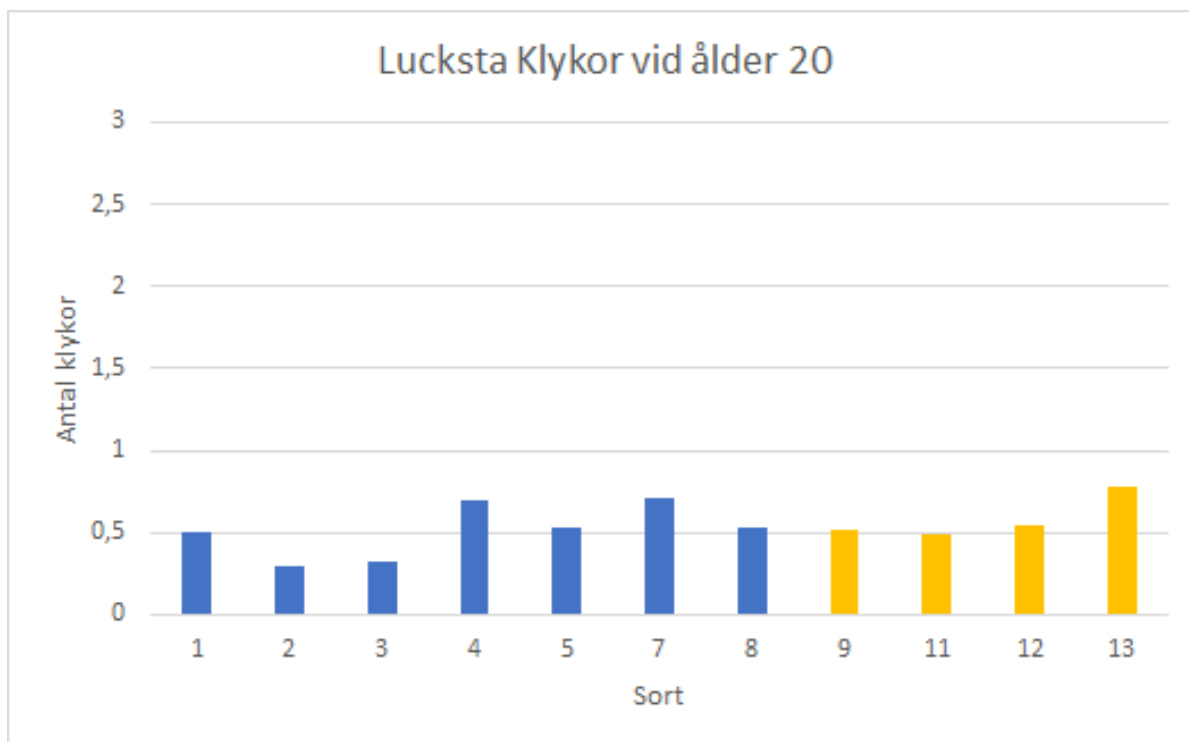
**Figur 14.** Medelvärdet av antalet klykor för varje sort som testats på lokalen Pålberget

*Figure 14. The mean value of the number of crotches of the different types at the local Pålberget*



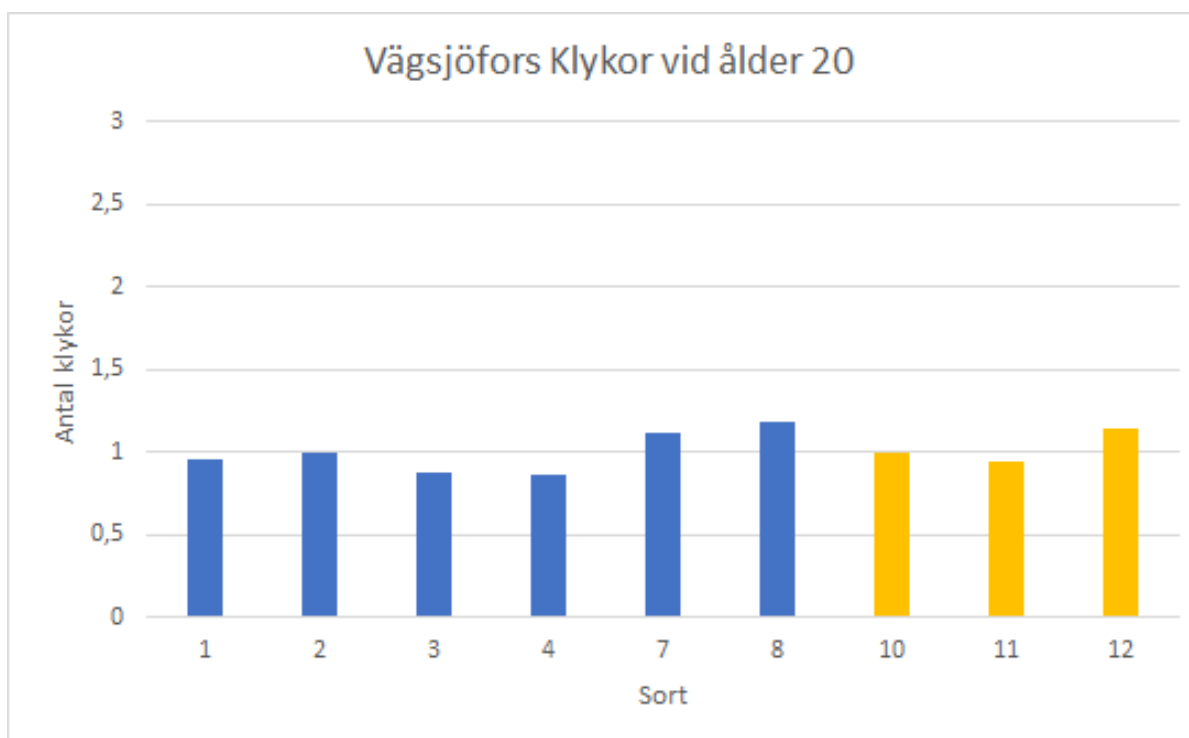
**Figur 15.** Medelvärdet av antalet klykor för varje sort som testats på lokalen Sävar

*Figure 15. The mean value of the number of crotches of the different types at the local Sävar*



**Figur 16.** Medelvärdet av antalet klykor för varje sort som testats på lokalen Lucksta

*Figure 16. The mean value of the number of crotches of the different types at the local Lucksta*



**Figur 17.** Medelvärdet av antalet klykor för varje sort som testats på lokalen Vägsjöfors

*Figure 17. The mean value of the number of crotches of the different types at the local Vägsjöfors*