

# Resultat efter 11 års tillväxt i 2010 års klonförsöksserie med hybridasp och poppel

Delrapport 1 för projektet 47977-1 – Förbättring av hybridaspens och poppelns produktionspotential

Mateusz Liziniewicz



En poppelklon utvald år 2010 i ett äldre poppelförsök. Foto: L.-G. Stener

## Innehåll

<b>Förord .....</b>	<b>3</b>
<b>Summary .....</b>	<b>4</b>
<b>Sammanfattning .....</b>	<b>5</b>
<b>Bakgrund och syfte .....</b>	<b>6</b>
<b>Material och Metoder .....</b>	<b>8</b>
Metod.....	12
<b>Resultat .....</b>	<b>14</b>
Fenotypisk analys .....	14
Överlevnad.....	14
Höjd.....	15
Diameter .....	15
Pilodyn och Densitet .....	16
Genetisk analys .....	22
Heritabilitet.....	22
Genetiska korrelationer mellan egenskaper .....	22
Miljö x genetiksamspel .....	24
Genotypskattningar .....	25
<b>Diskussion .....</b>	<b>27</b>
Fenotyp .....	27
Genetik.....	28
Klonurval .....	29
Hybridasp .....	29
Poppel .....	30
Framtiden.....	31
<b>Referenser .....</b>	<b>32</b>
<b>Bilaga 1 Hybridasp södra Sverige .....</b>	<b>34</b>
<b>Bilaga 2 Hybridasp norra Sverige .....</b>	<b>38</b>



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala  
skogforsk@skogforsk.se  
skogforsk.se

---

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 25 december 2022 av  
Thomas Kraft, programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef,  
granskat och godkänt publikationen för publicering den 27 januari 2023.

Redaktör: Anna Franck, [anna@annafranck.se](mailto:anna@annafranck.se)  
©Skogforsk 2023 ISSN 1404-305X

# Förord

För en bredare användning av hybridasp och poppel för biomassaproduktion behöver antalet välväxande kloner öka. Idag är antalet tillgängliga kloner otillräckligt och planteringar med för få kloner löper en ökad risk att drabbas av sjukdomar eller dålig tillväxt på grund av ett negativt samspel mellan miljö och genetik.

Rapporten är en uppföljning till Arbetsrapport 988-2018 (Stener & Westin 2018) vilken redovisade tillväxten av hybridasp och poppel efter sju år. I denna rapport redovisas nya mätningar utförda efter elva år i fält. Rapporten kan användas för urval av de mest lovande hybridasp- och poppelklonerna. Rapporten är den första av fem i serien 47977-1 ”Förbättring av hybridaspens och poppelns produktionspotential”, som finansierats av Energimyndigheten.

Det är viktigt att påpeka att hybridasp och poppel inte har någon permanent finansiering för förädling. Alla aktiviteter finansieras externt och det är av stor vikt att detta arbete kan fortsätta.

Svalöv, november 2022

Mateusz Liziniewicz

## Summary

High productivity and short rotation time are two important advantages of hybrid aspen and poplar stands. At proper sites both species might produce up to 25 m<sup>3</sup> per hectare per year which is about ten tons of dry woody biomass. These features make both species interesting options for forest owners in Sweden when deciding regeneration species on their land.

One of the obstacles for hybrid aspen and poplar forestry is the shortage of availability of well growing and disease resistant clones. Current access in southern Sweden is limited to 19 hybrid aspen and three poplar clones. There are hybrid aspen clones recommended for mid and northern part of Sweden, but they are not well tested.

Our study aimed at evaluation of growth parameters in ten clonal field trials testing 106 hybrid aspen clones and 120 poplar clones. For sample trees, density cores were also taken to study variability of wood density within and among both species. Indirect measure of wood density was taken by means of pilodyn to establish a relationship between measures. The trials were 11 years old in time when the measurements were taken and had also been measured earlier.

There was a high mortality of poplar clones at forest sites and in northern experimental locations. Hybrid aspen did not have problems with establishment if climate adapted clones were planted at the experimental sites. A clear effect of the geographical origin of the materials on mortality and diameter growth has been indicated by observations in the groups that have been planted at several locations. Correlation between diameter and wood density measured was low for both species at all sites.

Genetic evaluation confirmed moderate to high heritability of diameter and pilodyn measurements for both species. High genetic age to age correlations were also shown which indicate that selection aimed just on growth parameters might be done even earlier than today.

Estimations of individual genetic breeding values confirmed an earlier selection and recommendations for use of hybrid aspen and poplar in southern Sweden (<60° N) and hybrid aspen in northern Sweden. Several new poplar clones that have a potential to grow well in southern Sweden have been selected for future investigation. The results did not make it possible to select poplars clones that might be used north of latitude 60° N.

# Sammanfattning

Hybridasp och poppel är två intressanta alternativ för skogsägare i Sverige som funderar över valet av föryngringsträdslag på sin mark. Båda trädslagen har hög produktivitet och kort omloppstid. På rätt plats kan de producera upp till 25 m<sup>3</sup> per hektar och år, vilket ger cirka tio ton torr vedartad biomassa.

Ett av hindren för hybridasp- och poppelskogsbruk är den begränsade tillgången på välväxande och sjukdomsresistenta kloner. Nuvarande tillgång i södra Sverige är begränsad till 19 hybridasp- och tre poppelkloner. För mellersta och norra delen av Sverige finns hybridaspkloner som rekommenderas, men de är inte väl testade.

Vår studie syftade till att utvärdera tillväxtparametrar i tio klonförsök som testade 106 hybridasp- och 120 poppelkloner. För provträd togs också borrhärdor för att studera variationen i trädensitet inom och mellan båda arterna. Indirekt mått på trädensitet gjordes med hjälp av pilodyn för att fastställa ett samband mellan densitet och pilodyn. Försöken var elva år gamla vid tidpunkten för mätningen och har även mätts tidigare.

Mortaliteten för poppelkloner på skogsmark och i nordliga försök var hög. Hybridasperna hade inga problem med etableringen när klimatanpassade kloner planterades. En tydlig effekt av materialförflyttning observerades bland de materialgrupper som planterats i flera försök, det vill säga det geografiska ursprunget för olika material påverkade överlevnad och diametertillväxt på de olika lokalerna.

En genetisk utvärdering bekräftade måttlig till hög heritabilitet av diameter och pilodynmått för båda arterna. Höga genetiska korrelationer mellan mätningar vid olika åldrar visades också, vilket tyder på att selektion inriktat enbart på tillväxtparametrar kan göras ännu tidigare än idag.

Skattning av individuella genetiska avelsvärden bekräftade ett tidigare urval och rekommendationer för användning av hybridasp och poppel i södra Sverige (<60°N) och hybridasp i norra Sverige. Flera nya poppelkloner som har potential att växa bra i södra Sverige har valts ut för framtida tester. Det var inte möjligt att välja poppelkloner som kan användas norr om latitud 60°N.

## Bakgrund och syfte

Efterfrågan på förnybara resurser som kan brukas hållbart ökar och kommer säkerligen att fortsätta göra så även i framtiden. Efterfrågan på råvara från svensk skog kan även öka till följd av den nya geopolitiska situationen i Europa.

Dessutom är effekterna av klimatförändringar redan synliga i skogsbruket och deras inverkan förväntas öka ännu mer i framtiden. Även riskerna i skogsbruket förväntas öka och som en följd kan valet av trädslag vid förnygring behöva diversifieras. Detta har gjort att funderingarna kring andra trädslag än gran och tall har blivit vanligare bland markägarna på sistone. Hybridasp (*P.tremula* x *P.termuloides*) och andra poppelarter (*Populus* sp.) är två alternativ som kan vara intressanta för att förbättra produktionen och ekonomin (Fahlvik m.fl. 2021, Rytter & Stener 2014, Rytter 2012, Tullus m.fl. 2012).

Hög volymproduktion och korta omloppstider är viktiga faktorer för att minska olika risker och maximera det ekonomiska värdet. Tillgängliga studier visar att en medelproduktion av hybridasp kan nå upp till ca 25 m<sup>3</sup>sk per hektar och år under 25 års omloppstid på bördiga marker i södra Sverige, där betesskador eliminerades genom stängsel och konkurrerande vegetation bekämpades efter etablering (Mc Carthy 2016, Stener 2010). Produktionen av 25 m<sup>3</sup>sk per hektar och år motsvarar ca tio ton torrsvikt per år (Rytter 2012). Studierna visade att hög produktion bara kan uppnås om selekterade kloner används.

Odling av poppel har inte riktigt slagit igenom i Sverige trots en ganska stor potential, speciellt på jordbruksmark. Den årliga produktionen torrsvikt är något lägre än hos hybridasp och ligger på 8,4 ton per hektar och år under förutsättningen att de bästa klonerna används. Nuförtiden finns bara ca 1000 ha poppelodlingar i Sverige, trots att Böhlenius m.fl. (2020) visade att det finns ca 0,5 miljoner hektar gammal åkermark och 1,5 miljoner hektar skogsmark med första generationen gran som borde lämpa sig för poppelodling.

Utbudet av bra material av hybridasp och poppel är begränsat. Totalt används bara tio hybridaspkloner och tre poppelkloner i södra Sverige och det finns inga utvalda kloner för skogsbruket i norr. Det är därför viktigt att utveckla, testa och utvärdera fler kloner för praktisk användning.

Tidigare studier har visat att hybridasp är ganska väl anpassad till det svenska klimatet oavsett ursprung, troligen för att båda arter som ingår i hybrididen kommer från det klimatområde där Sverige ingår (Stener & Westin 2018, Stener & Westin 2018). Bland de många poppelarterna är *P.trichocarpa* och hybrididen *P.trichocarpa* x *P.maximowiczii* de mest intressanta för odling i Sverige. Båda arter är införda i Sverige och deras naturliga miljöer skiljer sig från klimatet och fotoperioden i Sverige. Därför är det viktigt att testa och utvärdera deras tillväxt, produktion och resistens mot sjukdomar i det svenska klimatet innan de används i praktiska odlingar.

Stener & Karlsson (2004) rapporterade stora skillnader mellan hybridaspkloner avseende tillväxt, stamkvalitet och olika skador. De har även visat att det finns

samspel mellan specifika kloner och olika miljöer. Ett allmänt problem är odling av poppel på skogsmark, där poppel har svårt att etablera sig och växa. Böhlenius, m.fl. (2016) visade att detta förklaras av låga pH-värden och dålig tolerans mot aluminium. Dessa aspekter indikerar betydelsen av fältförsök i varierande miljöer för att få fram bra kloner.

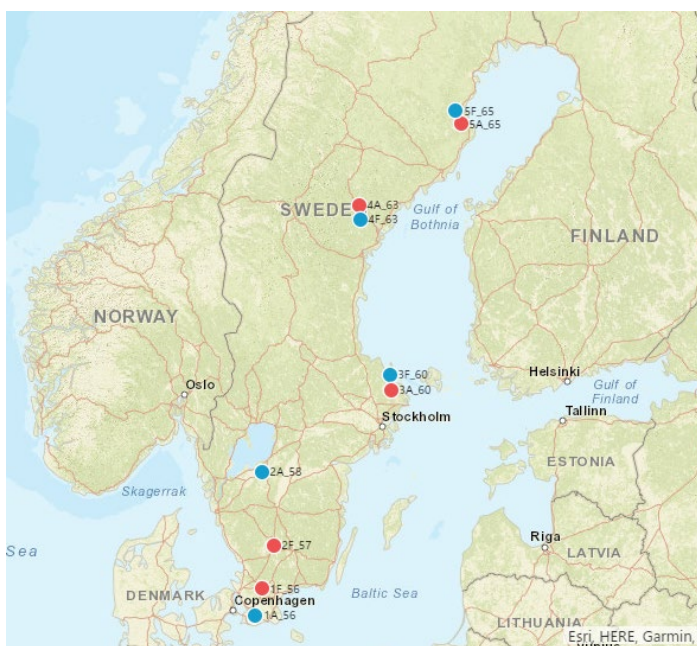
Huvudsyftet med vår studie var att ta fram ett underlag för selektion av kloner till odling av hybridasp och poppel i södra och norra Sverige. I studien utvärderades diametern i tio försökslokaler spridda över hela landet. De analyserade försöken var 10–11 år gamla vid inventeringstillfället. I tre lokaler har både pilodyn och borrhärd analyserats för att kunna testa hur väl metoderna korrelerar med varandra och med andra tillväxtegenskaper.



# Material och Metoder

## Försökslokaler

Totalt tio försök (Figur 1, Tabell 1) med kloner av poppel och hybridasp anlades på sex lokaler i södra Sverige (våren 2010) och på fyra lokaler i norra Sverige (våren 2011). Lokalerna representerar fem olika latituder, vilka påverkar vegetationsperiodens längd och dagslängd (fotoperiod).



Figur 1. Försökens geografiska placering. Försök med samma löpnummer (första siffran i "försöksnamnet") är parallellförsök, det vill säga försök med samma klonmaterial med ungefär samma klimatiska förhållanden. Blåa prickar representerar försök på jordbruksmark och röda prickar representerar försök på skogsmark.

Tabell 1. Beskrivning av försöken som sorterats från söder till norr. Försöksnumret består av a) löpnummer (1–5) där försök med samma siffra är parallella försök, det vill säga de innehåller exakt samma kloner, b) marktyp där F är skogsmark och A är jordbruksmark samt försökens latitud. TS är temperatursumma baserad på dygnstemperatur över 5°C (Moren & Perttu, 1994). pH är markens surhetsgrad.

FÖRSÖK	NAMN	ÅR	LAT	LONG	ALT	TS	PH
1A_56	Sturup	2010	55,56	13,38	120	1466	5,9
1F_56	Matteröd	2010	56,11	13,62	114	1438	4,2
2A_58	Remningstorp	2010	58,45	13,62	133	1291	5,1
2F_57	Toftaholm	2010	56,99	14,05	162	1344	4,8
3A_60	Harg	2010	60,29	18,37	20	1276	7,9
3F_60	Karön	2010	60,00	18,41	25	1267	7,8
4A_63	Ed	2011	64,58	21,01	75	1039	5,2
4F_63	"Pommac"	2011	64,78	20,81	265	888	4,9
5A_65	Degerbyn	2011	63,25	17,23	20	993	4,9
5F_65	Degerbyn	2011	63,01	17,27	20	992	4,4

## Kloner

Hybridaspklonerna fördelades på sju materialgrupper utifrån tidigare ursprung (Tabell 2). Sammanlagt testades 107 kloner. Poppelklonerna fördelades på åtta grupper med 113 kloner (Tabell 2).

I alla försök planterades 14 hybridasp- och 16 poppelkloner som tidigare rekommenderades för odling i södra Sverige (Sv\_S\_Kom) samt 23 finska och 12 nya lovande hybridaspkloner (Tabell 2). Dessutom testades, beroende på klimatområde, ytterligare hybridaspkloner som erhållits från förädlingspartners i Tyskland (12) och Lettland (22) samt poppelkloner från Belgien (46), Italien (4), Island (7), Norge (4) och svenska kloner som valts för centrala och norra Sverige (36).

Tabell 2. Beskrivning av ingående testmaterial. STT – SweTree Technology i Umeå.

TRÄDSLAG	GRUPP	ANVÄNDNINGSMOMRÅDE	BESKRIVNING	ANTAL KLONER
Hybridasp	Sv_S_Kom	Södra Sverige	Kloner som används vid praktisk (kommersiell) odling. Genotypiskt utvalda	14
	Sv_S_Ny	Södra Sverige	Nya kandidatkloner. Genotypiskt utvalda	12
	Sv_Let	Södra Sverige	Material som förökats i Lettland. Utgörs av två nya kloner från "Sv_S_Kom" och en från "Sv_S_Ny"	3
	Sv_N	Norra Sverige	Fenotypiskt utvalda kloner	23
	Finl	Södra Finland	Fenotypiskt utvalda kloner	23
	Let	Lettland	Fenotypiskt utvalda kloner	19
	Tysk	Norra Tyskland	Fenotypiskt utvalda kloner	12
Poppel	Sv_S_Kom	Södra Sverige	Kloner som används vid praktisk (kommersiell) odling i södra Sverige ( <i>P.trichocarpa</i> , <i>P.maximowiczii</i> x <i>P.trichocarpa</i> ), inkluderar OP42. Genotypiskt utvalda.	16
	Sv_N	Norra Sverige	Fenotypiskt utvalda kloner ( <i>P.trichocarpa</i> )	22
	Sv_STT_C	Mellersta Sverige	Fenotypiskt utvalda kloner av STT ( <i>P.trichocarpa</i> )	5
	Sv_STT_N	Norra Sverige	Fenotypiskt utvalda kloner av STT ( <i>P.trichocarpa</i> )	9
	Isl	Island	Fenotypiskt utvalda kloner ( <i>P.trichocarpa</i> )	7
	Belg	Belgien	Fenotypiskt utvalda kloner ( <i>P.deltoides</i> x <i>P.trichocarpa</i> ) och tre kloner som används i odlingar i Europa (Grimminge, Koster och Muur)	46
	Ital	Italien	Italienska kloner som används i praktiska odlingar i Europa (AF2, AF8, AF13, Monviso, AF18, AF24, AF28)	4
Norg	NorgeNorge	Fenotypiskt utvalda kloner ( <i>P.trichocarpa</i> )	4	
Totalt				226

Tabell 3. Hybridaspklonernas fördelning på materialgrupper för olika försök.

FÖRSÖK/MATERIALGRUPP	SV_S_KOM	SV_S_NY	SV_LET	SV_N	FINL	LET	TYSK
1A_56	14	12	3		23	19	12
1F_56	14	12	3		23	19	12
2A_58	14	12	3		23	19	11
2F_57	14	12	3		23	19	11
3A_60	14	12	3		23	19	
3F_60	14	12	3		23	19	
4A_63	14	11		23	23		
4F_63	14	11		23	23		
5A_65	14	11		23	23		
5F_65	14	11		21	23		

Tabell 4 Poppelklonernas fördelning på materialgrupper för olika försök.

FÖRSÖK/MATERIALGRUPP	SV_S_KOM	SV_N	SV_STT_C	SV_STT_N	ISL	BELG	ITAL	NORG
1A_56	16					46	4	
1F_56	16		5	6		46	4	
2A_58	16		5	6			4	
2F_57	16		5	6			4	
3A_60	16		5	6				
3F_60	16		5	6				
4A_63	4	13			5			3
4F_63	4	11			4			3
5A_65	15	22		3	7			4
5F_65	16	21		2	7			4

## Försöksdesign

Varje försök utgörs av mellan sex och tolv ytor. Varje yta delades i två halvor och varje halva planterades med respektive trädslag, förutom för de två nordligaste försöken (5A/5F\_65) där poppel bara planterades i tre ytor.

Klonerna inom hela försöket var helt randomiserade. I sydliga försök innehåller varje yta mellan en och två plantor per klon. I de nordliga försöken varierade tillgången på utplanteringsbara plantor kraftigt för olika kloner, vilket medförde att 1–10 plantor per klon finns planterade i varje yta för hybridasp och 1–4 för poppel.

Plantorna planterades i 3 x 3 meters förband i alla försök och alla försök stängslades. Planteringspunkter skapades genom invertering av marken med grävskopa. Detta gjordes för att ytterligare gynna plantornas tillväxt.

## Tidigare mätningar

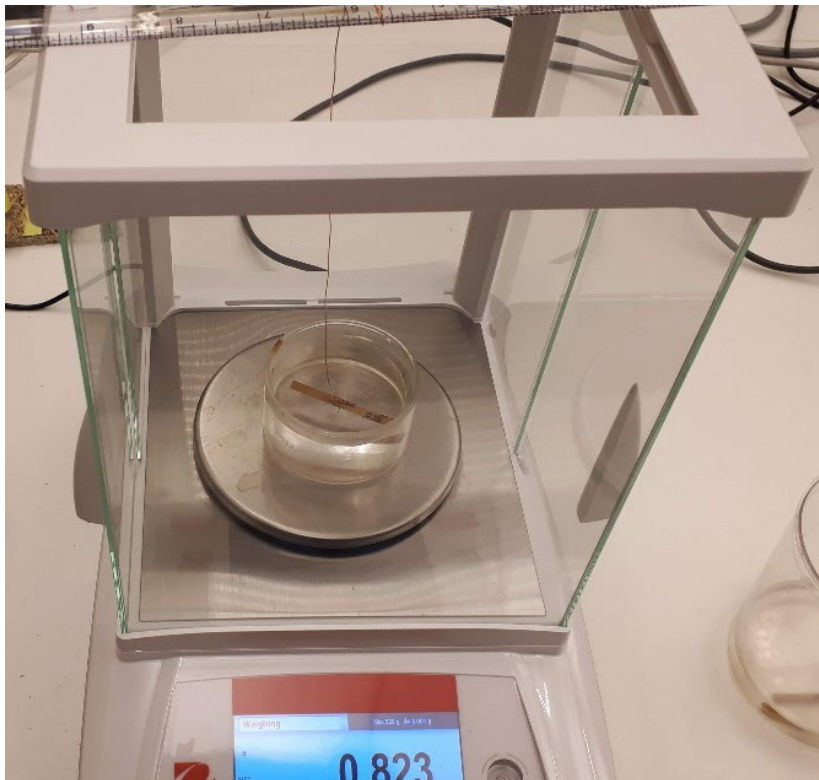
Från tidigare studier användes höjddata som mätts ett, fyra och sju år efter plantering (H1, H4, H7) och diameter sju år efter plantering (D7). Mätningarna utnyttjades för skattning av genetiska korrelationer med nya variabler som mäts.

## Nya mätningar

Hösten 2020 mättes samtliga försök. Diametern (D11) mättes för varje träd i alla försök. Provträdshöjder togs för ca 20 träd för respektive trädslag och användes för att räkna fram försöksmedelvärde.

I tre försök (1A\_56, 3F\_60 och 3F\_65) utfördes mätningar med pilodyn (PIL) av varje träd och borrhärdar av 30 träd av varje trädslag togs.

Borrhärdarna torkades i  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  i 48 timmar. Efter torkning vägdes alla prov och direkt efteråt placerades varje prov i vatten för att uppnå full vattenmättad, det vill säga till dess att proverna sjunkit fullständigt i vattnet. Därefter torkades proven med pappershandduk och deras våtvikt mättes ( $M_v$ ). Senare sänktes varje prov, hängande på en metalltråd, ner i en behållare med vatten stående på en våg. När provet var helt nedsänkt i vatten registrerades ökningen av volymen (Figur 2).



Figur 2. Mätning av provets volym.

Densiteten beräknades på två olika sätt: med Arkimedes metod ( $D_A$ ) och med maximum fukthaltmetod ( $D_{MF}$ ).

$$D_A = \frac{(M_V - M_T)}{VOL}$$

$$D_{MF} = \frac{1}{\frac{M_V - M_T}{M_T} + \frac{1}{C}}$$

$M_V$  är provets våtvikt,  $M_T$  provets torrsvikt,  $VOL$  är provets volym och  $C$  är en faktor som tar hänsyn till cellväggens tjocklek som i detta fall var 1,53  $\mu\text{m}$  för alla prover.

En preliminär analys visade att det finns ett systematiskt fel i skattningen med  $D_{MF}$ -metoden och därför användes resultaten av  $D_A$ -metoden i resultatdelen.

## Metod

### Fenotypisk analys

Skillnaderna mellan försökslokaler, materialgrupper inom trädslag och mellan kloner inom trädslag undersöktes genom beräkningar av aritmetiska medelvärden för de mätta variablerna.

### Genetisk analys

Den genetiska analysen baserades på individuella träds observationer enligt modellen:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + C_j + \varepsilon_{ijk}$$

Där  $Y_{ijk}$  är observation  $k$  i yta  $P_i$  för klon  $C_j$ ,  $\mu$  är försöksmedelvärde och  $\varepsilon_{ijk}$  är en slumpmässig felterm för observation  $ijk$ . Både yta- och kloneffekt var slumpmässiga variabler i analysen. Effekterna av yta var borttagen från modellen vid konvergeringssvårigheter, det vill säga när modellen inte kunde skatta varianser. Beräkningar utfördes för diameter (D11) och pilodyn (PIL11).

Heritabiliteten beräknades som:

$$H^2 = \frac{\sigma_G^2}{(\sigma_G^2 + \sigma_\varepsilon^2)}$$

där  $\sigma_G^2$  är genotypisk varians för kloner och  $\sigma_\varepsilon^2$  är en miljövariens. Baserat på den genotypiska variansen beräknades den genetiska variationskoefficienten ( $CV_G$ ):

$$CV_G = \frac{\sqrt{\sigma_G^2}}{\bar{x}}$$

där  $\bar{x}$  är det aritmetiska medelvärdet.

Genotypiska korrelationer ( $r_G$ ) mellan olika egenskaper i respektive försök skattades enligt formeln:

$$r_G = \frac{\sigma_{G1G2}}{\sigma_{G1}\sigma_{G2}}$$

där  $\sigma_{G1G2}$  är en genetisk kovarians mellan två egenskaper och  $\sigma_{G1}\sigma_{G2}$  är produkten av genotypiska standardavvikelser för två variabler.

Korrelationen mellan genotyp och miljö (GxE) skattades som genetiska korrelationer ( $r_{GE}$ ) mellan parvisa försöksmätningar av samma egenskap på samma sätt som  $r_G$ . För skattning av GxE-korrelationer delades försöken upp i sydliga ( $\leq 60^\circ N$ ) och nordliga ( $> 60^\circ N$ ) försök eftersom överlappet av kloner var otillräckligt för att skatta korrelationerna mellan alla försök.

Klonvisa genotypiska värden skattades egenskapsvis och försöksvis med BLUP (Best Linear Unbiased Predictions). De värden som skattas anger klonernas förväntade genetiska värde när de används vid vegetativ förökning. BLUP-värden för D11 och PIL11 redovisas i relativtal (%) i förhållande till medelvärdet av samtliga kloner i respektive försök (Bilagor). Ett genomsnittligt genotypvärde motsvarar 100 procent och det relativa värdet 110 anger att en specifik klon presterar 10 procent bättre än medelklonen. Klonvisa genotypiska värden presenteras också grafiskt som ett klonsnittvärde över hela försöksserien för specifikt trädslag och region samt per försök (Bilaga 3).

Varianser skattades i mixed-modeller enligt REML (Restricted Maximum Likelihood) via programmet ASREML (Gilmour, m.fl. 2002). En grafisk presentation av resultaten gjordes med hjälp av ggplot2-biblioteket (Wickham m.fl. 2022) i R (R Core Team 2016).

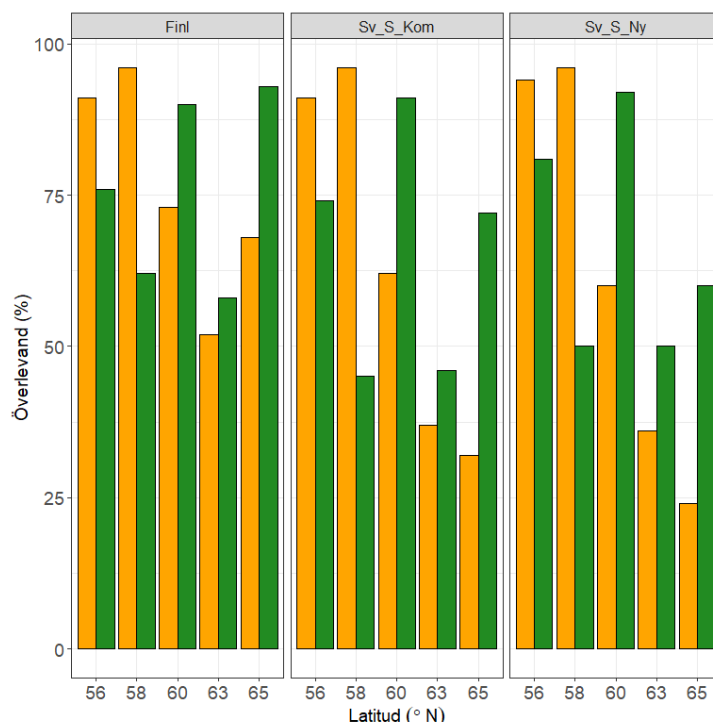
# Resultat

## Fenotypisk analys

### Överlevnad

Hybridaspens överlevnad vid elva års ålder varierade mellan 54 och 94 procent. Den genomsnittliga överlevnaden över alla försök var ca 71 procent och var liknande på jordbruks- och skogsmark. Snittöverlevnaden i de sydliga och nordliga försöken var 79 respektive 59 procent. I södra Sverige var överlevnaden 82 procent på jordbruksmark och 75 procent på skogsmark. I de nordliga försöken var överlevnaden lägre, 51 procent och 67 procent på jordbruks- respektive skogsmark.

För hybridaspgrupper som planterades i alla försöken var en tendens att överlevnaden minskade med ökande latitud (Figur 3, Tabell 6). Tendensen var tydligast för försök på jordbruksmark för sydsvenska grupper (Sv\_S\_Kom, Sv\_S\_Ny).



Figur 3. Överlevnad av hybridasp på jordbruksmark (orange) och på skogsmark (grönt) över försökens latitud för tre materialgrupper som planterades över alla försökslokaler (Finl – Finland, Sv\_S\_Kom – kommersiella sydsvenska kloner och Sv\_S\_Ny – nya kandidatkloner efter genotypiskt urval). Latituden av försök 2F\_57 justerades med en grad för att förenkla figuren.

Överlevnaden för poppel varierade mellan 0 och 79 procent. Bara i fyra sydliga försök har poppeln fått en tillfredställande överlevnad och i fyra andra försök avgick poppeln fullständigt. Av de fyra sistnämnda försöken var tre planterade på

skogsmark. Tre av de sydliga försöken på jordbruksmark hade en snittöverlevnad på 62 procent och endast ett försök på skogsmark var tillfredställande (3F\_60 – 79 procent). Överlevnaden i två nordliga försök var låg (<20 procent) och i två andra försök dog alla plantor. Den höga mortaliteten i försöken gjorde att det inte gick att presentera sambandet mellan överlevnad och latitud för enskilda grupper (Tabell 7).

### **Höjd**

Hybrid Aspen var i snitt 0,5 m högre än poppeln, 10,4 m jämfört med 9,9 m. På jordbruksmark var hybrid Aspen i snitt 12,3 m medan poppeln var 11,7 m. På skogsmark var hybrid Aspen 8,5 m medan poppeln var 6,1 m, det vill säga skillnaden var 2,4 m.

I de sydliga försöken på jordbruksmark fanns nästan inga skillnader i höjd mellan trädslagen, medan hybrid Aspen på skogsmark i snitt var tre m högre än poppeln, men poppeln överlevde bara i ett försök. I norra Sverige var hybrid Aspen alltid högre oavsett marktyp.

### **Diameter**

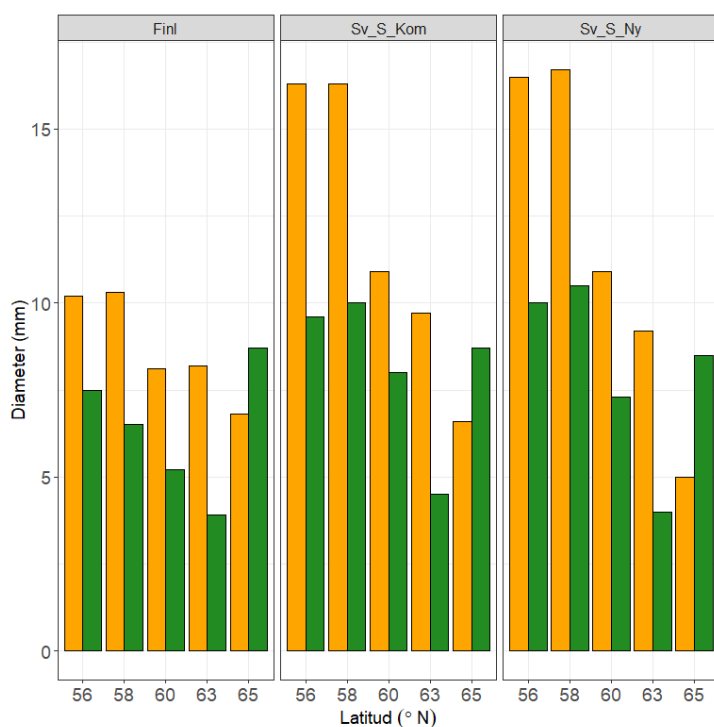
Medeldiametern över alla försök var likadan för båda trädslag, ca 9,1 cm. Både poppel och hybrid Asp var grövre på jordbruksmark än på skogsmark. På jordbruksmark var hybrid Aspen och poppeln 10,9 cm respektive 11,9 cm, medan trädslagen på skogsmark var 7,3 cm respektive 3,8 cm.

I söder var poppeln 1 cm grövre i diameter än hybrid Asp, 11,8 cm jämfört med 10,7 cm. I norra Sverige var snittet 6,6 cm för hybrid Asp och 4 cm för poppel.

På jordbruksmark i söder var poppeln i snitt också 1 cm grövre (Tabell 5). På skogsmark var hybrid Aspen grövre oavsett geografisk lokalisering.

Det var ganska liknande snittdiameter på klonerna i båda grupperna med sydsvenskt material (Figur 4). De finska klonerna presterade sämre än det sydsvenska materialet i södra Sverige och det var större skillnader på jordbruksmark än på skogsmark. De sydsvenska klonerna hade större diameter än de finska, även i försöken i norra Sverige. Minskningen i diameter med ökande latitud på jordbruksmark var tydligare för sydsvenska hybrid Aspgrupper, medan minskningen för finskt material inte var lika stor.





Figur 4. Hybridaspens diameter på jordbruksmark (orange) och på skogsmark (grönt) över försökens latitud för tre materialgrupper som planterades över alla försökslokaler (Finl – Finland, Sv\_S\_Kom – kommersiella sydsvenska kloner och Sv\_S\_Ny – nya kandidatkloner efter genotypiskt urval). Latituden av försök 2F\_57 justerades med en grad för att förenkla figuren.

Tabell 5. Medelvärde för överlevnad (%), höjd (m), diameter (cm), pilodyn (mm) och densitet (kg/m<sup>3</sup>) för respektive försök och trädslag (Hasp – hybridasp, Popp – poppel). Mv är ett medelvärde av alla träd i respektive försök, för respektive trädslag eller markttyp. A och F indikerar jordbruksmark respektive skogsmark.

Försök	Lev 11 (%)			Höjd 11 (m)*			Diameter 11 (cm)			Pilodyn 11 (mm)			Densitet (kg/m <sup>3</sup> )		
	Hasp	Popp	Mv	Hasp	Popp	Mv	Hasp	Popp	Mv	Hasp	Popp	Mv	Hasp	Popp	Mv
1A_56	90	68	83	13,3	14,5	13,6	14,7	16,2	15,1	29,5	31,3	30	342	338	340
1F_56	78	-	-	8,9	-	-	9,0	-	-	-	-	-	-	-	-
2A_58	94	51	84	16,7	15,6	16,2	14,9	15,6	15,0	-	-	-	-	-	-
2F_57	56	-	-	9,9	-	-	8,9	-	-	-	-	-	-	-	-
3A_60	63	67	64	11,7	11,2	11,4	9,9	10,2	9,9	20,6	20,8	20,6	351	358	355
3F_60	91	79	87	10,8	6,8	8,8	6,7	5,1	6,3	-	-	-	-	-	-
4A_63	47	-	-	8,8	-	-	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-
4F_63	54	-	-	4,1	-	-	3,6	-	-	-	-	-	-	-	-
5A_65	54	12	36	11,2	5,6	8,7	6,5	5,6	6,3	-	-	-	-	-	-
5F_65	80	22	56	8,7	5,4	7,6	8,1	2,4	7,2	20,8	16,2	20,4	371	381	374
Mv	71	50		10,4	9,9		9,1	9,2		23,6	22,8		358	359	
Mv_A	70	50		12,3	11,8		10,9	11,9		25,0	26,0				
Mv_F	72	51		8,5	6,1		7,3	3,8		20,8	16,2				

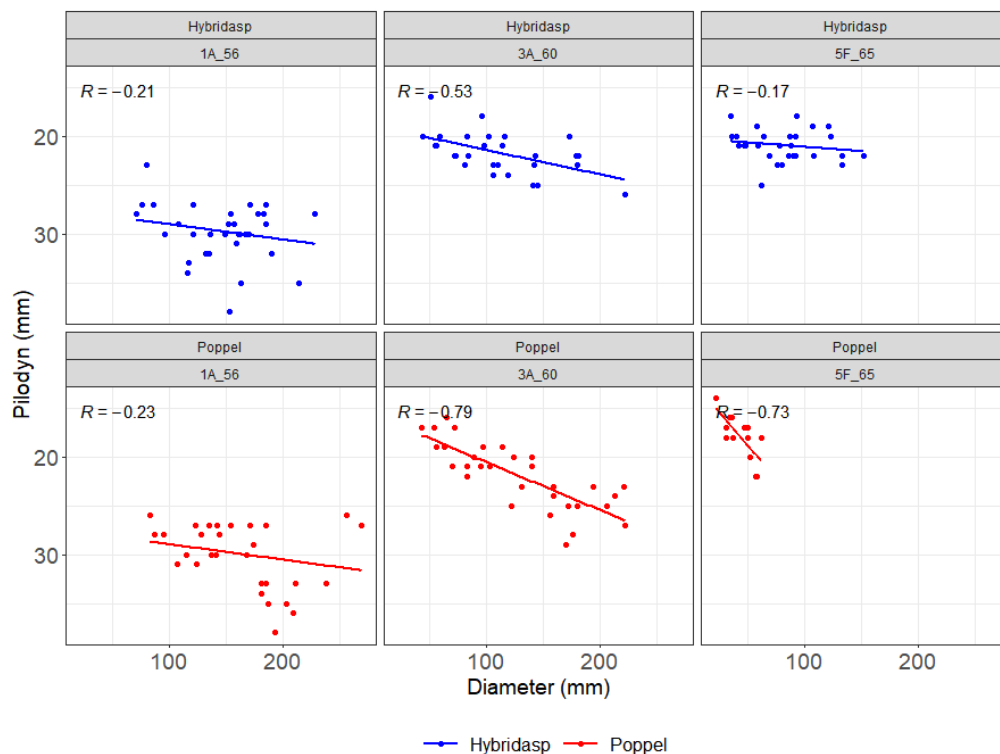
\* bara provträd

### Pilodyn och Densitet

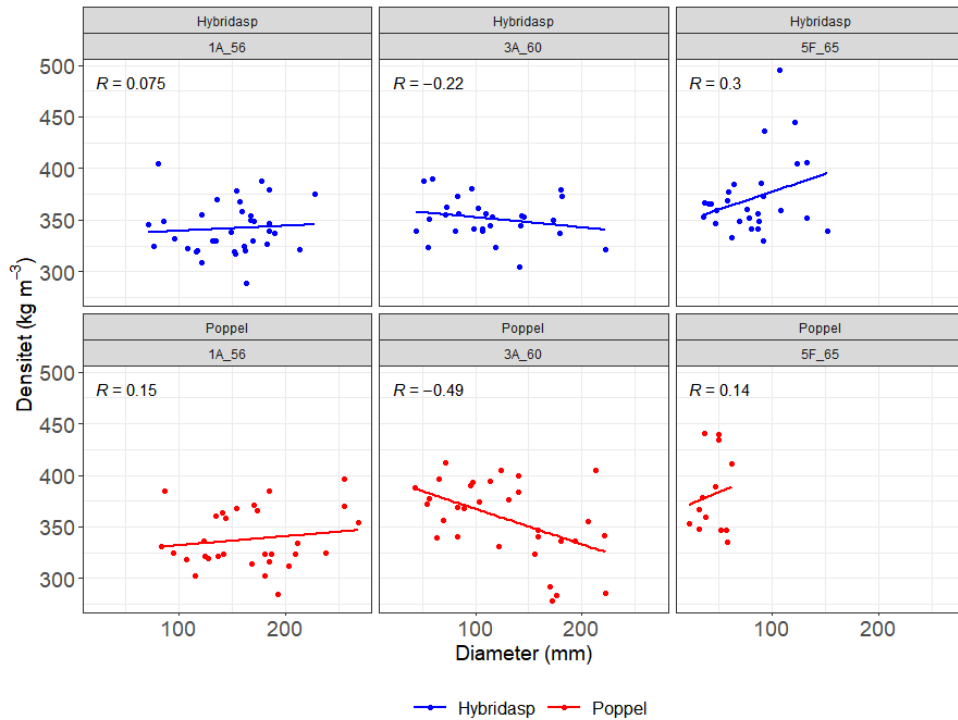
Pilodynvärdena skilde sig med 1 mm och var 26 mm för poppel och 25 mm för hybridasp. Pilodynvärdena i söder var något högre än i norr.

Snittdensiteten var lika för hybridasp och poppel över landet, ca 354 kg/m<sup>3</sup>. I ett nordsvenskt försök var densiteten ca 30 kg/m<sup>3</sup> högre än i söder (Tabell 5).

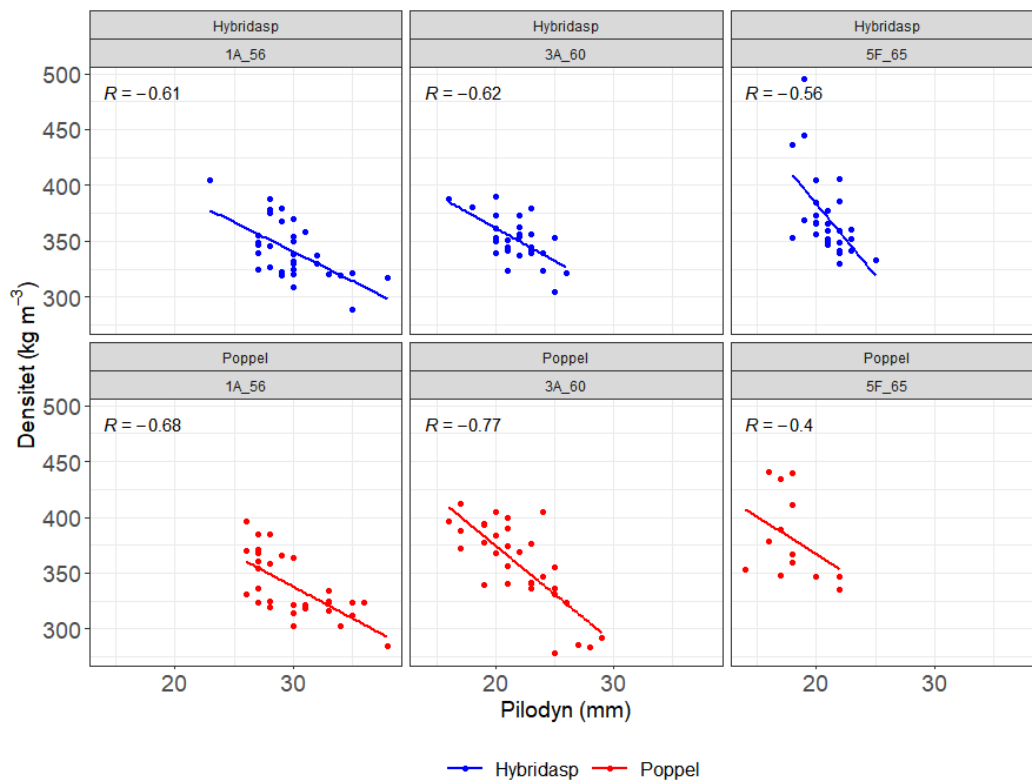
Sambandet mellan diameter och pilodyn för densiteten hos provträden var negativt och varierade från låga till ganska höga värden. I snitt var sambandet starkare för poppel än för hybridasp (Figur 3). Diametern och densiteten var i övrigt ganska lågt korrelerade (Figur 4). I ett sydsvenskt och ett norrländskt försök var korrelationskoefficienten låg och positiv. I försöket i mellersta Sverige var sambandet negativt och något starkare än i andra försök, speciellt för poppel ( $R = -0,49$ ). Korrelationen mellan pilodyn och densitet var negativ och stark i alla försök (Figur 5). Korrelationskoefficienten var ca -0,60 för båda trädslagen.



Figur 3. Samband mellan diameter och pilodyn för provträd för hybridasp (blått) och poppel (rött) i de tre försöken 1\_56A, 3A\_60 och 5F\_65. En linje representerar ett linjärt samband mellan variabler och R är Pearsons korrelationskoefficient. Observera att y-axeln är omvänd eftersom höga densitetsvärden innebär låga pilodynvärden.

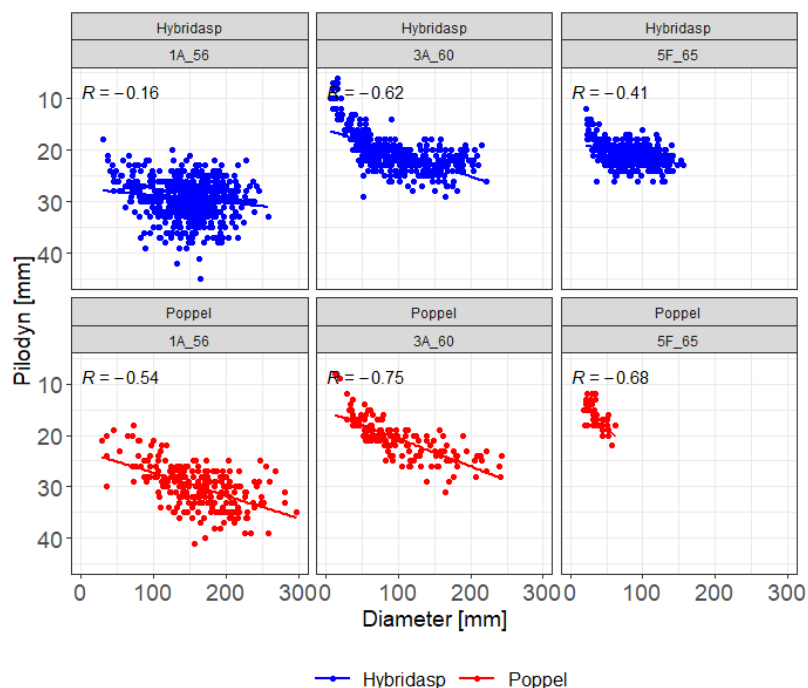


Figur 4. Samband mellan diameter och densitet för hybridasp (blått) och poppel (rött) i de tre försöken 1\_56A, 3A\_60 och 5F\_65. En linje representerar ett linjärt samband mellan variabler och R är Pearsons korrelationskoefficient.

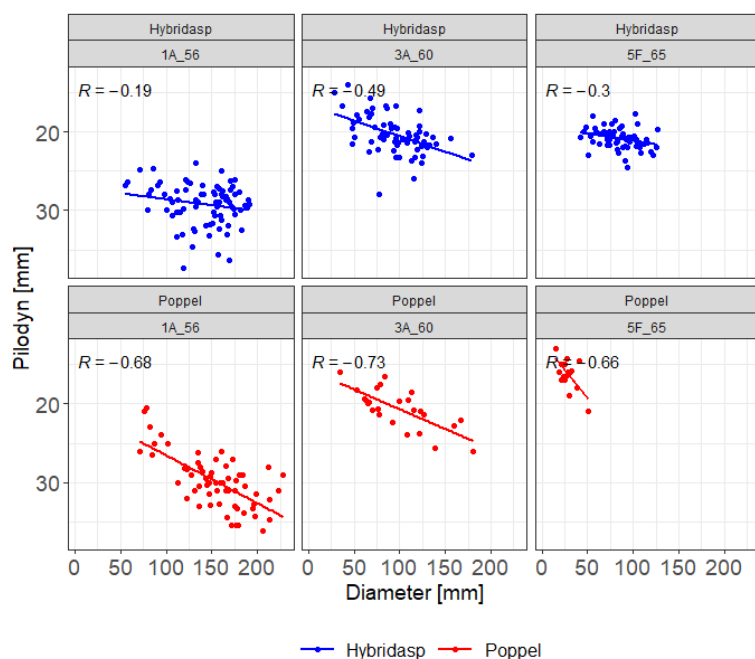


Figur 5. Samband mellan pilodyn och densitet för hybridasp (blått) och poppel (rött) i de tre försöken 1\_56A, 3A\_60 och 5F\_65. En linje representerar ett linjärt samband mellan variabler och R är Pearsons korrelationskoefficient.

Sambandet mellan diameter och pilodyn för alla träden i försöken var starkt, förutom för hybridasp i det mest sydliga försöket där det var lågt (Figur 6). Liknande samband fanns mellan medelvärden av diameter och pilodyn för enskilda kloner (Figur 7). Sambandet för alla träd liknade den från Figur 3 där bara provträd presenterades.



Figur 6. Samband mellan diameter och pilodyn för alla träd uppmätta i försöken 1A\_56, 3A\_60 och 5F\_65 där pilodyn mätts. En linje representerar ett linjärt samband mellan variabler och R är Pearsons korrelationskoefficient.



Figur 7. Samband mellan klonmedelvärde för diameter och pilodyn i tre försök. En linje representerar ett linjärt samband mellan variabler och R är Pearsons korrelationskoefficient.

Tabell 6. Aritmetiska medelvärden för överlevnad (%), diameter (cm) och pilodyn (mm) av hybridasp inom respektive försök och materialgrupper.

<b>Materialgrupp Överlevnad 11 (%)</b>										
	<b>1A_56</b>	<b>1F_56</b>	<b>2A_58</b>	<b>2F_57</b>	<b>3A_60</b>	<b>3F_60</b>	<b>4A_63</b>	<b>4F_63</b>	<b>5A_65</b>	<b>5F_65</b>
Sv_S_Kom	91	74	96	45	62	91	37	46	32	72
Sv_S_Ny	94	81	96	50	60	92	36	50	24	60
Sv_Let	96	56	98	54	74	87	-	-	-	-
Sv_N	-	-	-	-	-	-	53	57	69	84
Finl	91	76	96	62	73	90	52	58	68	93
Let	96	88	98	54	54	91	-	-	-	-
Tysk	75	73	77	68	-	-	-	-	-	-

<b>Pilodyn 11 (mm)</b>										
	<b>1A_56</b>	<b>1F_56</b>	<b>2A_58</b>	<b>2F_57</b>	<b>3A_60</b>	<b>3F_60</b>	<b>4A_63</b>	<b>4F_63</b>	<b>5A_65</b>	<b>5F_65</b>
Sv_S_Kom	30,2	-	-	-	21,3	-	-	-	-	21,4
Sv_S_Ny	29,8	-	-	-	21	-	-	-	-	21
Sv_Let	32,4	-	-	-	21,4	-	-	-	-	-
Sv_N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
Finl	28,6	-	-	-	20,1	-	-	-	-	20,8
Let	29,2	-	-	-	19,1	-	-	-	-	-
Tysk	28,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<b>Diameter 11 (cm)</b>										
	<b>1A_56</b>	<b>1F_56</b>	<b>2A_58</b>	<b>2F_57</b>	<b>3A_60</b>	<b>3F_60</b>	<b>4A_63</b>	<b>4F_63</b>	<b>5A_65</b>	<b>5F_65</b>
Sv_S_Kom	16,3	9,6	16,3	10	10,9	8	9,7	4,5	6,6	8,7
Sv_S_Ny	16,5	10	16,7	10,5	10,9	7,3	9,2	4	5	8,5
Sv_Let	15,9	9,2	16	9,6	10,7	7,7	-	-	-	-
Sv_N	-	-	-	-	-	-	7,7	3,1	6,6	7,6
Finl	10,2	7,5	10,3	6,5	8,1	5,2	8,2	3,9	6,8	8,7
Let	14,5	8,4	15,8	8,3	9,1	5,8	-	-	-	-
Tysk	15,7	9,8	14,4	9	-	-	-	-	-	-

Tabell 7. Aritmetiska medelvärden för överlevnad (%), diameter (cm) och pilodyn (mm) av poppel inom respektive försök och materialgrupper.

<b>Överlevnad 11 (%)</b>										
	<b>1A_56</b>	<b>1F_56</b>	<b>2A_58</b>	<b>2F_57</b>	<b>3A_60</b>	<b>3F_60</b>	<b>4A_63</b>	<b>4F_63</b>	<b>5A_65</b>	<b>5F_65</b>
Sv_S_Kom	83	-	46	-	61	78	-	-	-	38
Belg	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ital	30	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Sv_STT_C	-	-	92	-	97	83	-	-	-	-
Sv_STT_N	-	-	77	-	66	78	-	-	-	13
Sv_N	-	-	-	-	-	-	-	-	8	25
Isl	-	-	-	-	-	-	-	-	35	38
Norg	-	-	-	-	-	-	-	-	38	22

<b>Pilodyn 11 (mm)</b>										
	<b>1A_56</b>	<b>1F_56</b>	<b>2A_58</b>	<b>2F_57</b>	<b>3A_60</b>	<b>3F_60</b>	<b>4A_63</b>	<b>4F_63</b>	<b>5A_65</b>	<b>5F_65</b>
Sv_S_Kom	30,3	-	-	-	21,3	-	-	-	-	13
Belg	32,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ital	30,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sv_STT_C	-	-	-	-	21,2	-	-	-	-	-
Sv_STT_N	-	-	-	-	19,6	-	-	-	-	-
Sv_N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,9
Isl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,7
Norg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,8

<b>Diameter 11 (cm)</b>										
	<b>1A_56</b>	<b>1F_56</b>	<b>2A_58</b>	<b>2F_57</b>	<b>3A_60</b>	<b>3F_60</b>	<b>4A_63</b>	<b>4F_63</b>	<b>5A_65</b>	<b>5F_65</b>
Sv_S_Kom	17,2	-	18,1	-	11,8	5,9	-	-	-	1,2
Belg	15,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ital	13,3	-	17,2	-	-	-	-	-	-	-
Sv_STT_C	-	-	15,3	-	11,1	4,8	-	-	-	-
Sv_STT_N	-	-	9	-	6,3	3,5	-	-	-	0,9
Sv_N	-	-	-	-	-	-	-	-	5,1	2,3
Isl	-	-	-	-	-	-	-	-	5,5	2,7
Norg	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	3

## Genetisk analys

### Heritabilitet

Heritabiliteten för diameter hos hybridasp varierade från låg till måttlig. I snitt var heritabiliteten 0,36 och lägst var den i försök 3F\_60 och 4F\_63 där den var under 0,2. I alla andra försök var den genomsnittliga heritabiliteten ca 0,41. För poppel var den genomsnittliga heritabiliteten ca 0,33. Heritabiliteten var avvikande låg i försöket 3F\_60 för både poppel, 0,12, och hybridasp, 0,15.

Den genetiska variationskoefficienten för diameter var i snitt 22,4 procent och 25,1 procent för hybridasp respektive poppel.

Tabell 8. Genetiska parametrar för diameter och pilodyn, trädslag och försök där N\_obs = total antal mätta plantor för egenskapen, N\_klon = antal kloner, Mv = aritmetiskt medelvärde, H<sup>2</sup> = heritabilitet, s.e. = medelfelet för heritabilitet och CV = genetisk variationskoefficient.

	HYBRIDASP							POPPEL					
	N_obs	N_Klon	Mv	H2	Se	CV	H2_G	N_obs	N_Klon	Mv	H2	Se	CV
Dia 11													
1A_56	641	80	14,7	0,51	0,05	20,7	0,28	249	63	16,2	0,41	0,07	19,3
1F_56	549	79	9,0	0,32	0,05	19,2		-	-	-	-	-	-
2A_58	657	78	14,9	0,60	0,05	22,4		113	27	15,6	0,36	0,11	27,1
2F_57	376	78	8,9	0,42	0,06	23,1		-	-	-	-	-	-
3A_60	402	68	9,9	0,29	0,06	22,4		151	25	10,2	0,44	0,10	33,0
3F_60	574	68	6,7	0,15	0,04	18,9		176	27	5,1	0,12	0,06	20,9
4A_63	288	65	8,3	0,38	0,07	20,4		-	-	-	-	-	-
4F_63	326	67	3,6	0,16	0,06	26,1		-	-	-	-	-	-
5A_65	295	60	6,5	0,49	0,07	30,0		-	-	-	-	-	-
5F_65	449	62	8,1	0,32	0,06	20,4		-	-	-	-	-	-
				0,33									
Pil 11													
1A_56	640	80	29,5	0,44	0,05	8		249	63	31,3	0,07	0,06	17
1F_56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2A_58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2F_57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A_60	398	68	20,6	0,28	0,06	8		151	25	20,8	0,37	0,10	10,8
3F_60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4A_63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4F_63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5A_65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5F_65	444	62	20,8	0,24	0,06	5		-	-	-	-	-	-

### Genetiska korrelationer mellan egenskaper

Skattningarna av de genetiska korrelationerna (r<sub>G</sub>) mellan olika egenskaper inom respektive försök var starka mellan höjd och diameter för alla mätningar förutom

höjdmätning efter en tillväxtsång (H1), vilken bara mättes i södra Sverige (Tabell 9). Det var även starka korrelationer mellan höjd efter fyra år (H4) och senare mätningar av både höjd och diameter (H7, D7, D11).

De genetiska korrelationerna mellan diameter (D11) och pilodyn (P11) vid elva år var låga. För hybridasp var korrelationen i snitt ca 0,30 i södra Sverige och 0,48 i norra Sverige. För poppel i södra Sverige var korrelationen 0,53 (Tabell 9). Korrelationen mellan pilodyn (P11) och tillgängliga tillväxtegenskaper ökade med åldern och var högre för D11 än för H4 i alla försök.

Tabell 9. Genetiska korrelationer mellan egenskaper inom respektive trädslag och försök. Korrelationerna med fetstil skattades med bivariatanalys (för två egenskaper) medan andra skattades med multivariatanalys, det vill säga alla korrelationer skattades samtidigt.

HYBRIDASP																	
Egenskap	1A_56					1F_56				2A_58				2F_57			
	H4	H7	D7	D11	Pil11	H4	H7	D7	D11	H4	H7	D7	D11	H4	H7	D7	D11
H1	0,5	0,33	0,54	0,52	0,42	0,78	0,71	0,5	0,49	0,98	0,21	0,46	0,42	0,8	NA	0,69	0,68
H4		0,91	0,78	0,78	0,13		0,96	0,86	0,84		-0,27	-0,62	-0,59		NA	0,94	0,92
H7			0,79	0,82	0,19			0,88	0,89			0,83	0,88			NA	NA
D7				0,98	0,25				0,99				0,99				0,99
D11					0,24												
Egenskap	3A_60					3F_60				4A_63							
	H4	H7	D7	D11	Pil11	H4	H7	D7	D11	H7	D7	D11					
H1	0,76	0,64	0,51	0,49	-0,13	0,17	0,12	-	0,17	-0,18							
H4		0,93	0,84	0,77	0,15		0,96	0,85	0,77	NC	<b>0,88</b>	<b>0,98</b>					
H7			0,78	0,72	0,25			0,95	9,87		NC	NC					
D7				0,98	0,34				0,97			<b>0,86</b>					
D11					0,37												
Egenskap	4A_63			4F_63			5A_65										
	H7	D7	D11	H7	D7	D11	H7	D7	D11	Pil11							
H1	0,99	0,88	0,91	0,95	0,95	0,82	0,97	0,95	0,9	0,47							
H4		0,83	0,88		0,96	0,83		0,96	0,93	0,52							
H7			0,98			0,88			0,98	0,48							
D7										0,48							
D11																	
POPPEL																	
Egenskap	1A_56																
	H4	H7	D7	D11	Pil11												
H1	0,47	0,48	0,49	0,42	0,61												
H4				0,8	0,12												
H7			0,77	0,84	0,52												
D7				0,94	0,46												
D11					0,53												



### Miljö x genetiksamspel

De genetiska korrelationerna mellan försöken ( $r_{GE}$ ) för diameter vid elva års ålder var starka för hybridasp och låga till måttliga för poppel (Tabell 10). GxE-korrelationen varierade mellan 0,44 och 0,91 för hybridasp i södra Sverige. För poppel var variationen mellan 0,20 och 0,90, men med betydligt lägre antal försökspår där korrelationen kunde skattas. Skattningarna av  $r_{GE}$  för poppel hade i övrigt ganska stort standardfel förutom för försöksparen där överlevnaden av poppel var tillfredställande i båda försöken. På grund av låg överlevnad kunde korrelationen endast skattas för ett försökspår för hybridasp i norra Sverige. Inga GxE-korrelationer skattades för poppel i norra Sverige.

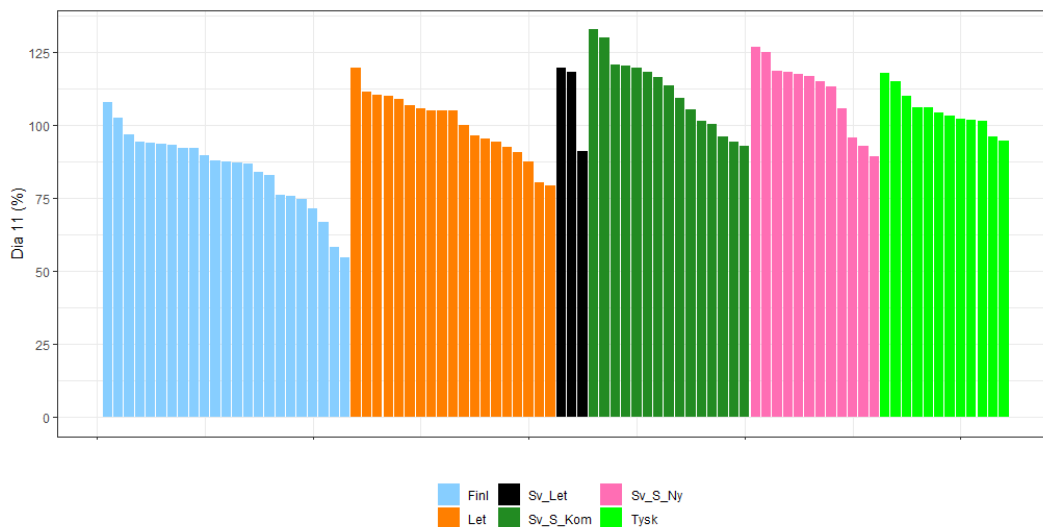
Tabell 10. Genetiska korrelationer ( $r_{GE}$ ) mellan försökslokaler i södra och norra Sverige för hybridaspens och poppelns diameter vid elva års ålder (D11). Förkortningen se är medelfel för  $r_{GE}$ -skattningen.

FÖRSÖK1	FÖRSÖK2	HYBRIDASP		POPPEL	
		$r_{GE}$	SE	$r_{GE}$	SE
Södra Sverige					
1A_56	1F_56	0,68	0,08		
1A_56	2A_58	0,91	0,03	0,32	0,24
1A_56	2F_57	0,66	0,08		
1A_56	3A_60	0,62	0,10	0,20	0,28
1A_56	3F_60	0,66	0,10	0,43	0,23
1F_56	2A_58	0,44	0,12		
1F_56	2F_57	0,79	0,07		
1F_56	3A_60	0,69	0,09		
1F_56	3F_60	0,66	0,09		
2A_58	3F_57	0,60	0,11		
2A_58	3A_60	0,78	0,07	0,87	0,11
2A_58	3F_60	0,94	0,05	0,43	0,23
2F_57	3A_60	0,72	0,07		
2F_57	3F_60	0,75	0,09		
3A_60	3_F60	0,66	0,10	0,90	0,06
Norra Sverige					
5A_65	5F_65	0,53	0,15		

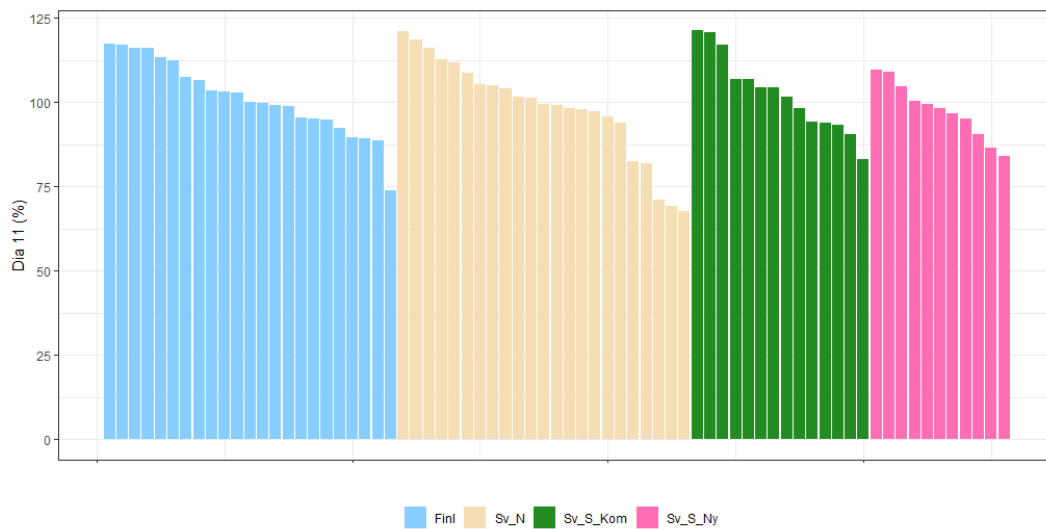
## Genotypskattningar

Genotypskattningar som indikerar individuella klonvärden för diameter vid elva års ålder har redovisats för alla kloner i bilaga 1. Genotypvärden presenteras som relativa värden (%) i förhållande till medelvärdet för respektive trädslag i försöken. Medelvärdet skattas i detta fall via en genetisk modell ( $\mu$ -värdet, formel 1).

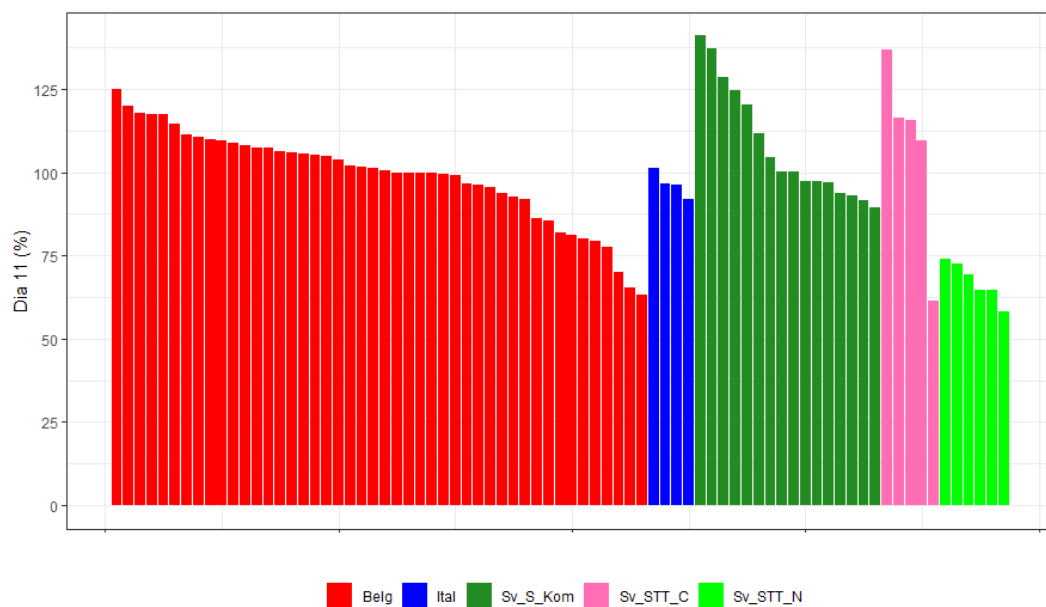
Genotypiska skattningar för varje grupp visar liknande variation oavsett trädslag och landsdel (Figurer 6, 7, 8). Däremot fanns det en tendens för hybridasp att svenska kommersiella kloner (Sv\_S\_Kom) och nya sydsvenska utvalda kloner (Sv\_S\_Ny) hade högre frekvens av välväxande kloner i södra Sverige än andra grupper (Figur 6). Variationen mellan materialgrupper var liknande och i varje grupp fanns välväxande kloner. Något avvikande var gruppen Sv\_S\_Ny, där de bästa klonerna var ca 11 procent över snittet. För poppel i söder presterade klonerna från gruppen Sv\_S\_Kom bäst (Figur 8). Vissa kloner från Belgien (Belg) och kloner lämpliga för Mellansverige utvalda av STT var också lovande. Klonerna utvalda för norra Sverige av STT och de italienska klonerna presterade under snittet.



Figur 6. Sammanvägda genotypvärden för diameter (D11, relativa BLUP-värden) för respektive hybridaspklon i de sex sydliga lokalerna.



Figur 7. Sammanvägda genotypvärden för diameter (D11, relativa BLUP-värden) för respektive hybridaspklon i de fyra nordliga lokalerna.



Figur 8. Sammanvägda genotypvärden för diameter (D11, relativa BLUP-värden) för respektive poppelklon i de fyra sydliga försökslokalerna.

# Diskussion

## Fenotyp

Överlevnaden av hybridasp och poppel var stabil sedan den senaste mätningen år 2016 och inga stora avgångar har skett sedan dess. Överlevnaden som observerades 2016 var under låg genetisk kontroll för hybridasp och under måttlig/stark kontroll för poppel (Stener & Westin 2018). Överlevnaden av hybridasp och poppel i Skandinavien visade låg genetisk kontroll med undantag för enstaka försök där den var intermediär (Stener & Karlsson 2004).

Överlevnaden av hybridasp var tillfredställande över landet, medan poppel överlevde relativt bra endast på jordbruksmark i södra Sverige. Det finns enstaka undantag som till exempel försök 3F\_60 på skogsmark där 67 procent av poppeln överlevde men orsaken till den höga överlevnaden har inte studerats.

Diametern vid elva års ålder var lika för hybridasp och poppel, medan medelhöjden var högre för hybridasp. Försöksmedelhöjden var alltid högre för hybridasp förutom i det mest sydliga försöket. Avsaknaden av skillnader i diameter mellan trädslag kan bero på en högre mortalitet av poppel, vilken kan ha gynnat diameterutvecklingen av kvarstående träd eftersom konkurrensen minskade.

Eftersom hybridasp och poppel kan bli en viktig biomassakälla är kunskapen kring dess densitet nödvändig för skattning av biomassavolymer och kalibrering av biomassamodeller. Medelvärdet för båda trädslag var ca 360 kg/m<sup>3</sup>, vilket stämmer med tidigare skattningar både i Sverige (Rytter & Stener 2003) och i andra länder (Zhang m.fl. 2003). Inga skillnader upptäcktes heller för pilodyn som ofta används som en proxy av veddensitet. Pilodynvärdena skilde sig dock mellan sydliga (högre) och nordliga försök som kan förklaras av betydligt snabbare diametertillväxt i södra Sverige.

Den fenotypiska korrelationen mellan diameter och densitet var låg och varierade mycket mellan försöken, vilket indikerar att diametern inte påverkar densiteten. Ett liknande samband visades av Jones (2021) för björk i södra Sverige som liksom hybridasp och poppel klassas som diffus porös ved där inga tydliga årsringar syns. Däremot var pilodynvärdet ganska starkt korrelerat med densitet och måttligt korrelerat med diameter. Sammanlagt blev sambandet mellan diameter, densitet och pilodyn ganska svårt att förklara, eftersom en måttlig korrelation mellan diameter och densitet förväntades. Det togs bara 30 borkkärnor för vart trädslag i varje försök vilket kan vara för litet för att fånga all variation av variabler inom försöket. Figuren av sambandet mellan diameter och pilodyn för alla träd i försöken visar att spannet för diameter och pilodyn är betydligt större än det som representeras av provträd (jfr Figur 3 och 6).

## Genetik

Heritabiliteten för hybridasp för diameter vid elva år liknade resultaten från andra studier som utförts i olika åldrar. Diametertillväxten var under stark genetisk kontroll och var i snitt 0,36 i södra Sverige. Stener och Karlsson (2004) analyserade tio klontester med hybridasp i södra Sverige som var mellan åtta och nio år gamla. Den genomsnittliga heritabiliteten över serien var 0,38 och snittdiametern var 8,3 cm. Den genetiska variationskoefficienten var dock bara 15 procent medan den var 22,4 procent i vår studie. Stener (2010) rapporterade heritabilitet i samma serie för diameter efter 10 och 22 år som 0,43 respektive 0,48. Liknande heritabilitetsskattningar återfinns i andra svenska rapporter och i studier i andra länder (t.ex. Karlsson & Danell 1992).

Heritabiliteten för diameter för poppel var ca 0,40, vilken är lägre än skattningar av Stener (2010) i tre sydsvenska försök där den varierade mellan 0,41 och 0,95 efter 9 respektive 17 år i fält.

Heritabiliteten och andra genetiska parametrar för veddensitet kunde inte beräknas i denna studie eftersom för få individer har analyserats. Andra studier har visat att veddensiteten är under en stark genetisk kontroll med heritabilitetsskattningar som ofta är över 0,8 (Rytter & Stener 2003, Zhang m.fl. 2003). Det fenotypiska sambandet mellan diameter och densitet var lågt för båda trädslagen vilket stämmer med poppelstudien av Zhang m.fl. (2003) som presenterade ett svagt samband mellan tillväxtegenskaper och densitet. Ett svagt samband mellan tillväxtegenskaper och veddensitet innebär att genetiskt urval baserat på tillväxtegenskaper inte påverkar densiteten, vilket är fördelaktigt för biomassaproduktion. Inga korrelationer mellan diameter och densitet kunde visas för snabbväxande björk i Sverige (Jones 2022, Jones m.fl. 2021). Däremot är negativa korrelationer mellan tillväxtegenskaper och veddensitet kända hos barrträd förädlade i Sverige och därför tar vi hänsyn till denna korrelation i förädlingen av dessa trädslag (Chen 2016, Chen m.fl. 2015).

Genetiska korrelationer mellan egenskaper skattas för att kunna välja egenskaper som kan mätas tidigt och på ett kostnadseffektivt sätt och därmed kunna skatta genotypvärden och välja rätt genotyper till framtidens förädling samt för användning inom praktiskt skogsbruk. För hybridasp var korrelationerna mellan höjd vid fyra års ålder och diameter vid elva år starka liksom för diameter vid sju och elva år, vilket indikerar att urval av hybridasp i välvuxna försök kan göras tidigare än det görs idag. Urvalet kan göras redan efter fyra till sju år vilket motsvarar ca 30 procent av omloppstiden som är mellan 20 och 25 år för hybridasp och poppel i södra Sverige (Fahlvik m.fl. 2021, Rytter 2012). Längre intervaller mellan försöksetablering och urval möjliggör däremot att upptäcka skador från svamp patogener vilka kan förekomma i hybridasp och poppel senare än sju år efter plantering. Naturliga infektioner kan ge viktig information om klonernas resistens mot sjukdomar, vilka har visats vara under låg till måttlig genetisk kontroll och variera mycket över olika försök och olika år (Ilstedt & Gullberg 1993, Stener & Karlsson 2004). Stamsprickor förekommer ibland hos hybridasp och kan leda till sekundära svampinfektioner (Čakšs m.fl. 2022,

Šenhofa m.fl. 2016). Fenomenet har inte studerats i Sverige men är ett exempel på problem som kan uppträda när kloner valda tidigt används i större skala i praktiska odlingar. Försöken med tidigt utvalda kloner borde därför inspekteras vid högre ålder för att kontrollera patogenpåverkan hos utvalda genotyper. Korrelationer mellan egenskaper borde studeras ytterligare för poppel, eftersom de bara kunde skattas i ett försök i den analyserade serien.

Korrelationerna för diameter mellan olika försök ( $r_{GE}$ ) var starka för hybridasp medan de för poppel var låga, förmodligen på grund av hög mortalitet. De starka korrelationerna innebär att klonerna presterar nästan lika bra oavsett ståndort vilket underlättar urvalet av bra genotyper. Resultaten överensstämmer med andra svenska studier och rapporter (Stener 2004, Stener 2010, Stener & Karlsson 2004, Stener & Westin 2017, Stener & Westin 2018, Stener & Westin 2018). I studier av hybridasp i Finland (Yu & Pulkkinen 2003) och poppel i Litauen (Pliura m.fl. 2014) tolkades däremot ändringar i rangordning mellan försöken som tecken på starka GxE-effekter. Signifikanta GxE-effekter rapporterades också från en studie av två försök med hybridasp i Kanada där effekterna ökade med tiden (Li & Wu 1997).

## Klonurval

### Hybridasp

I mars 2019 var sammanlagt 26 hybridaspkloner registrerade i Skogsstyrelsens rikslängd för södra Sverige (Skogsstyrelsen 2022). Stener & Westin (2018) bekräftade att två kloner (S21K8440011 och S21K85452) var känsliga mot kräftskador och inte längre rekommenderades, utan ska tas bort från registret (urv = Kräfta, Bilaga 1). Det finns också tre andra kloner som är känsliga mot kräftskador som inte var registrerade i rikslängden 2019.

Efter bortsortering av de två känsliga klonerna kvarstod 24 kloner, varav 19 var med i vår försöksserie (urv = rix, Bilaga 1). Ytterligare tre kloner (urv = rix(ny), Bilaga 1) är lämpliga att registrera, men tills vidare är det de 19 kloner som redan är registrerade som i första hand rekommenderas för användning i södra Sverige.

Det genomsnittliga relativa genetiska värdet för en grupp bestående av registrerade kloner var 113 procent, och de bästa fyra klonerna presterade minst 25 procent bättre än det totala snittet. Registreringen av de tre nya klonerna (rix(ny) grupp) kommer inte att påverka det relativa snittvärdet och inga större förändringar i produktionsförmåga förväntas.

I södra Sverige valdes 20 nya kloner till en ny grupp ”kand” som innehåller nya intressanta kloner som inte var kända tidigare. Det genomsnittliga relativa värdet för gruppen var 110 procent medan enskilda kloner var ca 20 procent bättre än medelvärdet. De bästa klonerna från gruppen kan registreras i rikslängden. På lång sikt bör försöken följas upp för att kolla angrepp av kräfta, särskilt för de utvalda klonerna, och om behov finns att justera urvalet.

Fram till 2018 fanns det inga rekommenderade svenska kloner för användning i mellersta och norra Sverige och material från Finland rekommenderades i stället. Stener och Westin (2018) valde ut 18 kloner baserat på deras överlevnad och höjd vid sex års ålder (urv = rix, Bilaga 2) varav tre tillhörde grupper som är avsedda för användning i södra Sverige (Sv\_S\_Kom och Sv\_S\_Ny). Mortaliteten bland sydsvenska hybridaspår i grupper i norra Sverige var ca 50 procent. I norra Sverige borde de sydsvenska klonerna planteras försiktigt på utvalda milda lokaler som är inte specifikt utsatta för frost. De utvalda klonerna för norra Sverige hade ett relativt genotypvärde för diameter på ca 114 procent. Tecken på kräfta har inte registrerats men borde utföras i ett annat forskningsprojekt eftersom kunskapen om hybridaspkräfta i norra Sverige är bristande.

### **Poppel**

Efter resistenstestning mot bladrost och bakteriekräfta (Stener & Westin 2015) och efter första mätning i denna serie (Stener & Westin 2018b) bekräftades bara 3 poppelkloner av de 16 som tidigare har rekommenderats för odling i södra Sverige (Stener 2004). De rekommenderade klonerna är S21K0940061 (OP42), S23K9040086 och två kloner som är genetiskt identiska men vilka har fått två klonnummer, S21K82604 och S21K82601.

De rekommenderade klonerna (urv = rix, Bilaga 3) presterade väldigt bra i försöken och borde fortfarande rekommenderas för odling i södra Sverige, det vill säga på milda lokaler upp till Mälardalen (Bilaga 3). I förhållande till alla testade kloner hade de i snitt 30 procent större diameter och 11 procent högre pilodynvärde, vilket indikerar något försämrad densitet. Tidigare studier visade på tio procent högre höjd och bättre kvalitetsegenskaper för samma kloner (Stener & Westin 2018).

Kandidatklonerna (urv = kand, Bilaga 3) består av 19 belgiska och tre svenska kloner från STT. De hade en diameter som var 12 procent större än snittet och den bästa klonen var 37 procent bättre än snittet. Bästa klonen bland kandidaterna är klon S21K0940054 i Sv\_STT\_C-gruppen som växte bra i försöket på jordbruksmark på latitud 60° N. Flera kloner i "kand"-gruppen var lovande men deras tillväxt borde följas under längre tid. Nya produktionsförsök med dessa kloner borde också etableras innan kandidater rekommenderas till praktisk användning och även resistenstester borde utföras. Klon S21K766049 som klassades som en kandidatklon (kand) av Stener och Westin (2018) har upptäckts vara känslig mot bakteriekräfta och borde undvikas (Lizinieiwcz 2022).

Dålig överlevnad och tillväxt i de nordliga försöken gör att det är omöjligt att välja odlingsvärda kloner eller kandidatkloner för mellersta och norra Sverige. Stener & Westin (2018) föreslog nio poppelkandidater från försöket 5F\_65 efter sju år i fält. Även med förenklade genetiska modeller kunde vi inte ta fram genetiska skattningar för enskilda kloner vid elva års ålder på grund av otillräckligt antal upprepningar. Listan av kandidatkloner kvarstår från rapporten av Stener och Westin (2018), men nya försök för de klonerna bör utföras för att säkerställa deras genetiskt värde.

Det finns idag en poppelklon känd med ett kommersiellt namn ”SnowTiger®” av STT som kan användas på jordbruksmark i mellersta och norra Sverige. Inga kloner på skogsmark kan rekommenderas.

## **Framtiden**

Serien borde betraktas som slutmätt och materialet från kandidatkloner bör samlas in för arkivering och etablering av förökningsbäddar för framtida klonstester där klonernas produktionsförmåga testas. Klonvis plantering och klonblandningar bör etableras.

Serien bör följas vidare för att observera skador av olika patogener i femårsintervallen.

Delar av försöket kan omvandlas till permanenta produktionsytor vilka kan ge mer material för produktionsstudier i hybridasp och poppel, som är bristande i Sverige.

Förädling av hybridasp och poppel har inte en permanent finansiering i Sverige. Extern finansiering bör sökas för att inte avbryta pågående aktiviteter och följa upp de redan existerande resurserna.



# Referenser

- Böhlenius, H., Övergaard, R. & Asp, H. 2016. Growth response of hybrid aspen (*Populus × wettsteinii*) and *Populus trichocarpa* to different pH levels and nutrient availabilities. *Canadian Journal of Forest Research*, 46 (11), 1367–1374.
- Čakšs, R., Zeltiņš, P., Čakša, L., Zeps, M. & Jansons, Ā. 2022. The Effects of Frost Cracks and Large Poplar Borer Damage on Stem Rot in Hybrid Aspen (*Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* Michx.) Clones. *Forests*, 13 (4), 593.
- Chen, Z.-Q. 2016. Quantitative genetics of Norway spruce in Sweden, Swedish Univerisity of Agricultural Science.
- Chen, Z.-Q., Karlsson, B., Lundqvist, S.-O., García Gil, M.R., Olsson, L. & Wu, H.X. 2015. Estimating solid wood properties using Pilodyn and acoustic velocity on standing trees of Norway spruce. *Annals of Forest Science*, 72 (4), 499–508.
- Fahlvik, N., Rytter, L. & Stener, L.-G. 2021. Production of hybrid aspen on agricultural land during one rotation in southern Sweden. *Journal of Forestry Research*, 32 (1), 181–189.
- Gilmour, A.R., Gogel, B.J., Cullis, B.R., Welham, S. & Thompson, R. 2002. ASReml user guide release 1.0.
- Ilstedt, B. & Gullberg, U. 1993. Genetic variation in a 26-year old hybrid aspen trial in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 8 (1-4), 185–192.
- Jones, G. 2022. Birch Stem and Wood Traits in Genetic and Silviculture Trials in Southern Sweden, Linnaeus University Press.
- Jones, G., Liziniewicz, M., Adamopoulos, S. & Lindeberg, J. 2021. Genetic Parameters of Stem and Wood Traits in Full-Sib Silver Birch Families. *Forests*, 12 (2), 159.
- Li, B. & Wu, R. 1997. Heterosis and genotype × environment interactions of juvenile aspens in two contrasting sites. *Canadian Journal of Forest Research*, 27 (10), 1525–1537.
- McCarthy, R. 2016. Establishment and early management of *Populus* species in southern Sweden.
- Morén, A. S. & Perttu, K. (1994). Regional temperature and radiation indices and their adjustment to horizontal and inclined forest land (No. 194).
- Pliura, A., Suchockas, V., Sarsekova, D. & Gudynaitė, V. 2014. Genotypic variation and heritability of growth and adaptive traits, and adaptation of young poplar hybrids at northern margins of natural distribution of *Populus nigra* in Europe. *Biomass and Bioenergy*, 70, 513–529.
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, R Core Team Vienna, Austria.
- Rytter, L. & Stener, L.-G. 2003. Clonal variation in nutrient content in woody biomass of hybrid aspen. *Differences*, 313, 324.
- Rytter, L. & Stener, L.-G. 2014. Growth and thinning effects during a rotation period of hybrid aspen in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 29 (8), 747–756.
- Rytter, R.-M. 2012. The potential of willow and poplar plantations as carbon sinks in Sweden. *Biomass and Bioenergy*, 36, 86–95.
- Šēnhofa, S., Zeps, M., Gailis, A., Kāpostiņš, R. & Jansons, Ā. 2016. Development of stem cracks in young hybrid aspen plantations. *Forestry Studies*, 65 (1), 16.

- Skogsstyrelsen. 2022. Rikslängden och National List. Klon 2019-03-25.  
<https://www.skogsstyrelsen.se/lag-och-tillsyn/skogsodlingsmaterial/regelverk-skogsodlingsmaterial/frokallor-och-kategorier/>.
- Stener, L.-G. 2004. Resultat från sydsvenska klontester med poppel. Arbetsrapport nr 571. Uppsala, p. 27.
- Stener, L.-G. 2010. Tillväxt, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska fältförsök. Arbetsrapport nr 717. Uppsala.
- Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* × *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics*, 11 (1), 13–24.
- Stener, L.-G. & Westin, J. 2017. Early growth and phenology of hybrid aspen and poplar in clonal field tests in Scandinavia. *Silva Fennica*, 51 (3).
- Stener, L.-G. & Westin, J. 2018. Resultat efter sju års tillväxt i tio fältförsök med hybridasp och poppel. Arbetsrapport 988-2018. Uppsala.
- Stener, L.-G. & Westin, J. 2018. Resultat från klontester av hybridasp och poppel efter två års tillväxt. Arbetsrapport 979-2018. Skogforsk. Uppsala.
- Tullus, A., Rytter, L., Tullus, T., Weih, M. & Tullus, H. 2012. Short-rotation forestry with hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) in Northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 27 (1), 10–29.
- Wickham, H., Chang, W., Henry, L., Pedersen, T., Takahashi, K. & Wilke, C. 2022. ggplot2: create elegant data visualisations using the grammar of graphics [2022-12-20].
- Yu, Q. & Pulkkinen, P. 2003. Genotype–environment interaction and stability in growth of aspen hybrid clones. *Forest Ecology and Management*, 173 (1-3), 25–35.
- Zhang, S.Y., Yu, Q., Chauret, G. & Koubaa, A. 2003. Selection for both growth and wood properties in hybrid poplar clones. *Forest Science*, 49 (6), 901–908.

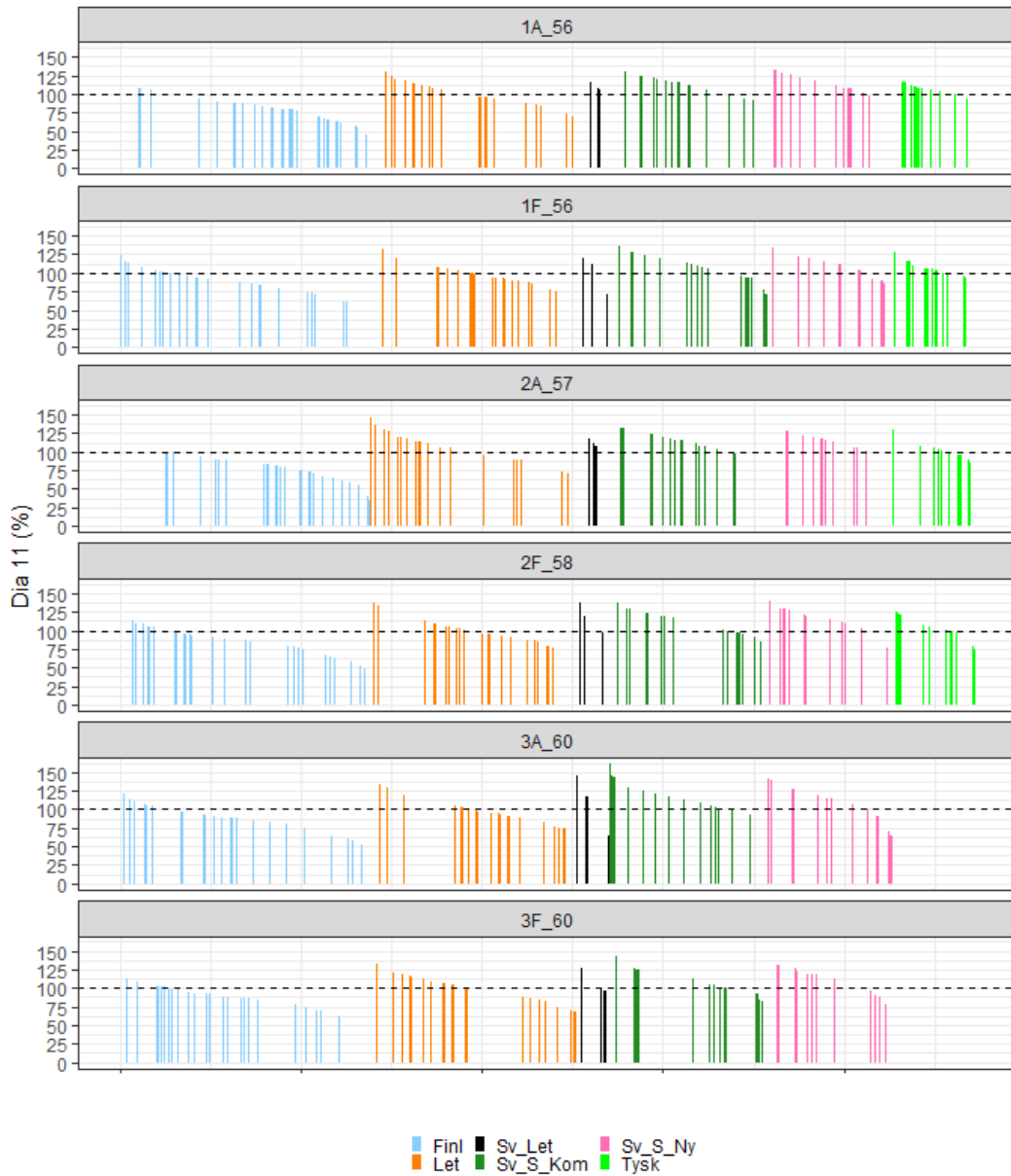
# Bilaga 1 Hybridasp södra Sverige

Tabell över relativa genotypvärden (%) för alla testade hybridaspkloner i södra Sverige fördelade på två egenskaper för respektive försök. rix – kloner som registrerades i rixlängden, rix(ny) – är inte registrerad men borde registreras i rikslängden, kand – kandidatkloner, kräfte – kloner som är känsliga för kräftskador.

Klon	Grupp	Urv	Diameter 11							Pilodyn 11	
			1A_56	1F_56	2A_57	2F_58	3A_60	3F_60	Mv	1A_56	3F_60
S21K894066	Sv_S_Ny	rix	132	112	129	129	127	132	12	100	97
S21K864015	Sv_S_Kom	rix	131	124	123	130	162	125	13	101	102
S21K0940242	Let	kand	130	107	127	102	74	118	11	98	94
S21K884042	Sv_S_Ny	rix	129	119	128	121	100	113	11	101	100
S21K8440002	Sv_S_Ny	rix	127	134	121	130	107	131	12	110	108
S21K0940241	Let	kand	125	94	136	79	83	116	10	102	101
S21K85406	Sv_S_Kom	rix	125	136	131	119	124	143	13	96	99
S21K864009	Sv_S_Kom	rix	122	113	119	124	143	100	12	104	104
S21K874038 i 2018 rix	Sv_S_Ny	rix(ny)	122	91	119	108	116	123	11	90	102
S21K0940239	Let	kand	121	99	130	95	74	134	10	96	104
S21K884045	Sv_S_Kom	kräfte	121	95	123	92	99	101	10	102	101
S21K894058 i 2018 rix(ny)	Sv_S_Ny	rix	119	104	106	115	139	126	11	101	100
S21K0940240	Let	kand	118	89	113	88	100	121	11	94	98
S21K894012	Sv_S_Kom	rix	118	106	131	117	122	105	10	123	111
S21K0940251	Tysk	kand	117	116	129	97			12	92	
S21K0940261	Tysk	kand	117	101	96	99			10	94	
S21K8340001	Sv_S_Kom	rix	117	128	116	129	108	126	11	109	106
S21K0940255	Tysk	kand	116	107	96	121			11	99	
S21K864010	Sv_S_Kom	rix	116	93	107	124	130	112	11	98	107
S21K884015	Sv_Let	rix	116	120	117	137	117	101	11	113	103
S21K884015	Sv_S_Kom	rix	116	120	117	137	117	101	11	113	103
S21K0940237	Let	kand	115	90	113	103	93	115	10	97	106
S21K0940230	Let	kand	114	120	105	138	89	100	11	97	92
S21K0940244	Let	kand	113	86	120	109	92	109	10	97	101
S21K0940258	Tysk	kand	113	111	105	79			10	99	
S21K864012 i 2018 (rix)	Sv_S_Kom	rix	113	93	115	85	105	92	10	95	97
S21K864016	Sv_S_Kom	rix	113	111	116	98	93	125	10	96	107
S21K874024	Sv_S_Ny	rix(ny)	113	103	116	120	90	91	10	106	103
S21K0940238	Let	kand	110	105	118	103	132	71	10	109	99
S21K0940253	Tysk	kand	110	105	101	108			10	90	

S21K0940254	Tysk	kand	110	94	90	123			106	99	
S21K0940215	Finl		109	109	89	112	107	89	96	104	105
S21K0940249	Let	kand	109	131	145	134	98	100	103	101	98
S21K0940252	Tysk	kand	109	128	108	125			120	94	
S21K864045 i 2018 (rix)	Sv_S_Ny	rix	109	89	106	77	114	79	118	118	111
S21K0940259	Tysk	kand	108	115	95	106			117	94	
S21K85452	Sv_Let	kräfta	108	71	111	97	64	96	91	104	101
S21K85452	Sv_S_Ny		108				64	96	89	104	101
S21K874011 i 2018 (rix)	Sv_S_Ny	rix	108	86	101	103	71	89	93	96	95
S21K894064	Sv_S_Ny	rix	108	111	119	127	119	119	106	99	103
S21K0940233	Let	kand	106	100	120	105	118	113	120	97	102
S21K0940257	Tysk		106	100	100	100			120	103	
S21K884012	Sv_Let	rix	106	112	108	119	145	127	110	108	110
S21K884012	Sv_S_Kom	rix	106	112	108	119	145	127	102	108	110
S21K0940203	Finl	kand	105	124	99	106	111	102	108	107	96
S21K0940260	Tysk		103	95	86	101			96	111	
S21K8340002	Sv_S_Ny	rix	101	122	117	140	90	120	115	109	109
S21K1040281	Tysk		99	104					96	94	
S21K884056	Sv_S_Kom	kräfta	99	78	103	100	113	82	102	96	97
S21K864004	Sv_S_Ny	rix(ny)	98	116	114	111	141	119	117	96	100
S21K0940228	Let		96	76	106	86	98	81	91	99	86
S21K0940235	Let		95	98	95	90	94	104	96	98	100
S21K0940236	Let		95	108	113	105	75	75	95	101	95
S21K0940246	Let		94	103	74	113	128	87	100	110	105
S21K884002 i 2018 (rix)	Sv_S_Kom	rix	94	108	98	101	103	104	101	84	89
S21K0940209	Finl		93	95	80	96	85	103	92	108	107
S21K0940250	Tysk	kand	93	106	103	76			95	94	
S21K8440011	Sv_S_Kom	kräfta, rix	92	93	98	94	102	85	94	117	101
S21K0940220	Finl		90	102	90	79	89	109	93	91	98
S21K0940201	Finl		88	87	73	94	106	89	92	91	91
S21K0940204	Finl		88	103	84	104	88	85	90	95	90
S21K0940231	Let		88	94	90	95	104	83	92	120	94
S21K0940214	Finl		87	93	81	91	97	114	94	109	103
S21K0940234	Let		86	93	111	93	77	106	94	102	100
S21K0940213	Finl		85	93	80	94	59	87	83	102	100
S21K0940212	Finl		84	92	82	65	82	99	84	102	99
S21K0940245	Let		83	92	88	78	94	88	87	98	101
S21K0940202	Finl		82	113	72	109	92	99	94	95	107
S21K0940206	Finl		82	102	82	80	113	102	95	112	114

S21K0940207	Finl		80	97	62	87	105	92	87	98	96
S21K0940205	Finl		79	115	93	110	90	93	97	104	105
S21K0940210	Finl		79	84	99	86	80	98	88	99	102
S21K0940211	Finl		77	85	67	75	60	92	76	102	103
S21K0940232	Let		73	78	71	84	102	67	79	96	98
S21K0940217	Finl		70	71	75	59	74	78	71	93	90
S21K0940248	Let		70	87	90	77	91	68	81	92	85
S21K0940208	Finl		67	73	64	64	92	94	76	87	101
S21K0940218	Finl		66	84	54	76	96	70	74	94	90
S21K0940219	Finl		63	80	84	89	122	86	87	96	98
S21K0940222	Finl		62	61	59	67	88	63	67	102	98
S21K0940221	Finl		58	62	41	54	65	70	58	87	96
S21K0940216	Finl		56	99	90	99	89	87	87	93	96
S21K0940200	Finl		46	73	34	49	52	74	55	92	95
S21K85452	Sv_S_Kom	kräfta, rix		71	111	97			93		
Mv_Kand (20)*			113	106	113	105	97	109	110	98	99
Mv_Rix (21)			116	112	116	118	118	114	113	104	103
MV_Bästa (20)**			116	114	115	116	121	117	120	101	103



Figuren ovan visar variationen för relativa BLUP-värden för diameter vid elva års ålder över hybridaspkloner och grupper inom respektive försök. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.

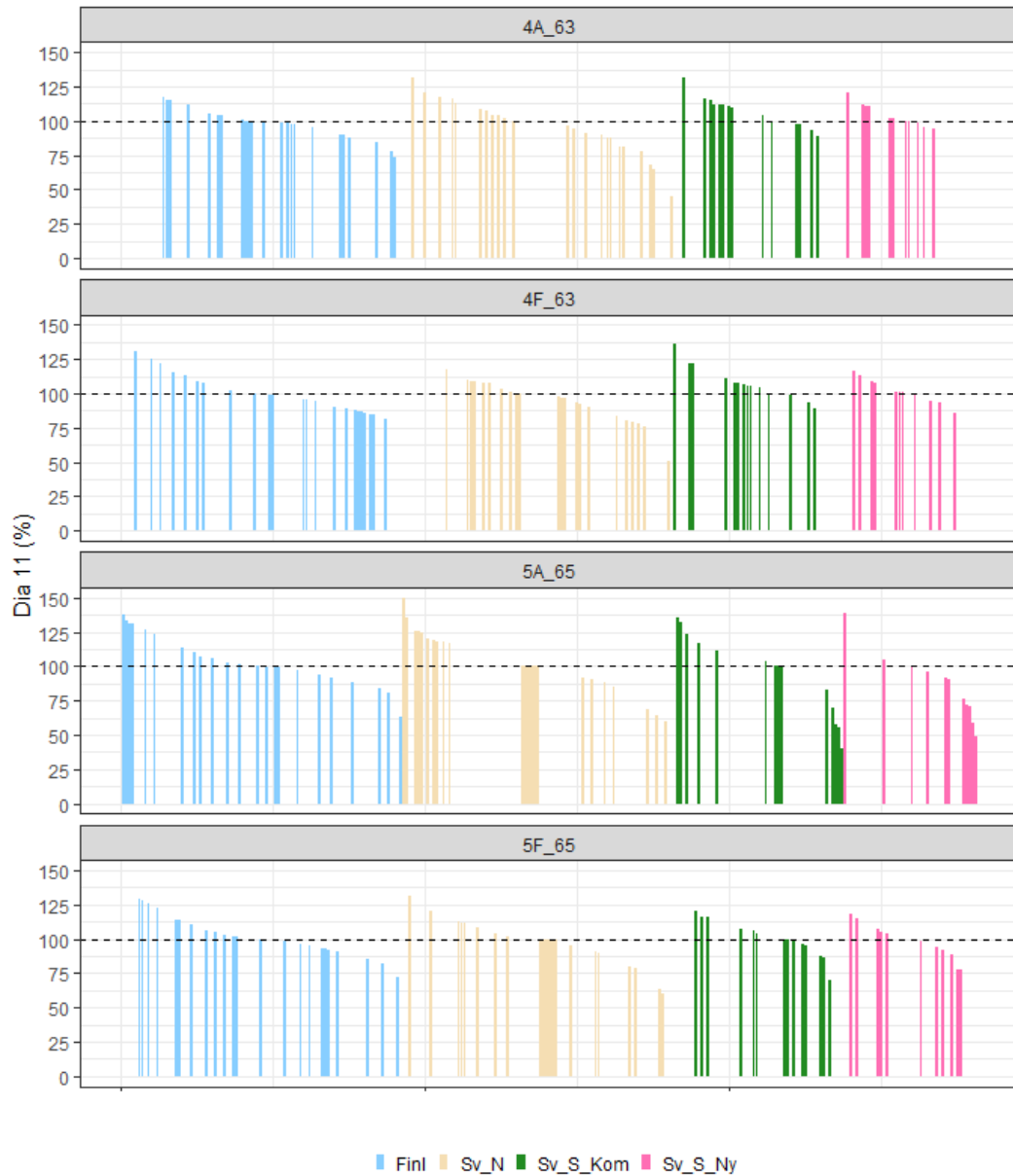
## Bilaga 2 Hybridasp norra Sverige

Tabell över relativa genotypvärden (%) för alla testade hybridaspkloner i norra Sverige fördelade på två egenskaper för respektive försök. I kolumnen "urv" är rix – kloner som registrerades i rixlängden, rix(ny) – inte registrerad men borde registreras i rikslängden, kand – kandidatkloner, kräfte – kloner som är känsliga för kräftskador, lev – kloner med låg överlevnad, få – kloner med få testade.

Klon	Grupp	Urv	Diameter, 11 år					Pilodyn 11 år
			4A_63	4F_63	5A_65	5F_65	MV	5F_65
S23K8940004	Sv_N	rix	132	97	125	120	119	104
S21K894012	Sv_S_Kom	rix	132	122	123	107	121	112
S23K8940001	Sv_N	rix	121	97	135	132	121	102
S21K85452	Sv_S_Ny	lev	120	101	139	78	110	92
S23K0940514	Sv_N	rix	118		117	100	112	96
S21K0940213	Finl	rix	117	96	123	114	113	100
S21K864015	Sv_S_Kom	lev	116	106	100	106	107	103
S23K0940491	Sv_N	få	116	100	100	100	104	100
S21K0940214	Finl	rix	116	88	131	92	107	99
S21K0940202	Finl	rix	115	99	127	126	117	104
S21K884012	Sv_S_Kom	rix	115	111	136	121	121	106
S23K8940006	Sv_N	rix	113	92	116	113	109	101
S21K0940206	Finl	rix	112	122	107	128	117	103
S21K85406	Sv_S_Kom		112	107	56	98	93	100
S21K884002	Sv_S_Kom	rix	112	108	132	116	117	89
S21K864009	Sv_S_Kom		111	93	41	87	83	98
S21K874024	Sv_S_Ny	lev	111	116	72	98	99	101
S21K884056	Sv_S_Kom	lev	111	98	58	95	91	97
S21K894066	Sv_S_Ny	lev	111	108	58	103	95	104
S21K874038	Sv_S_Ny		110	100	91	118	105	102
S21K864012	Sv_S_Kom	få	109	122	70	116	104	101
S23K0940497	Sv_N	få	108	100	100	111	105	101
S23K0940495	Sv_N		107	103	65	100	94	100
S21K0940210	Finl		106	81	97	96	95	99
S23K0940490	Sv_N	rix	104	101	150	108	116	101
S21K0940211	Finl		104	87	101	103	99	98
S21K864010	Sv_S_Kom	lev	104	136	83	104	107	107
S21K0940212	Finl		104	85	99	93	95	94
S23K8940007	Sv_N	rix	104	117	126	104	113	99
S21K864004	Sv_S_Ny	rix	102	113	105	115	109	99
S21K8440002	Sv_S_Ny		102	86	71	78	84	99
S23K0940496	Sv_N		102	109	120	90	105	96
S21K0940204	Finl	rix	101	107	110	111	107	100
S21K0940207	Finl	rix	100	99	131	123	113	100
S21K0940209	Finl	få	100	113	100	100	103	100

S21K0940222	Finl		100	89	84	85	90	99
S21K874011	Sv_S_Ny	lev	100	101	92	94	97	98
S21K884015	Sv_S_Kom		100	89	100	88	94	101
S21K884042	Sv_S_Ny	lev	100	109	100	92	100	102
S23K0940498	Sv_N		100	93	100		98	
S21K0940219	Finl	rix	100	125	133	106	116	100
S21K8340002	Sv_S_Ny		99	93	95	105	98	100
S21K0940201	Finl		98	102	103	96	100	92
S21K0940217	Finl	få	98	100	113	102	103	99
S21K864016	Sv_S_Kom		98	107	117	96	105	102
S21K8440011	Sv_S_Kom	kräfta	98	104	103	70	94	99
S21K0940216	Finl		98	86	80	93	89	99
S21K0940205	Finl	rix	98	131	137	98	116	105
S23K0940492	Sv_N	lev	96	80	119	111	102	96
S21K864045	Sv_S_Ny		96	101	76	88	90	102
S21K0940220	Finl		95	96	91	129	103	97
S23K0940486	Sv_N		95	98	100	100	98	100
S21K894058	Sv_S_Ny		94	94	49	108	86	100
S21K884045	Sv_S_Kom	kräfta	93	100	100	100	98	100
S23K0940489	Sv_N		91	107	89		96	
S21K0940218	Finl	få	90	108	100	101	100	99
S23K8940013	Sv_N		90	76	85	79	83	97
S21K0940208	Finl		90	91	99	91	93	100
S21K8340001	Sv_S_Kom	lev	89	106	112	99	102	106
S21K0940215	Finl		88	115	88	105	99	102
S23K0940493	Sv_N		88	91	118	102	100	96
S23K0940487	Sv_N		87	109	100	100	99	100
S21K0940221	Finl		84	94	93	82	88	97
S23K0940488	Sv_N		81	108	100	100	97	100
S23K0940485	Sv_N		81	109	125	90	101	99
S21K0940203	Finl		78	85	105	114	96	102
S23B1040005	Sv_N		78	78	92	80	82	101
S21K0940200	Finl		73	87	63	72	74	106
S23K8940016	Sv_N		68	80	69	60	69	93
S23K8940017	Sv_N		65	50	91	64	68	98
S23K0940494	Sv_N		44	84	60	95	71	100
Mv_Kand (0)*								
Mv_Rix (18)			112	107	126	113	115	101
MV_Bästa (20)**			113	109	124	111	114	101





Figuren ovan visar variationen av relativa BLUP-värden för diameter vid elva års ålder över hybridaspkloner och grupper inom respektive försök. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.

## Bilaga 3 Poppel södra Sverige

Tabell över relativa genotypvärden (%) för alla testade poppelkloner i södra Sverige fördelade på två egenskaper för respektive försök. I kolumnen "urv" är rix – kloner som registrerades i rixlängden, rix(ny) – inte registrerad men borde registreras i rikslängden, kand – kandidatkloner, res – kloner som inte är resistenta mot poppelsjukdomar, lev – kloner med dålig överlevnad.

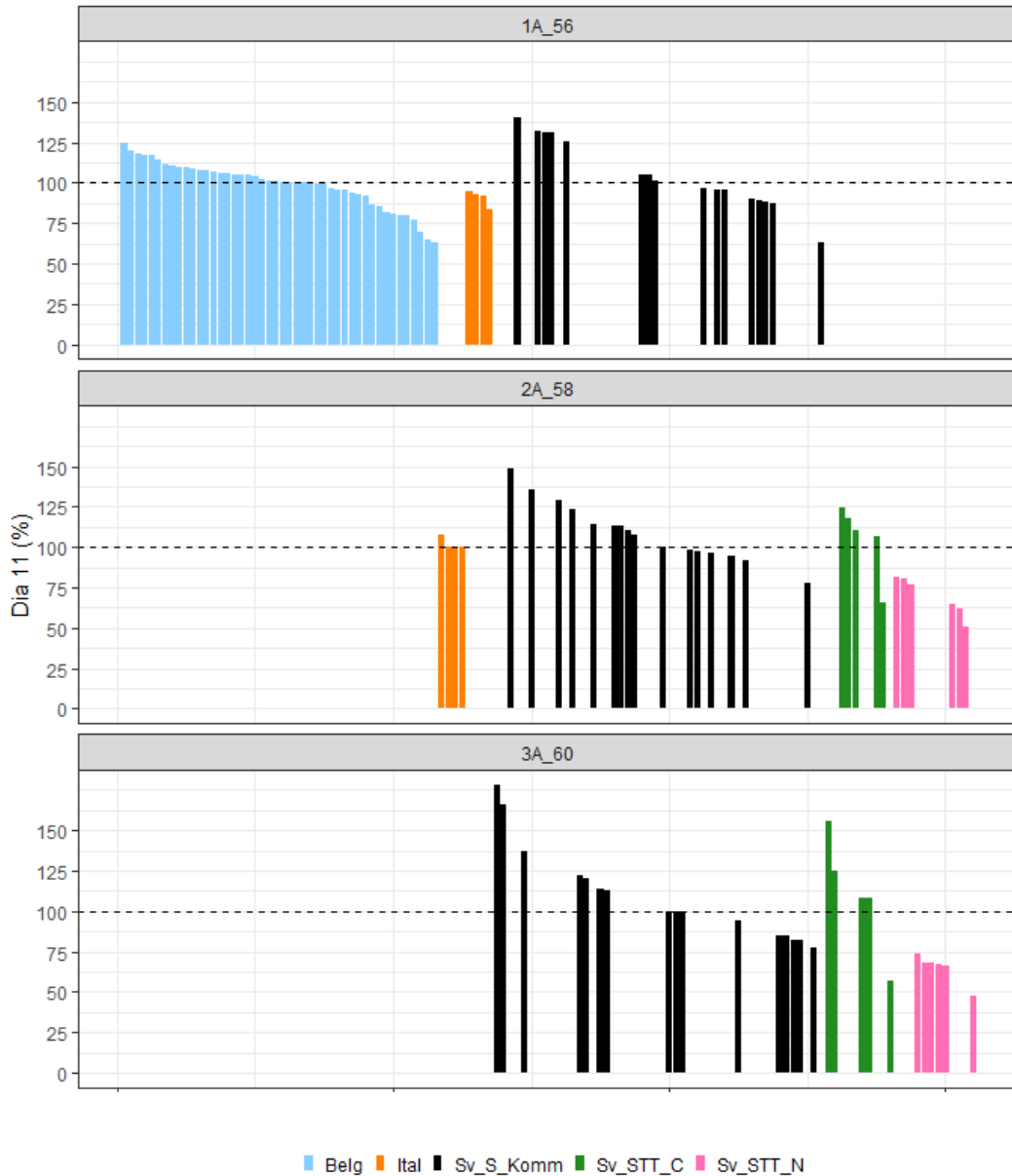
Klon	Grupp	Urval	Diameter, 11 år			MV	Pilodyn 11 år*	
			1A_56	2A_58	3A_60		1A_56	3A_60
S21K766049 rix i 2018	Sv_S_Kom	res	141	110	85	112	97	82
S23K9040086	Sv_S_Kom	rix	132	107	122	120	101	101
S21K0940061 OP42	Sv_S_Kom	rix	131	129	114	125	95	92
S21K82604 (i)	Sv_S_Kom	rix	131	113	179	141	104	123
S21K82601 (i)	Sv_S_Kom	rix	125	149	137	137	105	120
S21K0940023	Belg	kand	125			125	100	
S21K0940014	Belg	kand	120			120	100	
S21K0940034	Belg	kand	118			118	101	
S21K0940011	Belg	kand	118			118	102	
S21K0940040	Belg	kand	117			117	101	
S21K0940042	Belg	kand	115			115	102	
S21K0940015	Belg	kand	111			111	100	
S21K0940018	Belg	kand	111			111	103	
S21K0940016	Belg	kand	110			110	158	
S21K0940036	Belg	kand	110			110	99	
S21K0940021	Belg		109			109	99	
S21K0940002	Belg	kand	108			108	100	
S21K0940019	Belg	kand	108			108	102	
S21K0940008	Belg		107			107	99	
S21K0940010	Belg	kand	106			106	98	
S21K0940007	Belg		106			106	102	
S21K0940012	Belg	kand	106			106	100	
S21K0940003	Belg	kand	105			105	99	
S216PPL54	Sv_S_Kom	lev	105	113	82	100	103	100
S21K766005	Sv_S_Kom	res	105	78	85	89	95	90
S21K0940027	Belg		105			105	100	
S21K0940032	Belg		104			104	100	
S21K0940030	Belg		102			102	99	
S21K0940024	Belg	kand	101			101	100	
S21K0940013	Belg	kand	101			101	99	
S21K766003	Sv_S_Kom		101	92	82	92	102	102
S21K0940041	Belg		101			101	100	
S21K0940022	Belg		100			100	100	
S21K0940035	Belg		100			100	100	
S21K0940044	Belg		100			100	100	

S21K0940026	Belg	kand	100			100	100	
S21K0940037	Belg	kand	100			100	99	
S21K0940038	Belg		99			99	98	
S21K0940005	Belg		97			97	100	
S23K9040025	Sv_S_Kom	res	96	124	166	129	97	106
S21K0940029	Belg		96			96	99	
S23K9040073	Sv_S_Kom		96	97	120	104	101	113
S23K9040006	Sv_S_Kom		96	96	100	97	98	96
S21K0940017	Belg		96			96	99	
S21K1040265	Ital		95	108		102	99	
S21K0940020	Belg		94			94	99	
S21K1040263	Ital		93	100		97	100	
S21K0940001	Belg		93			93	98	
S21K1040262	Ital		92	100		96	101	
S21K0940028	Belg		92			92	98	
S216PPL52	Sv_S_Kom		91	100	100	97	99	100
S23K9040011	Sv_S_Kom		89	98	113	100	96	100
S21K766048	Sv_S_Kom	res	88	114	77	93	95	89
S23K9040089	Sv_S_Kom	lev	87	94	100	94	100	100
S21K0940046	Belg		86			86	98	
S21K0940039	Belg		85			85	98	
S21K1040264	Ital		84	100		92	98	
S21K0940025	Belg		82			82	99	
S21K0940043	Belg		81			81	99	
S21K0940047	Belg		80			80	96	
S21K0940031	Belg		80			80	97	
S21K0940004	Belg		78			78	99	
S21K0940009	Belg		70			70	96	
S21K0940033	Belg		65			65	94	
S21K0940045	Belg		63			63	92	
S23K9040019	Sv_S_Kom		63	136	94	98	95	107
S21K0940050	Sv_STT_C			66	57	62		90
S21K0940051	Sv_STT_C			111	108	110		113
S21K0940052	Sv_STT_C	kand		124	108	116		95
S21K0940053	Sv_STT_C	kand		107	125	116		102
S21K0940054	Sv_STT_C	kand		118	156	137		108
S21K0940055	Sv_STT_N			62	67	65		96
S21K0940056	Sv_STT_N			80	68	74		96
S21K0940057	Sv_STT_N			50	66	58		96
S21K0940058	Sv_STT_N			77	68	73		97
S21K0940059	Sv_STT_N			65	74	70		102
S21K0940060	Sv_STT_N			82	47	65		84

Mv_kand (22)*			110	116	130	112	103	102
Mv_rlx (3)			130	125	138	131	102	109
MV_Bästa (20)**			119	119	130	120	104	104

\*hög värde indikerar lägre densitet

(i) indikerar två genetisk identiska kloner



Figuren ovan visar variationen av relativa BLUP-värden för diameter vid elva års ålder över poppelkloner och grupper inom respektive försök. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.