



Hybridaspens utveckling på skogsmark

En studie av bestånd planterade efter stormen Gudrun



Elin Anander

Handledare: Pelle Gemmel

Ann Öhlin

Henrik Böhlenius

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 278

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2017



Hybridaspens utveckling på skogsmark

En studie av bestånd planterade efter stormen Gudrun



Elin Anander

Handledare: Pelle Gemmel, SLU institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Ann Öhlin, Södra Cell-Mörå

Henrik Böhlenius, SLU institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Examinator: Eric Agestam, SLU institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 278

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2017

Examensarbete i skogshushållning ingående i jägmästarprogrammet, SY001

SLU kurskod EX0766, 30hp, Avancerad nivå A2E

Sammanfattning

Hybridaspn (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*) har på grund av dess snabba initiala tillväxt en hög produktionspotential vilket har bekräftats i Södra Sverige, där tillväxtnivåer på 20m³sk per hektar och år under en 25-årig omloppstid har uppmätts. Samtidigt har trädslaget fördelaktiga egenskaper lämpliga till dissolvingmassa, ett massasortiment som nyttjas för vidare tillverkning av textilier, och som idag produceras vid Södra skogsägarnas massabruk i Mörrum.

Majoriteten av den forskning som ligger till grund för hybridaspens produktionspotential är dock baserade på odlingar gjorda på tidigare jordbruksmark, vilket innebär att underlaget som bekräftar potentialen på skogsmark är bristfällig. Syftet med detta arbete är således att bidra med en ökad erfarenheten om hybridaspens utveckling på skogsmark.

I studien ingår en inventering av totalt 23 bestånd som efter stormen Gudrun 2005 återbeskogats med hybridasp. Bestånden är planterade åren 2007, 2008 och 2009 och är resultaten av de objekt, som i en tidigare etableringsstudie från 2010, påvisat en överlevnad på >70%. Faktorer som studerats är: fortsatt överlevnad, tillväxt samt kvalitetsnedsättande skador. Arbetet inkluderar även en översiktlig resultatredovisning av den tidigare studien, en diskussion om vad som påverkat utvecklingen samt rekommendationer till de markägare som funderar på att plantera hybridasp på skogsmark.

Resultaten tyder på att den långa hyggesvila som förelåg många av planteringarna, har påverkat både överlevnaden och den fortsatta tillväxten negativt. Försommartorka antas även ha bidragit till en nedsatt vitalitet för bestånd planterade 2008. Tillväxten varierade kraftigt både inom och mellan bestånden och är i genomsnitt långt under de nivåer som bekräftats på tidigare jordbruksmark. Trots detta var resultaten stundvis bra vilket indikerar att bland annat ståndortsanpassning, klonutveckling samt mer forskning tillämpad på skogsmark, sannorlikt kan bidra till både högre och jämnare resultat.

Att samtliga bestånd var uppkomna efter stormen Gudrun kan, på grund av den rådande situationen, ha haft en stor påverkan på resultaten. Det är således av stor vikt att fler studier inom detta ämne genomförs.

Nyckelord: Hybridasp, beståndsutveckling, tillväxt, Götaland, Södra skogsägarna, Södra, dissolvingmassa

Abstract

Hybrid aspen (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*) is highly productive due to its fast initial growth and has in the south of Sweden reached yields of 20 m³ of stem wood ha⁻¹ during a 20-25 years rotation period. In addition to its exceptional growth, hybrid aspen has advantageous properties suitable for dissolving pulp, which is used for textile production and today produced at Södra skogsägarnas pulp mill in Mörrum.

However, the majority of research covering hybrid aspen establishments is based on cultivations made on former agricultural land, which means there is a lack of knowledge regarding the potential on forest land. The purpose of this thesis is therefore to provide with an improved knowledge of the development of hybrid aspen on forest land.

The study is based on a survey of 23 hybrid aspen stands, all established after the Gudrun storm in 2005. The stands were planted in 2007, 2008 and 2009 and have in a previous study from 2010 demonstrated a survival rate of >70 %. Studied factors included in this thesis are: *continued survival rate, growth, and quality-reducing damages*. Furthermore, an overview of the results from the previous study is included, as well as a discussion about factors which may have affected the development. In the final end some recommendations to forest owners who might be interested in establishing hybrid aspen on forest land is presented.

The findings in this study suggest that a postponed establishment has a negative influence on both survival and continued growth. An early summer drought in 2008 is also believed to have contributed to a reduced vitality for stands planted this year. Growth varied both within and between the stands and is on average far below levels confirmed on former agricultural land. Despite this, some results stood out, indicating that site-adaption, development of clones as well as research applied on forest land, probably will contribute to both higher and more consistent outcomes.

The fact that all stands were established in the aftermath of the Gudrun storm may, because of the prevailing situation, have had a major impact on the results. It is therefore of great importance that further studies in this topic are carried out.

Keywords: Hybrid aspen, Stand Development, growth, Götaland, Södra skogsägarna, Södra, dissolvingpulp

Förord

Detta Examensarbete har utförts vid Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp och är den sista delen av min jägmästarutbildning. Arbetet omfattar 30 högskolepoäng på avancerad nivå och är inom området Skogshushållning. Examensarbetet är gjort i samarbete med Södra Cell, en verksamhet inom koncernen Södra skogsägarna (Södra). Södra är Sveriges största skogsägarförening med mer än 50 000 medlemmar. Verksamheten är lokalt förankrad i 19 geografiska verksamhetsområden med drygt hälften av Götalands skogar anslutna genom medlemskap.

Jag vill tillägna ett stort tack till min handledare Ann Öhlin på Södra Cell i Mörrum, för ett enormt stöd och ett ödmjukt bemötande. Trots att dissolvingmassan inte blev i fokus har du alltid bidragit med en hjälpande hand. Tack även till min handledare på SLU, professor Pelle Gemmel, för att du stått ut med min vetgirighet, sållat mina tankar och väglett mig mot målet. Jag vill även tacka dig Emma Holmström för all hjälp med både teknisk utrustning och kunskap, samt hjälp med introduktionen av programspråket R. Även ett stort tack till min biträdande handledare Henrik Böhlenius för att du tagit dig tid till många och ibland långa, givande diskussioner.

Ni andra är många, på Södra, på SLU, i min Vännskapskrets och inte minst i min Familj, som på olika sätt varit behjälpliga samt stöttat mig under resans gång. Tack!

Självfallet vill jag även tacka er markägare, som med ett trevligt bemötande tillät mig att undersöka era hybridaspbestånd. Utan er hade detta arbete aldrig blivit av.

Ibland börjar man i en ände och slutar vid en annan. Ibland slår verkligheten till och ingenting blir längre som förr.

Pappa, jag har alltid tänkt på dig, varje dag.

Elin Anander

Alnarp, januari 2017

Contents

1. Inledning.....	9
1.1 Bakgrund	9
1.1.1 Träfiber till textiltillverkning	9
1.1.2 Hybridasp.....	10
1.1.3 Stormen Gudrun 2005.....	12
1.2 Syfte	12
2. Material och metod.....	13
2.1 Etableringsstudien (Övergaard et. al., opubl.).....	13
2.2 Fältmaterialet.....	16
2.3 Fältinventeringen.....	16
2.4 Beräkningar	19
3. Resultat.....	21
3.1 Etableringsstudien (Övergaard et. al., opubl.).....	21
3.2 Fältinventeringen 2016.....	21
3.2.1 Överlevnad.....	21
3.2.2 Tillväxt.....	22
3.2.3 Skador och skadegrad	25
4. Diskussion	27
4.1 Resultatens tillförlitlighet.....	27
4.2 Överlevnad	27
4.3 Tillväxt	28
4.4 Skador och skadegrad.....	29
5 Slutsatser och rekommendationer.....	31
6 Framtid och Fortsatta studier.....	32
7 Referenser.....	33
Bilagor.....	36
Bilaga.1	36
Bilaga 2	37
Bilaga 3.....	38

1. Inledning

1.1 Bakgrund

1.1.1 Träfiber till textiltillverkning

Träfibrer är bra alternativ till både fossila råvaror och bomull. Ny kunskap och god tillgång på billig fiber innebär en snabb utveckling av nya produkter. Smarta förpackningslösningar som ersätter plast, kolfiber av lignin och nya biobaserade drivmedel är bara en rad av exempel. Att succesivt ersätta produkter som baseras på fossila- eller resurskrävande råvaror är viktiga steg mot en cirkulär bioekonomi. En nygammal innovation som på senare tid blivit alltmer aktuell är nyttjandet av träcellulosa för vidare produktion av textilier.

Den globala konsumtionen av textila material väntas öka från dagens 90 miljoner ton per år till 250 miljoner ton år 2050 (Ström, 2015). Idag baseras ungefär en fjärdedel av alla textilier på bomull (Cirfs, 2015). Trots det naturliga ursprunget så anses bomullsproduktionen vara negativ för såväl människor som miljö, då den både är vattenkrävande och kemikalieintensiv (Världsnaturfonden, 2005). Arealmässigt anses odlingen även ha nått sitt maximum då den står i konflikt med behovet av att producera mat (Hämmerle, 2011). Att fylla det förväntade textilunderskottet med petroleumbaserade syntetfibrer, såsom polyester och nylon, är inte ett alternativ. Dels är det inte hållbart att göra oss än mer beroende av olja, dels saknar dessa material en rad egenskaper som är kopplade till bomullen som material.

Idag utgörs drygt 7 % av textilfibermarknaden av cellulosabaserade fibrer (Cirfs, 2015). Dessa går under samlingsnamnet regenatfibrer och tillverkas precis som namnet antyder, genom att cellulosamolekylerna bryts ned för att sedan regenereras till en ny molekülstruktur lämplig för textilframställning. Denna upptäckt gjordes redan i slutet på 1800 talet då det visade sig att cellulosa, i en kemisk process med natriumhydroxid och kolsulfid, bildade en sirapsliknande lösning som var spinnbar (Hörstadius, 1937). Den spinnbara lösningen patenterades under namnet *viscous* och har sedan dess tillverkats av och till i olika perioder. Idag har viskosen åter fått renässans samtidigt som nya mer miljövänliga processer, som tillverkning av lyocell, blir allt vanligare.

I en tid där efterfrågan på tryckpapper minskat globalt fanns det goda skäl för Södra Cell att diversifiera sin produktion för att nå ut till en bredare kundkrets. Att göra textilmassa av medlemmarnas lövråvara var en möjlighet som låg rätt i tiden. I december 2010 togs därför beslutet att konvertera en pappersmassalinje till förmån för produktion av lövbaserad textilmassa, även kallad dissolvingmassa. Detta gjordes vid Södra Cell Mörrum, utanför Karlshamn, som rustades för en produktionskapacitet på 170 000 ton. Södras massa säljs för vidare tillverkning av både viskos och lyocell. För att den ska erhålla en tillfredsställande kvalitet utgörs råvaran till största delen av björk, men kompletteras med en blandning av bok och asp. I dagsläget är det främst björk och bok som Södra i tillräcklig omfattning kan köpa av sina medlemmar, medan majoriteten av aspen importerar med båt. Aspen har egenskaper som gör den lämplig till framställning av dissolvingmassa: den är lättbarkad, naturligt ljus i veden och innehåller en hög andel cellulosa. Då import av råvara är dyrt är det intressant att finna ett komplement, som både har de egenskaper som eftersöks samt är möjlig för Södras egna medlemmar att producera.

Ett träslag med hög tillväxt under en kort omloppstid är hybridasp. Den har liknande egenskaper som den vanliga aspen och är därför ett intressant alternativt träslag. Både etablering och skötsel av hybridasp har studerats på tidigare jordbruksmark och både forskning och praktiska planteringar visar på goda möjligheter till hög avkastning. Dock finns få redovisade studier och även praktiska

planteringar på skogsmark, där produktionsförhållandena skiftar och där det sällan är möjligt med intensiv och heltäckande markberedning.

1.1.2 Hybridasp

Hybridasp (*P.tremula* x *P.tremuloides*) är en korsning mellan vår europeiska asp *Populus tremula* och den Nordamerikanska aspen *Populus Tremuloides*. Hybridasp tillhör således släktet *Populus* som är en del av växtfamiljen *Salicaceae*. Både *P.tremula* och *P.tremuloides* har stora naturliga utbredningsområden, där den Europeiska aspen räknas som en av världens mest spridda (Tullus et. al., 2012). I Sverige är den Europeiska aspen det näst vanligaste lövträdslaget efter björk (*Betula* spp) och står för 1,7 % av det totala virkesförrådet (Skogsdata, 2016). Arealen hybridasp uppskattas idag vara runt 2 000 hektar, där majoriteten utgörs av planteringar på nedlagd åkermark (McCarthy, 2015)

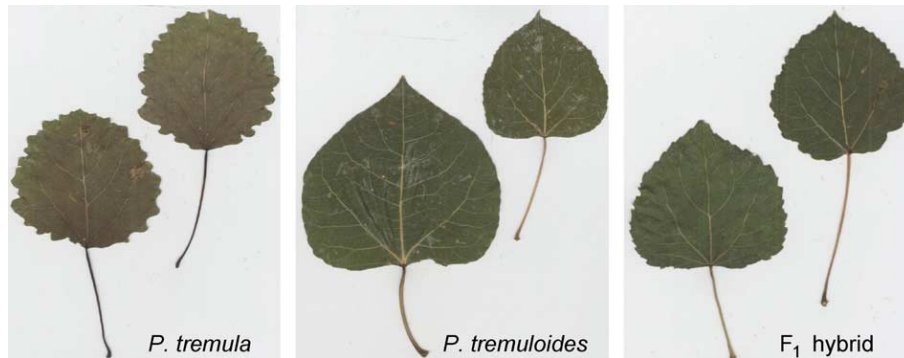
Intresset för att odla hybridasp har varierat över tiden. I Sverige gjordes den första korsningen mellan *P.tremula* och *P.tremuloides* i Ekebo, Svalöv, år 1939 (Johnsson, 1953). Under 1940-talet visade Svenska tändsticksbolaget AB intresse för asp med högre produktion. Detta resulterade i fortsatta förädlingsexperiment som snart kom att koncentreras på den snabbväxande hybridasp (Johnsson, 1953). Efterfrågan på tändstickor svalnade och förädlingsverksamheten lades ned omkring 1960. (Tullus et. al., 2012). Under 1980-talet fick hybridasp åter renässans då trädslaget sågs som en alternativ gröda på nedlagd jordbruksmark. År 1985 initierade Institutet för skogsförbättring (numera Skogforsk) ett projekt i syfte att få fram ett bra skogsodlingsmaterial för Södra Sverige genom att välja ut 280 plusträd i de gamla försöken. Under perioden 1986-1991 planterades kloner av dessa plusträd på 14 olika försökslokaler i Södra Sverige (Sterner, 2010). Dagens klonblanding, som i Sverige är kommersiellt rekommenderad för odling upp till Mälardalen, är ett urval av de 15 bästa klonerna baserat på volymtillväxt, rakhet och vitalitet; låg förekomst av stam- och grenkräfta (*Entoleuca mammatum* och *Leucostoma niveum*) (Rytter et. al., 2011a).

Idag anses hybridasp vara ett lovande trädslag i den boreala och hemiboreala regionen då den har en hög initial tillväxt i kombination med en relativ god frosthärdighet (Tullus et. al., 2012). Den höga tillväxten kan förklaras med (Johnsson 1953; Rytter & Stener, 2014; Tullus et.al., 2012): (1) Heterosiseffekten genetisk effekt som kan uppstå vid en korsning av två arter (2) Högre resistens mot *Melampsora* spp (bladrost) och *Venturia* spp (aspskorv), vilka annars bidrar till svåra tillväxtnedsättningar. (3) En kraftig nordförflyttning av *P. tremuloides*, vilket resulterar i ett plantmaterial med en längre tillväxtperiod. I Svenska försök har hybridasp påvisat en genomsnittlig tillväxt på ca 20 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ under en omloppstid på 25 år (Stener, 2010; Rytter & Stener, 2014). Med hjälp av en fortsatt selektiv förädling anses dock produktionen kunna bli högre. Även om *P. tremula* och *P. tremuloides* genetiskt är lika, har det för olika kloner av hybridasp observerats en stor variation gällande tillväxt, fenologi och växtkemiska egenskaper (Tullus et.al., 2012). Detta innebär att det finns goda möjligheter att i framtiden finna individer baserat på de egenskaper som eftersträvas.

I dagens skogsvårdslag klassas hybridasp som ett *vegetativt förökat skogsodlingsmaterial*. Detta innebär att en brukningsenhet endast får plantera 5 %, alternativt maximalt 20 hektar, med denna typ av material (Skogsvårdslagstiftningen, 2015). Denna begränsning gäller dock bara på skogsmark vilket innebär att plantering på jordbruksmark inte omfattas. De vanligaste certifieringssystemen FSC (Forest Stewardship Council) eller PEFC (Programme for the Endorsment of Forest certification) har begränsningar gällande exotiska trädslag (som hybridasp klassas som) men dessa certifieringskrav är i dagsläget inte högre än Skogsvårdslagstiftningen (McCarthy, 2016)

Hybridasp kan lättast kännas igen på dess löv då dessa generellt sett är spetsiga med en triangulär bas, en fenotyp som härstammar från *P.tremuloides* (figur 1). Dock förekommer skillnader mellan juvenila

löv (mer runda) på korta skott och adulta löv (mer triangulära) på långa och unga skott, samt mellan olika kloner (Tullus et. al., 2012). Precis som dess föräldrar är hybridaspn ett ljusälskande pionjärträslag som gynnas av störning. Den är dioik, vilket innebär att det på en och samma planta enbart bildas han eller honblommor. Även om hybridaspn kan producera mycket frön så är grobarheten för dessa generellt låg varför den främst förökar sig med rotskott (Stenvall et. al, 2004).



Figur 1. Blad av *P. tremula*, *P.tremuloides* och Hybridasp (F_1). (Tullus et. al., 2012)

Det är viktigt, både för överlevnad och för tillväxt, att hybridaspn har en god etablering med en snabb initial tillväxt. Hybridaspn trivs bäst på finjordhaltiga moränmarker med ett $pH > 5$ (Rytter et. al., 2011b; Mc Carthy, 2016). Enligt Sterner, L-G (personlig kommentar) finns det indikationer på att ett lågt mark-pH har en större negativ påverkan på tillväxten, än förväntat. Bra förhållanden är syd och sydvästsluttningar, gärna en bit ned, där det både är gott om näring och rörligt markvatten samtidigt som solinstrålningen är god och risken för frost är liten (Rytter et al., 2011b). Den behöver mycket vatten för att växa men är känslig för att stå blött varför tunga lerjordar med otillräcklig dränering inte är lämplig mark. Torvjordar och mullrika marker bör undvikas då konkurrerande vegetation, variation i vattentillgång och sorkskador kan förorsaka dålig etablering och plantdöd (Rytter et. al., 2011b; Hugosson et. al., 2004).

Hybridaspn är känslig för konkurrens, speciellt de första åren efter plantering. Det är viktigt att minimera konkurrerande vegetation som annars kan bidra till tillväxtnedsättningar och plantdöd (Rytter et. al., 2002). På jordbruksmark rekommenderas en ordentlig jordbearbetning följt av herbicidbehandling. På skogsmark är detta inte tillåtet vilket sätter ökade krav på markberedningen. Mc Carthy, 2016 fann att högläggning gav bäst överlevnad, tillväxt och planthöjd på skogsmarksplanteringar, troligtvis eftersom upphöjda punkter bland annat fördröjer vegetationsinväxt (Örlander & Gemmel, 1988). Fläckmarkberedning visade sig vara det sämsta alternativet då konkurrerande vegetation snabbt etablerade sig på ytorna.

Skador av vilt kan utgöra stora problem, både i etableringsfasen och den senare tillväxtfasen, då den är en favoritföda för bland annat hare, rådjur och älg. Det är därför alltid rekommenderat med hägn, i vissa fall hela rotationsperioden. Då hybridaspn främst förökas med hjälp av en vävnadskulturteknik som sker i laboriemiljö, är plantmaterialet relativt dyrt. Detta kompletteras genom att vanligtvis plantera med ett glest förband, runt 1100 stammar per hektar. Till hybridaspens fördel skjuter den efter avverkning ett rikligt antal rotskott vilket innebär att en andra generation kommer gratis. Dessa har även visat sig ha en betydligt snabbare höjdtillväxt eftersom skotten redan från början kan utnyttja befintliga rotsystem (Rytter, 2004). Skötselrekommendationerna skiljer sig beroende på målsättning men normalt rekommenderas en till två gallringar för produktion av sågtimmer. Slutavverkning görs då vid ett stamantal på 400-500 träd/ hektar efter drygt 25 år (Persson et. al., 2015)

1.1.3 Stormen Gudrun 2005

Stormen Gudrun, som drabbade södra Sverige i januari 2005, fällde omkring 75 miljoner m³ skog vilket motsvarar en Svensk årsavverkning (Wallstedt et. al., 2013). För de drygt 50 000 skogsägarna blev tiden efter Gudrun i många fall tung. Kvar fanns 270 000 hektar stormskadad skog vilket innebar både emotionella och ekonomiska förluster. På mellan 110 000 och 130 000 hektar av dessa var skadorna så pass omfattande att det enligt skogsvårdslagen uppstod återbeskogsningsplikt. För att stötta markägarna ekonomiskt inrättades ett återväxtstöd för de arealer som behövde återplanteras. Detta delades upp i två bidragstyper; 1- *traditionell återbeskogning, som inte kräver stängsel* och 2 - *återbeskogning med löv för ökad mångfald, som kräver stängsel*.

Eftersom etablering av lövträd är betydligt mer resurskrävande än etablering av exempelvis gran, utformades stödet så att kostnaden för markägaren skulle bli densamma, cirka 10 000 kr per hektar, oavsett val av trädslag (Wallstedt et. al., 2013). Då cirka 80 procent av den stormfällda volymen bestod av gran fanns det även en ambition att uppmuntra markägare till plantering av löv. Till detta ändamål reserverades därför ekonomiska medel motsvarande ungefär 10 000 hektar. Trots att lövskogen rekommenderades som ett mer stormfast alternativ planterades mindre än 3 000, av de 91 000 hektar som beviljades återväxtstöd, med löv (Wallstedt et. al., 2013). Av dessa utgjordes drygt 1 000 hektar av hybridasp (Hannerz & Bohlin, 2012).

Hybrid Aspen kan vara ett komplement för de skogsägare som vill fördela riskerna i sin skog. En hög tillväxt i kombination med en kort omloppstid är fördelaktigt då risken för både röta och stormskador ökar vid en längre rotationsperiod. Trots hybridaspens påvisade potential på jordbruksmark är det få skogsägare som valt att plantera hybridasp. Dyr etableringskostnader, bristfällig erfarenhet om trädslaget samt en osäker avsättning för råvaran är några bakomliggande orsaker (Engelmann, 2015; Hannerz & Bohlin, 2012).

1.2 Syfte

Året 2010 genomfördes en etableringsstudie av bestånd som efter stormen Gudrun (2005) återbeskogats med hybridasp eller poppel. Syftet var att öka kunskapen om etablering av *Populus* på skogsmark (Övergaard et. al., opubl.). Totalt inventerades 59 hybridasp- och 11 poppelför ynggringar som planterats mellan åren 2007-2009. Samtliga var planterade med hjälp av det statliga ”Typ-2 stödet” som efter Gudrun fanns tillgängligt för markägare som valt att återbeskoga stormfälld skog med lövträd. Bestånden återfanns via Skogsstyrelsens databas och delades in i tre zoner baserat på geografisk spridning (figur 2). Faktorer som studerades var överlevnad, skador och tidig tillväxt. Utöver detta gjordes intervjuer med markägarna för att bedöma attityd och intresse till odling av dessa *Populus* arter. Denna studie har inte publicerats men föreligger i manuskript.

Syftet med detta arbete är att öka erfarenheten om utvecklingen av hybridaspbestånd planterade på skogsmark. Detta görs dels genom en översiktlig resultatredovisning av de opublicerade resultaten från inventeringen 2010, dels genom att beskriva den fortsatta utvecklingen av ett *urval* av dessa bestånd.

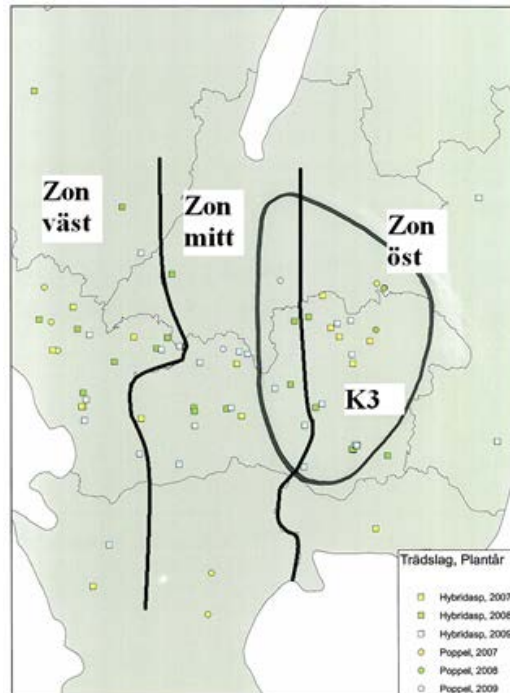
Arbetet inkluderar:

- En översiktlig resultatredovisning av hybridaspbestånden i den första inventeringen
- Redovisa utvecklingen för ett *urval* av dessa gällande:
 - Överlevnad
 - Tillväxt
 - Kvalitetsnedsättande skador
- En diskussion om vad som påverkat utvecklingen i bestånden
- Rekommendationer till de markägare som funderar på att etablera hybridasp på skogsmark.

2. Material och metod

2.1 Etableringsstudien (Övergaard et. al., opubl.)

De utvalda bestånden i detta arbete utgick från de 59 hybridaspbestånd, som inventerades sommaren 2010 (figur 2).



Figur 2. Föryngringsytornas lokalisering fördelade på trädslag, planteringsår, zonindelning och lokalkontinentalt område, K3 (Övergaard et. al., Opubl.).

Initialt granskades både primärdata och de resultat som den tidigare studien tog fram. Syftet var att skapa en helhetsuppfattning samt en god grund till mitt beståndsurval. I tabell 1 visas en beståndsbeskrivning som urvalet baserades på.

Den information som är hämtad från den tidigare studien är:

- Beståndens
 - *Identitetsnummer*
 - *Areal*
 - *Bonitet*
 - *Lokalens altitud*
 - *% överlevnad 2010*
 - *Skadenoteringar*
- Markägarnas svar på frågorna:
 - *"Hur många plantor per ha satte ni?"*
 - *"Tidpunkt (år, månad) för planteringen?"*

Tabell 1. Beskrivning av inventeringslokalerna. *Identitetsnummer, Zon (v=väst, m=mitt, ö=öst, (k)=lokalkontinentalt klimat) Latitud, Altitud, Planteringsår, Stängselstatus (1=Helt villttätt, 2=tveksamt tätt, 3=inget hinder för vilt), Plantantal vid etableringen enl. markägare, Planttyp (BR=Barrot, TR=Täckrot), Areal, Antal utlagda provytor, Bonitet (inkl. variation mellan provytor), Överlevnad enligt 2010 års mätning. Markerade bestånd ingick vid inventeringen 2016. Omarkerade bestånd är endast inventerade 2010.*

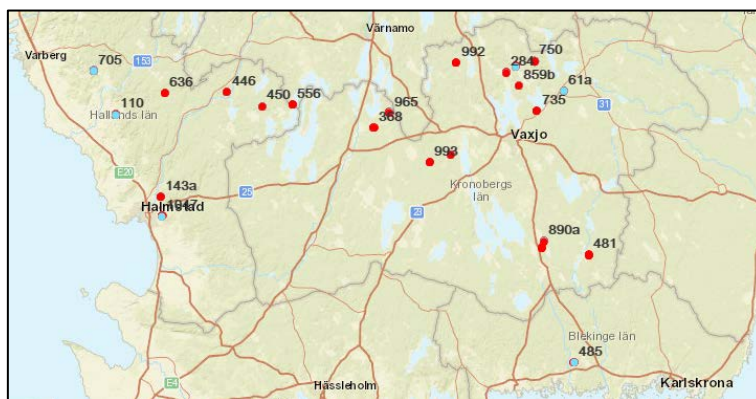
Id	Zon	Lat	Alt (m)	Pl.år	Stängsel status	Plant-antal	Typ	Areal	PY (ant.)	Bonitet	Överlevn. 2010 (%)
61a	ö (k)	57	221	2007	1	1111	BR	5,1	10	G29-31	79 %
110	v	56	96	2007	2	1100	TR	12,9	9	G30-32	82 %
143	v	56	46	2007	3	1111	TR	1,4	5	G31	76 %
284	ö (k)	57	208	2007	1	1300	TR	8,6	10	G32	83 %
368	m	56	157	2007	2	1468 ²	TR	0,4	5	G30	100 %
446	v	57	140	2007	1	1150 ²	TR	1,8	5	G26-32	100 %
485	ö	56	54	2007	2	1000	TR	1	5	G26-38	71 %
283	v	55	84	2007	3	1100	BR	11,4	7	G30-33	51 %
438 ¹	v	57	153	2007	2	1600	TR	0,8	5	G30-31	73 %
696	ö (k)	57	251	2007	1	1500	TR	3,2	7	G29-31	68 %
817 ¹	m	56	142	2007	2	1100	BR	0,6	5	G30-32	92 %
106b	m	56	172	2007	3	1100	TR	2,3	7	G30	1 %
61b	ö (k)	56	201	2007	1	1111	BR	2,8	7	G30-31	64 %
Tot:								52,3			72 %
450	v	56	168	2008	2	1200	TR	2,12	7	G26-32	92 %
481	ö	56	167	2008	1	1000	TR	0,7	5	G30	76 %
705	v	57	91	2008	2	1111	BR	3,3	9	G31-33	80 %
768	m (k)	56	153	2008	1	1200	TR	2,4	7	G25-31	82 %
815b	ö (k)	56	130	2008	2	1250	TR	1,7	5	G30	71 %
859	ö (k)	57	189	2008	2	1350	BR	2,4	7	G30-31	82 %
992	m (k)	57	231	2008	1	1111	TR	0,58	5	G25-30	84 %
257	v	56	47	2008	2	2000	BR	1,9	5	G31	50 %
318	v	57	134	2008	1	1600	TR	1,9	7	G21-32	51 %
322	m	56	138	2008	1	1200	BR	3,2	9	G22-33	56 %
349	m	56	130	2008	1	2100	BR	1,6	5	G30	44 %
397	v	58	68	2008	1	1050	TR	1,6	5	G27-32	62 %
598	ö (k)	56	161	2008	3	1111	BR	2,6	7	G30	65 %
601	v	56	141	2008	1	3000	BR	0,7	5	G32-33	22 %
742	v	57	179	2008	2	900	-	1,6	5	G23-35	14 %
776	m	57	163	2008	1	1200	TR	0,7	5	G30	60 %
883	ö (k)	57	214	2008	1	2000	BR	1,6	5	G30-33	66 %
991	m	56	136	2008	1	1111	TR	1	5	G28-32	51 %
815a	ö (k)	56	131	2008	1	1250	TR	1,7	5	G30	57 %
815c	ö (k)	56	153	2008	2	1250	TR	1,7	5	G30	68 %
829b	v	57	207	2008	1	1600	TR	0,8	5	G28-31	43 %
Tot:								35,8			61 %

556	v	56	141	2009	1	1300	TR	1,75	5	G28-30	79 %
636	v	57	155	2009	1	990 ²	TR	2,08	5	G31-36	100 %
735	ö (k)	56	211	2009	1	1111	BR	1,3	5	G30	92 %
750	ö (k)	57	225	2009	1	1111	TR	0,7	5	G30-33	83 %
890a	ö (k)	56	130	2009	1	1200	TR	0,9	5	G34	75 %
920	ö (k)	57	187	2009	1	900	TR	1,4	5	G31	96 %
965	m	56	185	2009	1	1200	TR	2,84	7	G30-31	71 %
993	m (k)	56	184	2009	1	1238 ²	TR	0,23	5	G25-28	100 %
1047	m	56	55	2009	2	1111	-	1,2	5	G31	97 %
258	v	56	60	2009	2	2000	BR	1,8	5	G32-36	32 %
304	v	56	117	2009	1	1150	TR	1,3	5	G30-33	38 %
348	m	56	161	2009	1	1250	TR	2	7	G30	60 %
624	v	57	218	2009	2	1200	TR	0,6	5	G30	7 %
717	ö (k)	56	152	2009	2	-	TR	1,6	5	G26-31	-
763	v	56	53	2009	1	1200	TR	0,6	5	G30	47 %
886	ö	56	136	2009	2	1200	BR	0,9	5	G27-33	65 %
897	m	56	133	2009	1	1111	BR	1,4	5	G31	49 %
939	v	56	168	2009	1	1111	BR	4,6	9	G27-34	63 %
977	ö	56	46	2009	2	1111	BR	1,7	5	G33-35	69 %
982	ö	57	125	2009	1	1900	TR	2	7	G25-30	52 %
1000	m (k)	56	173	2009	2	1200	TR	0,6	4	G30-32	49 %
1041 ¹	m	56	142	2009	2	1111	BR	0,6	7	G30	82 %
1097 ¹	m	56	179	2009	1	1200	TR	1,4	5	G27-32	77 %
1114	ö (k)	56	163	2009	2	1200	BR	1	5	G30	63 %
890b	ö (k)	56	131	2009	1	1200	TR	1,5	7	G33	59 %
Tot:								36		67 %	

Notering: Bestånd utgick p.g.a avsaknad på underlag¹. Fler plantor hittades vid inventeringen 2010 än vad markägare angett, antalet är således ökat för att överensstämma med en överlevnad på 100 % ²

2.2 Fältmaterialet

Till detta arbete valdes de bestånd som i den tidigare studien påvisade en genomsnittlig överlevnad på >70% (markerade bestånd, tabell 1), vilket uppfylldes för 27 av 59 bestånd. Efter genomgång av dessa utgick fyra objekt (*id 438, 817=planteringsår 2007 & id 1041, 1097=planteringsår 2009*) på grund av bristfälligt dataunderlag. Det slutliga antalet blev totalt 23 bestånd (figur 3).



Figur 3. De utvalda beståndens lokalisering

Inventeringslokaler

Samtliga lokaler finns i Götaland inom breddgraden 56°N (14 stycken) och 57°N (9 stycken). Bestånden planterades åren 2007 (sju stycken), 2008 (sju stycken) och 2009 (nio stycken). Medelboniteten för samtliga bestånd motsvarade G30 men varierade inbördes mellan G26-G34. Alla var vid etableringsstadiet hägnade men i fyra av bestånden var hägnet vid inventeringstillfället borttaget. Medelarealen var 2.47ha men varierade mellan 0.23-12.9 hektar. Bestånden låg mellan 46-231 m över havet (tabell 2).

2.3 Fältinventeringen

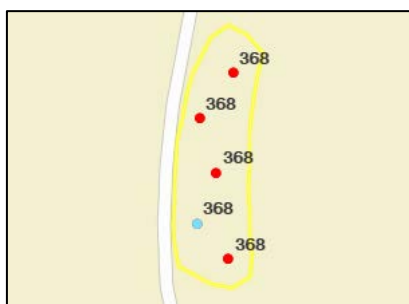
Samtliga markägare kontaktades i god tid innan inventeringen påbörjades. Syftet var endast att informera om studien samt be om tillträde till bestånden.

Teknisk utrustning

Ett kartunderlag för de utvalda objektens område skapades i ArcGis online som är en GIS portal för interaktiva webbkartor. För insamling av data utnyttjades Esris programvara Collector. För mätning av trädhöjd samt avståndsmätning mot provytecentrum användes Haglöfs VERTEX IV.

Provytor

Antalet provytor, som i den tidigare studien varierat med fem-nio stycken beroende på lokalens areal, reducerades till fyra stycken ytor per bestånd oavsett beståndets storlek. Urvalet baserades på de tidigare provyternas koordinater med målsättning att få en jämn spridning inom beståndet (figur.2). För att undvika subjektiva mätfel gjordes urvalet innan inventeringen påbörjades.



Figur 4. (Bestånd 368). De röda punkterna symboliserar de utvalda provytorna. Den blå punkten var en provyta som även ingick vid inventeringen 2010.

Provytornas storlek valdes i likhet med den tidigare studien till 113m²; en cirkulär yta med sex m radie. Vid inventeringen letades provytecentrum upp i fält med hjälp av en GPS. Med den GPS som användes bedömdes felmarginalen variera med cirka fem meter. Fältinventeringen ägde rum under 3 veckors tid i augusti och september 2016.

Inventerade variabler

För att underlätta inventeringen samt för att förhindra dubbelräkning av stammar färgmarkerades varje träd som ingick i provytan. För att särskilja de träd som skulle höjdmätas markerades dessa med dubbel färgmarkering.

- *Stamantal och diameter*
Varje stam som uppskattades komma från det ursprungliga planteringsförbandet räknades och diametermättes på 1,3 meters höjd med korsklavning.
- *Höjd*
Höjden mättes på provträden (vart 4:e träd)
- *Skada*
På varje planterat träd undersöktes eventuell skada enligt nedan (figur 5);
 - 1- Vilt (synlig betesskada)
 - 2- Okänd stamskada
 - 3- Okänd övrig skada

De träd som noterades med dubbel skada exv. *Vilt* och *Okänd stamskada*, fick två skadenoteringar.



Figur 5. Exempel på de olika skadekoderna. 1: Viltskada, 2: okänd stamskada, 3: okänd övrig skada

- *Skadegrad*

På samtliga skadade träd klassades även skadegraden enligt följande skala (figur 6):

- 1- Obetydlig/tveksam skada
- 2- Något skadad
- 3- Starkt skadad
- 4- Mycket starkt skadad
- 5- Livshotande skada
- 6- Död



Figur 6. Exempel på skadegraderingen. 1: obetydlig/tveksam, 2: Något skadad, 3: Starkt skadad, 4: Mycket starkt skadad, 5: Livshotande skada, 6: Död.

- *Övriga träd, antal*

Med utgångspunkt i samma provytecentrum uppskattas antalet övriga träd, inom en radie av 2,5m (20m²), som var högre än den genomsnittliga medelhöjden för samtliga träd.

- *Övriga träd, medelhöjd*

Medelhöjden uppskattades på de träd som föll in under "övriga träd antal". Höjden uppskattades med utgångspunkt från den uppmätta höjd som tidigare uppmäts på provträden

2.4 Beräkningar

Samtliga beräkningar gjordes i Rstudio (<https://www.rstudio.com/>) som är ett grafiskt användargränssnitt till programmeringsspråket R (<http://www.r-project.org/>).

Stamantal

För att varje provyta skulle få samma betydelse räknades det estimerade stamantalet/ha ut på följande sätt (1):

$$\text{"Det sammanlagda antalet stammar för 4 ytor"} \times \frac{10000}{4 \times \pi \times 6^2} \quad (1)$$

Överlevnad

För att se om det förelåg någon signifikant avvikelse i överlevnaden 2016, mellan planteringåren 2007-2009, testades detta med hjälp av *Welch's unequal variance t-test* (Moser & Stevens, 1992), där signifikansnivån sattes till 0,05

Diameter

Den fastställda diametern beräknades som ett medel av korsklavningens utfall (2)

$$Dbh = \frac{d1+d2}{2} \quad (2)$$

Höjd

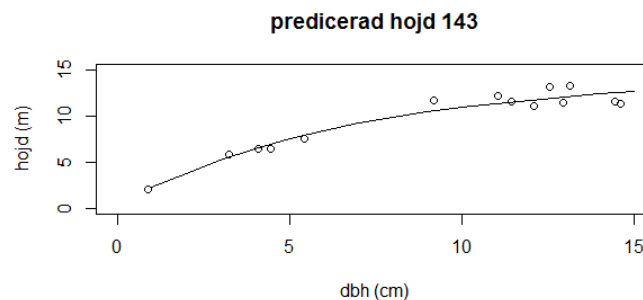
För att uppskatta höjden av de träd som enbart diamettermättes i fält användes Näslunds (1936) höjd-diameterfunktion (3). Denna funktion bygger på en numerisk utjämning av de uttagna provträdens höjder enligt minsta kvadrat-metoden (Näslund, 1936). Konstanterna *a* och *b* svarar för den kurva där kvadraten på höjddifferansen är så liten som möjligt.

$$\text{EstHöjd} = 1.3 + \frac{Dbh^2}{(a+b \times Dbh)^2} \quad (3)$$

En höjdmodell skapades för respektive lokal. Till detta användes funktionen nls (Nonlinear Least Squares) där Näslund funktion användes som *formula* och de i fält mätta höjderna (*hojd*) och diametrarna (*dbh*) fungerade som *variabler*. Som startvärde till prediktionen sattes värdet 0,2 till x-axeln och 1.5 till y-axeln (4)

$$\text{Modell} <- \text{nls}(\text{hojd} \sim dbh^2 / (a + b \times dbh)^2 + 1.3, \text{start} = \text{list}(a0 = 1.5, b0 = 0.2)) \quad (4)$$

Detta resulterade i lokalvisa värden för konstanterna *a* och *b*, och således kunde estimerade höjder för de diametrar som saknade höjd beräknas. Se exempel figur. 7



Figur 7. Den höjdmodell som skapades i R med hjälp av höjdträden för respektive bestånd. Figuren visar höjdmodellen för bestånd id. 143.

Volym

För att beräkna den estimerade volymen för respektive träd och bestånd användes Johnssons volymfunktion (Johnsson, 1959) (5)

$$\text{Volym} = 0.03186 \times Dbh^2 \times h + 0,43 \times h + 0,0551 \times Dbh^2 - 0,4148 \times Dbh \quad (5)$$

Där volym= stamvolym på bark i dm³, dbh= är trädets diameter i brösthöjd (cm) och h= den estimerade totalhöjden (m) som erhållits genom funktion (3).

Volymen beräknades därefter i enheten m³ genom att dividera utfallet med 1000.

Grundyta

Inom varje provyta gjordes en beräkning av samtliga stammars grundyta. Därefter beräknades:

$$\text{Grundytan (m}^2\text{) per hektar} = \left(\text{”Den sammanlagda grundytan för de fyra provytorna”} \times \frac{10000}{4 \times \pi \times 6^2} \right) / 1000$$

3. Resultat

3.1 Etableringsstudien (Övergaard et. al., opubl.)

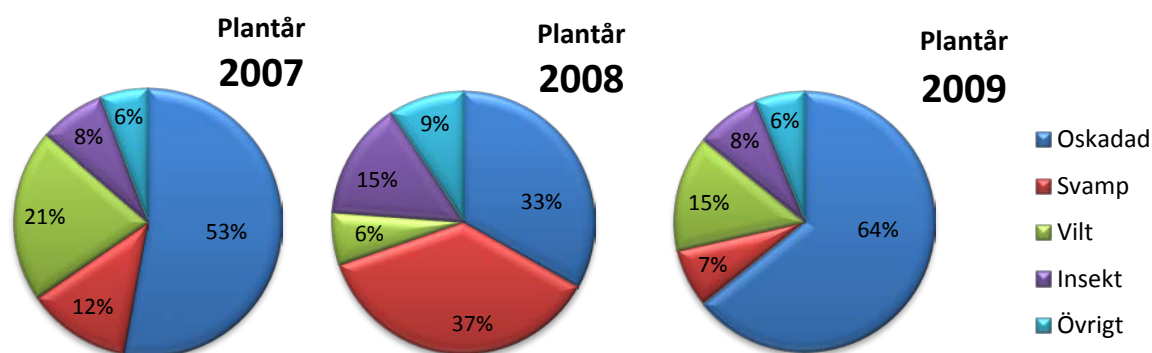
Överlevnaden för samtliga planteringsår var 67 % (tabell 2), dock varierade överlevnaden mellan 1-100% (tabell 1). Högst överlevnad hade 2007 års planteringar (72 %) följt av planteringar gjorda 2009 (67 %). De bestånd som etablerades 2008 hade i genomsnitt den lägsta överlevnaden (61 %).

Tabell 2. Överlevnaden 2010 uppdelad mellan planteringsår

Planteringsår	Inventering 2010	
	Antal bestånd 2010	Genomsnittlig överlevnad 2010
2007	13	72 %
2008	21	61 %
2009	25	67 %
	59	66,7%

Skador registrerades på de plantor som vid inventeringstillfället fortfarande var vid liv. Skadorna utgjordes till största del av "svamp" (24 %) (enligt noteringar främst aspskorv och Marssonie), följt av viltsskador (16 %) från sork, hare, rådjur och älg. 45 % av plantorna betecknades som oskadade. 57 % av skadorna ansågs som *obetydliga* och denna klassificering tillhörde främst de stammar som noterats med *svamp*. 24 % var *något skadade* och 16 % *starkt skadade* (främst betesskador)

Skadeorsaken varierade mellan de olika planteringsåren (Figur 8). Viltsskador dominerade i bestånd planterade år 2007 och 2009. Planteringsåret 2008 hade främst drabbats av svamp- följt av insektsskador. 2009 års bestånd var vid inventeringstillfället minst skadade.

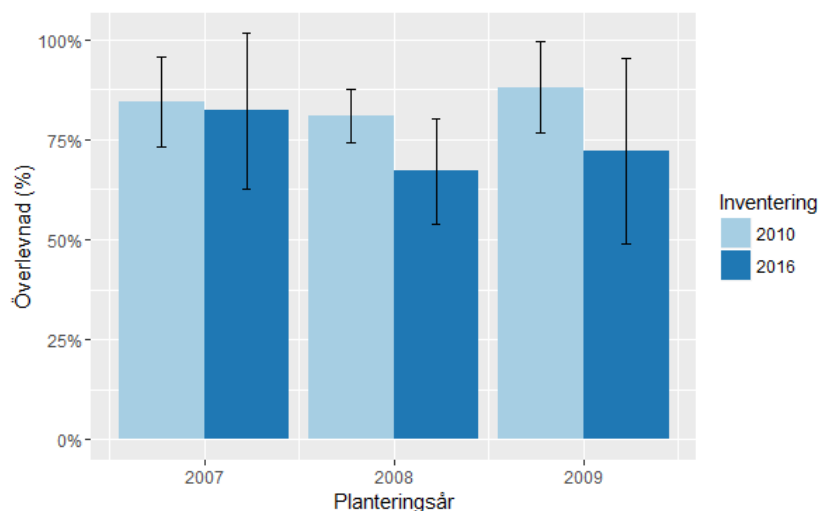


Figur 8. Andelen skador uppdelad mellan planteringsår

3.2 Fältinventeringen 2016

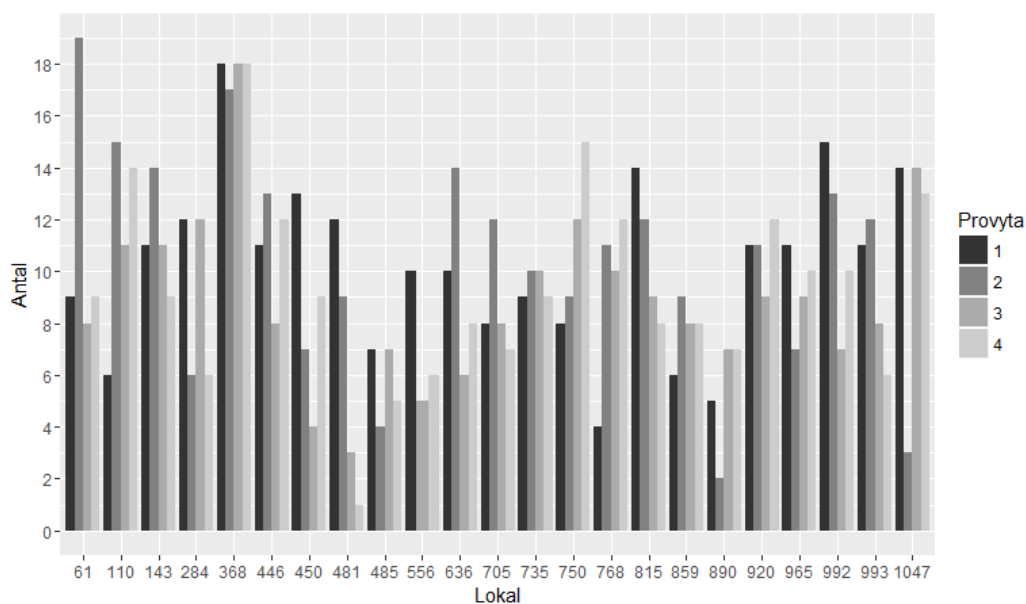
3.2.1 Överlevnad

Överlevnaden för de 23 utvalda hybridaspbestånden hade i genomsnitt sjunkit med 10,6 % från inventeringstillfället 2010 till 2016 (84,5% till 73,9%). Markanta nedgångar, dock ej signifikanta, fanns för planteringsår 2008 (13,8%) och 2009 (15,9%) (figur 9). 2007 års bestånd påvisar den genomsnittligt lägsta avgången där endast tre av sju bestånd (id.284, 446 & 485) hade en lägre procentuell överlevnad än vid inventeringen 2010 (Tabell.2). Ingen trend kunde utläsas om överlevnaden påverkades av lokalens bonitet (bilaga 1)



Figur 9. Plantöverlevnad 2010 (ljusblå) och 2016 (mörkblå) där en jämförelse görs mellan planteringsåren 2007-2009. Linjen på staplarna representerar standardavvikelsen baserad på de lokalvisa medelvärdena för respektive år.

Överlevnaden inom bestånden var ojämn (figur 10). I bestånd 556 saknades det stammar i en av provytorna varför denna enbart har tre staplar.



Figur 10. Antalet uppmätta stammar per provyta uppdelad på lokal.

3.2.2 Tillväxt

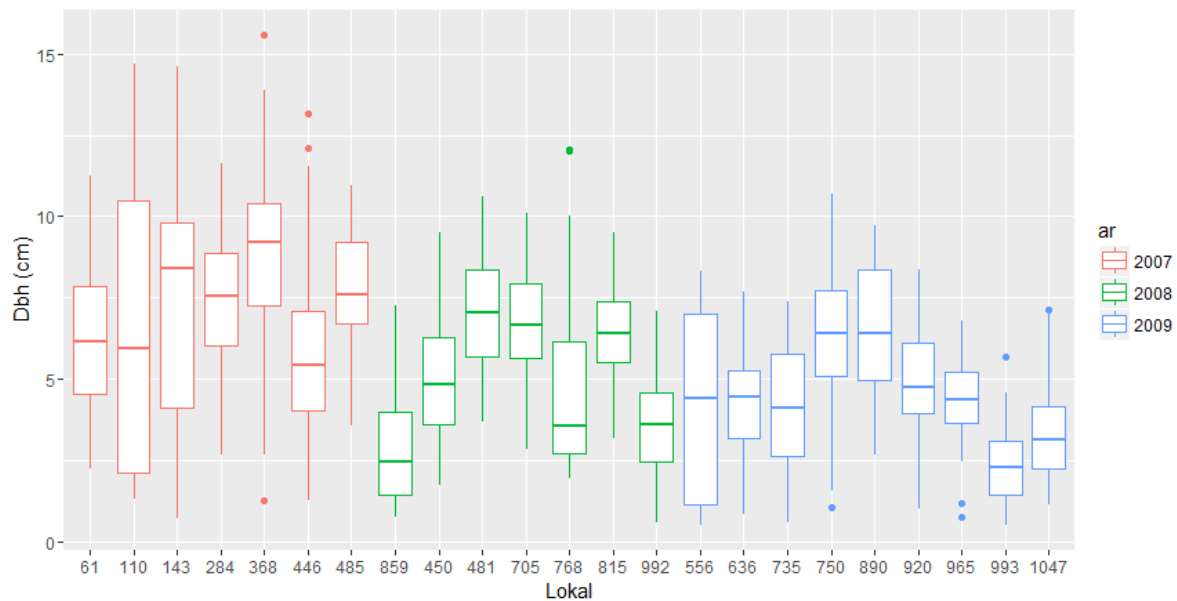
I tabell 3 finns en samlad resultatredovisning. Kompletterande figurer finns för *volym per provyta* (Bilaga 2) samt *övrigt löv* (Bilaga 3).

Tabell.3- Resultat. Identitetsnummer, fastighetsnamn, Planteringsår, Antalet tillväxstsäsonger, Bonitet som ett medel av de fyra provytorna, Areal, Hägn (Ja: hägn kvar, Nej: hägn borttaget), Det initiala planteringsantalet enl. markägaren, Plantöverlevnaden 2010 som procent av det initiala planteringsförbandet, Plantöverlevnaden 2016 som procent av det initiala planteringsförbandet, Estimerad volym inkl. Standardavvikelsen baserad på de fyra provytornas medelvärden, Estimerad medelhöjd inkl. Standardavvikelsen baserad på de fyra provytornas medelvärden, Antalet övriga träd per hektar, Medelhöjden på övriga träd

Id	Fastighet	Plår	Tillv. Säsong	Bonitet ³ (G)	Areal	Hägn 2016	Initialt stamantal	% överl 2010	% överl 2016	Stam- antal 2016	Gr.yta m ² ha	Volym m ³ ha ± sd	Medel höjd (m) ± sd	Övr träd St/ha	Övr träd Medelh (m)
61	Drättinge	2007	10	30,8	5,1	Ja	1111	79 %	90 % ± 46 %	995	3,47	13.8 ± 6.45	7.07 ± 1	2377	2,7
110	Hjuleberg	2007	10	30	12,9	Nej	1100	82 %	92 % ± 35 %	1017	4,66	25.39 ± 34.21	6.51 ± 3.7	1528	5,2
143	Arlösa	2007	10	31	1,4	Nej	1111	76 %	90 % ± 18 %	995	5,56	29.29 ± 9.8	8.71 ± 1.3	1528	6
284	Västenhaga	2007	10	32	8,6	Ja	1300	83 %	61 % ± 38 %	796	3,77	15.59 ± 7.42	7.78 ± 0.5	509	6,3
368	Torkelshult	2007	10	30	0,4	Ja	1468 ²	100 %	107 % ± 3 %	1569	10,48	50.74 ± 4.6	9.44 ± 0.2	679	5,7
446	Nissaryd	2007	10	26,2	1,8	Ja	1150 ²	100 %	85 % ± 20 %	973	3,22	13.09 ± 5.75	6.67 ± 1	127	7
485	Svenstorp	2007	10	31	1	Ja	1000	71 %	51 % ± 18 %	508	2,56	10.60 ± 5.74	7.76 ± 0.7	382	5,5
450	Nickelsbo	2008	9	29,25	2,12	Nej	1200	92 %	61 % ± 66 %	729	1,72	7.54 ± 2.51	7.19 ± 0.3	4074	5,2
481	Hemmingsmåla	2008	9	30	0,7	Ja	1000	76 %	55 % ± 66 %	553	2,27	9.97 ± 11.73	7.64 ± 1	1528	6,6
705	Lustorp	2008	9	32,5	3,3	Ja	1111	80 %	70 % ± 24 %	774	2,91	14.15 ± 8.48	8.83 ± 0.9	1528	7,3
768	Ramsåkra	2008	9	29,3	2,4	Ja	1200	82 %	68 % ± 68 %	818	1,93	8.39 ± 10.17	5.94 ± 1.9	382	6,5
815	Ekeryd	2008	8¹	30	1,7	Ja	1250	71 %	76 % ± 29 %	951	3,23	14.57 ± 7.74	8.26 ± 0.5	2165	6,7
859	Norra rottne	2008	9	30,1	2,4	Nej	1350	82 %	51 % ± 13 %	685	0,58	2.15 ± 1.27	4.17 ± 1	509	4
992	Skog	2008	9	29,6	0,58	Ja	1111	84 %	90 % ± 38 %	995	1,3	4.17 ± 1.01	4.50 ± 0.8	1401	5,6
556	Prinsebo	2009	8	29,8	1,75	Ja	1300	79 %	36 % ± 42 %	464	0,97	4.38 ± 7.11	5.02 ± 3.3	3735	4,9
636	Galtabo	2009	8	33,75	2,08	Ja	990 ²	100 %	85 % ± 39 %	840	1,42	5.67 ± 4.41	5.93 ± 1	2674	5,2
735	Kråkenäs	2009	8	30	1,3	Ja	1111	92 %	76 % ± 5 %	840	1,36	4.52 ± 1.61	5.03 ± 0.5	2292	2,7
750	Hornaryd	2009	8	31,5	0,7	Ja	1111	83 %	88 % ± 28 %	973	3,29	11.83 ± 3.95	6.27 ± 0.5	382	4,1
890	Söftestorp	2009	8	34	0,9	Ja	1200	75 %	39 % ± 21 %	464	1,67	7.84 ± 4.78	8.26 ± 0.4	2037	8,7
920	Laggen	2009	8	31	1,4	Ja	900	96 %	106 % ± 24 %	951	2,07	7.79 ± 4.52	6.15 ± 1	1401	4,7
965	Hörda	2009	8	30,1	2,84	Ja	1200	71 %	68 % ± 16 %	818	1,3	4.13 ± 1.1	5.00 ± 0.4	764	5,3
993	Vislanda-mörh.	2009	8	27,7	0,23	Ja	1238 ²	100 %	66 % ± 30 %	818	0,49	1.80 ± 0.58	3.86 ± 0.1	1401	5,3
1047	Röinge	2009	8	31	1,2	Ja	1111	97 %	88 % ± 49 %	973	1,06	4.60 ± 3.01	5.52 ± 0.6	1528	6,1

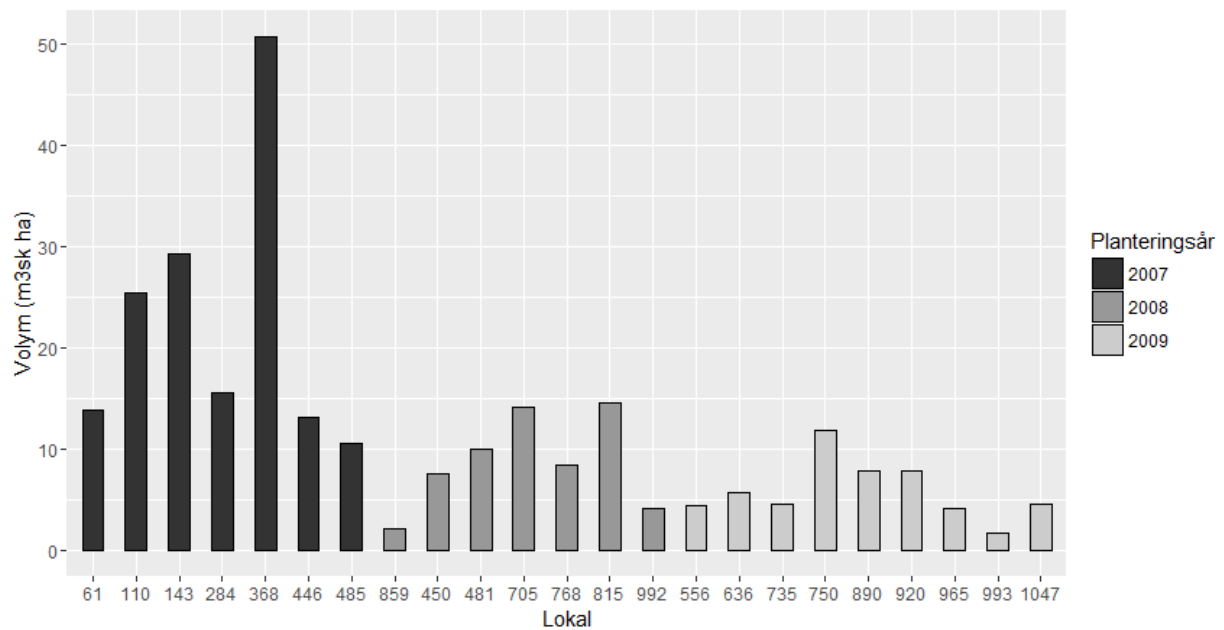
Notering: Planterad i augusti 2008¹. Fler plantor hittades vid inventeringen 2010 än vad markägaren angett, antalet är således ökat för att överensstämna med en överlevnad på 100%². Bonitet som medel av fyra provytor³.

Det fanns en spridning av trädens diametrar både mellan och inom bestånden (figur, 11). Medeldiametern för olika planteringsår var 7.25cm (2007), 5.16cm (2008) och 4.43cm (2009).



Figur 11. Diameterspridningen uppdelad på lokal och planteringsår. Spridningen visar medianen, undre- och övre kvartilen samt min- och max värden. Extremvärden symboliseras av punkter (outliners)

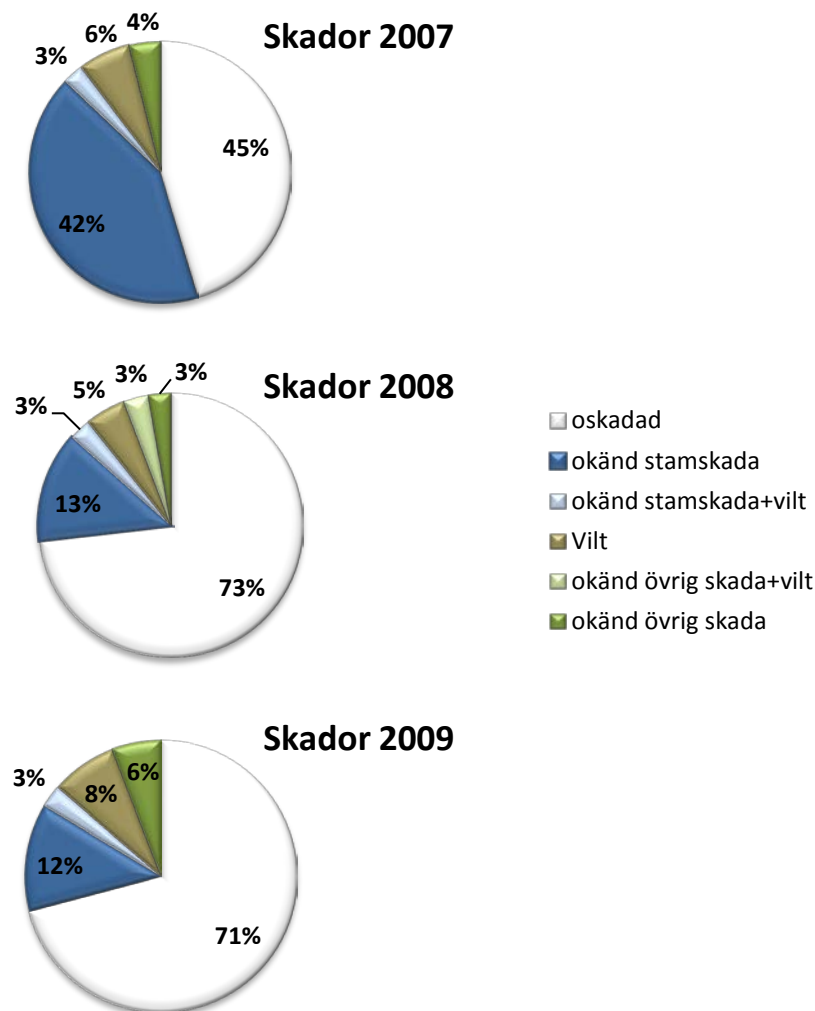
Figur 12 visar på den totala volymtillväxten för respektive bestånd. Mellan de olika planteringsåren var medeltillväxten 23.1m³ (2007) , 11.1m³ (2008) och 7.4m³ (2009). Det fanns ett svagt positivt samband mellan volym och lokalens bonitet (Bilaga 1).



Figur 12. Stående volym (m³sk ha) uppdelad på lokal och planteringsår.

3.2.3 Skador och skadegrad

63 % av träden bedömdes som oskadade. Okänd stamskada var den vanligaste skadan (25 %) följt av betesskador uppkomna av vilt (10 %). Stora skillnader fanns dock mellan planteringsåren där planteringsår 2007 har högst andel *okänd stamskada* samt lägst andel *oskadade* träd (figur, 13).



Figur 13. Den procentuella andelen skador uppdelad på respektive skada och år.

Observera att synliga och direkta skador endast är inräknade. Tillväxthämmande orsaker som exempelvis torka, frost, svamp, konkurrens och tidigare gnag/betesskador (som vid inventeringstillfället inte var direkt synliga) är således inte inräknade i någon kategori.

Skadegraden för de två allvarligaste skadorna visas i tabell 4. De viltskador som var noterade hade påverkat träden i stor grad där de varierade mellan *starkt skadad* och *mycket starkt skadad*. Gällande de okända stamskadorna var också dessa i regel betydelsefulla där de varierade mellan *något skadad* och *starkt skadad*.

Tabell 4. Skg=medelskadegraden (1= Obetydlig/tveksam skada, 2= Något skadad, 3= Starkt skadad, 4= Mycket starkt skadad, 5= Livshotande skada, 6=Död) för respektive skada

		Skada			
		Vilt		Okänd stamskada	
Plant.år	%	skg	%	skg	
2007	6	4.1	42	2.9	
2008	5	4	13	2.2	
2009	8	3.3	12	2.7	

*Notering: observera att skadegraden i detta fall endast är baserad på de träden med **en** noterad skada. Detta eftersom skadegraden på de träd med två skadenoteringar kan bli missvisande då graderingen är baserad på trädets tillstånd i helhet.*

4. Diskussion

4.1 Resultatens tillförlitlighet

Samtliga bestånd var uppkomna efter stormen Gudrun vilket innebär att både planeringen av åtgärder samt utförandet av dem, kan ha brustit på grund av den rådande situationen. Brister på exempelvis plantmaterial, markberedningskapacitet och entreprenörer, i kombination med tidsödande beslutsprocesser, kan troligtvis haft en stor påverkan på återväxtresultatet och således den fortsatta beståndsutvecklingen. Det kan därför vara svårt att generalisera utifrån resultaten.

Att vid inventeringen 2016 återfinna de exakta koordinaterna för de provytor som låg till grund för resultatet 2010 var inte möjligt. Detta innebär att det sannolikt inte var samma träd som mättes vid de båda jämförelserna. Felmarginalen mellan provytorna bedöms vara upp till fem meter med den GPS som användes.

Vid inventeringen 2016 var provyteantalet reducerat till fyra ytor per bestånd. Detta innebär något sämre representativitet för beståndet. Det som talar för reduceringen är att antalet inventerade bestånd kunde ökas vilket innebär att fler jämförelser kunde göras

I studien mättes enbart de planterade stammarna. Ibland kunde det dock vara svårt att avgöra om det rörde sig om äldre rotskott, som kommit upp p.g.a att en stam skadats/dött. Detta kan således påverka överlevnadsstatistiken positivt. Dock har detta mindre betydelse eftersom rotskotten de facto kommer från de planterade plantorna.

Uppskattningen av övrigt löv gjordes subjektivt vilket innebär att noggrannheten både gällande antal och höjd är dålig. Dock ger detta en indikation på dess omfattning och om påverkan av konkurrens.

Skadorna klassificerades i tre kategorier där syftet var att beskriva de skador som påverkade stammarnas kvalité. Uppskattningen var subjektiv och klassificerades och graderades efter personliga bedömningar.

4.2 Överlevnad

Resultaten från inventeringstillfället 2016 påvisar att majoriteten av avgångarna hade skett i bestånd som var planterade åren 2008 (-13,8%) och 2009 (-15,9%) (tabell, 5). Det är således möjligt att mortaliteten vid inventeringstillfället 2010 inte visat sig i samma utsträckning som för de bestånd som planterades 2007 (-2,2 %) vilket kan ha resulterat i en temporär överskattning. Detta stöds i viss mån av Mc Carthy (2016) som i sin avhandling fann att plantavgången drastiskt minskade efter tre tillväxtsånger, vilket skulle kunna kopplas till att plantorna då är mer robusta.

Ofta är det den första vintern som har en stor påverkan på plantornas överlevnad vilket kan vara ett problem som är kopplat till klimatadaptation (Sternér & Westin, 2015) eller biotiska faktorer som betes- och gnagarskador (Mc Carthy, 2016, Eriksson et. al, 2011). Hybrid Aspen är även känslig för konkurrerande vegetation, speciellt de första levnadsåren (Sternér & Karlsson, 2004). Trots markberedning och plantering i direkt anslutning till avverkningen, kan hyggesvegetationen på skogsmark vara riklig redan efter två år (Mc Carthy, 2016; Nilsson & Örlander, 1999). Detta påverkar inte bara konkurrensen om vatten och näring utan är även ett bra tillhåll för både sork och hare vilka kan orsaka stor skada.

Att forsla bort allt virke efter Gudrun var både tidsödande och farlig vilket innebar att många hyggen fick stå i vila innan återbeskogningsinsatser påbörjades (Wallstedt et. al., 2013). En förklaring skulle

därför kunna vara att de bestånd som haft av en längre tids hyggesvila, troligtvis hade ett mer etablerat fältskikt än de bestånd som planterades närmare inpå 2005. Detta gäller främst bestånd planterade 2009 som även påvisade den högsta fortsatta avgången vid inventeringen 2016 (tabell, 5).

Tabell 5. En sammankoppling av överlevnadsresultaten efter inventeringen 2010 och 2016.

Planteringsår	Inventering 2010		Inventering 2016			Differens
	Antal bestånd 2010	Genomsnittlig överlevnad 2010	Antal bestånd 2016	Genomsnittlig överlevnad 2010	Genomsnittlig överlevnad 2016	
2007	13	72 %	7	84,4	82,2 ±19,4	– 2,2
2008	21	61 %	7	81	67,2 ±13,2	– 13,8
2009	25	67 %	9	88,1	72,2 ±23,1	– 15,9
	59	66,7 %	23	84,5	73,9	– 10,6

Den redan låga överlevnaden för bestånd planterade 2008 (inventeringen 2010) beror sannolikt på en onormalt låg nederbörd i början på sommaren. Under månaderna maj, juni och juli detta år var den sammanlagde nederbörden endast 100 mm för det aktuella området, till skillnad mot 350 och 240mm åren 2007 och 2009 (Övergaard et. al., opubl). Troligtvis kan en kombination av torka och vegetation således haft en fortsatt negativ påverkan på plantornas vitalitet vilket möjligtvis även kan förklara den höga andelen svampangrepp som detta planteringsår påvisade i resultaten från inventeringen 2010 (figur 8). Svampinfektioner kan i sin tur ge kraftiga tillväxtreduktioner (Sternen, 2010) och även öka risken för att plantorna blir angripna av sekundära skadegörare (Persson et. al., 2015)

4.3 Tillväxt

Resultaten visar på att hybridaspens utveckling på skogsmark varierar samt att tillväxten inte kan jämföras med de nivåer som visats på tidigare jordbruksmark. Då de flesta studier är baserade på jordbruksmarksetableringar är det dock angeläget med fler studier på skogsmark innan resultatet kan generaliseras. Hybrid Aspen är ett lovande trädslag, men rätt förutsättningar är nödvändiga för att goda resultat ska kunna uppnås.

Tidigare jordbruksmark har genom en ofta lång period av odling i kombination med tillförsel av näring, skapat fysiska och kemiska förändringar i jordartens egenskaper (Tullus et. al., 2012). Dessa förändringar har även visat sig kvarstå en lång tid efter att marken tagits ur bruk, vilket har en vidare positiv effekt för en eventuell återbeskogning (Wall & Hytönen, 2005). Jordbruksmarken tillåter även en kemisk bekämpning av ogräs samt har en jämnare markstruktur vilket underlättar möjligheten att åtgärda en misslyckad etablering. Skogsmarken är ofta en mer komplex och heterogen växtlokal där både mark- och jordegenskaper kan skilja sig i olika delar av ett bestånd. Att skapa en homogen struktur, som ofta är målet vid konventionell skogsodling, kan således vara en utmaning om beståndet är stort samt väldigt varierat.

Resultatet från inventeringen visar på att standardavvikelsen för beståndens genomsnittliga överlevnad var mer än 30 % för nästan hälften av lokalerna (tabell 3) vilket indikerar en ojämn beståndsutveckling. Att de uppmätta diametrarna även har en stor spridning (figur 9) visar på en varierad tillväxt. Plantorna kan således ha överlevt men på grund av olika omständigheter (exempel som noterades i fält; ogynnsamma markförhållanden, tidigare skador, konkurrerande vegetation, synliga betesskador) har tillväxten begränsats.

Volymtillväxten låg i medel på 2.31- (2007), 1.23 - (2008) och 0.93 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ (2009). Då det inte påträffats några tillgängliga siffror för produktionen av hybridasp på skogsmark, kan inga direkta jämförelser göras. I de forskningsförsök på jordbruksmark som ligger till grund för tillväxtpotentialen

20 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ vid en omloppstid på 25 år, ligger i alla fall medeltillväxten vid 10 års ålder runt 7.3 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ (Sternier, 2010). I ett examensarbete som undersökte produktionen på jordbruksmark för vanliga markägare var den genomsnittliga produktionen (för bestånd 11-19 år) 7.6 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ (Hugosson et. al., 2004). Produktionssiffrorna för vårtbjörken (*Betula pendula*), som även den är ett pionjärträds­slag som kan odlas på skogsmark, varierar men ligger enligt boniteringshäftet på 3.2- 8 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ för H50: 18-26 (Hägglund & Lundmark, 1984). Det finns även siffror på strax över 10 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ vid omloppstider på 30-60 år (Skogsstyrelsen, 2008), men då det i detta fall rör sig om extremt välskötta bestånd på jordbruksmark är dessa siffror inte jämförbara. Det som bör noteras vid jämförelser med andra siffror och träds­slag är att den löpande tillväxten för de studerade hybridaspbestånden troligtvis kommer att öka avsevärt de kommande åren. Detta innebär att det är högst troligt att medeltillväxten fortsättningsvis kommer tillta. Det är således alldeles för tidigt att dra några definitiva slutsatser om produktionen, även om det tyder på att den är låg.

Trots den generellt låga tillväxten, var resultaten stundvis väldigt bra. Bestånd 368 hade den överlägset högsta tillväxten på 5.7 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ (dock bara 0.4 hektar stort) och i bestånd 110 visade en provyta en medeltillväxt på 7.6 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ (Bilaga 3). Detta innebär att en god tillväxtpotential har visat sig inom vissa delar av ett bestånd samtidigt som resultatet varit undermålig i andra. Enligt Sternier, L-G (personlig kommentar) har dagens klonblandning uppvisat ett likartat tillväxtmönster (höjdtillväxt efter tre tillväxtsäsonger) på både jordbruksmark och skogsmark även om dessa av naturliga skäl är lägre på skogsmarken. Enligt Yu & Pulkkinen (2003) finns det dock svårigheter med att förutsäga en tillväxtpotential speciellt på skogsmark, eftersom detta kräver en stor bredd av försökslokaler. En intressant fråga som denna studie inte kan besvara är således hur varierad en skogsmark kan vara för att tillväxtkorrelation mellan jordbruksmarken och skogsmarken ska kvarstå.

Uppslaget av övrigt löv, speciellt björk, var ofta rikligt i de studerade bestånden. På några av lokalerna var röjningen så pass eftersatt att björken stundvis hade blivit härskande (tabell 3) (Bilaga.3). I studier som gjorts på andra generationens hybridaspbestånd har en tidig friställning, av den ofta stamrika naturliga föryngringen, bidragit till en ökad diametertillväxt hos de kvarvarande stammarna (Mc Carthy, 2016). Detta samband gäller mest troligt även vid konkurrens med björk då även denna är ett pionjärträds­slag vars tillväxt kulminerar vid en tidig ålder. Även om ett björkinslag i somliga fall var välkommet, på grund av en hög avgång av hybridasp, är det viktigt att röjningsinsatser görs i tid och i sådan omfattning att trädens kronor kan utvecklas fritt.

4.4 Skador och skadegrad

Den skada som främst noterades föll under kategorin *okänd stamskada* där 25 % av träden var drabbade. För uppkomsten av denna finns två rimliga skadeorsaker att diskutera; 1= *Barkfläk av vilt*. Framförallt älg kan vara en stor skadegörare i äldre bestånd då den, om den ges möjlighet, gärna fläker den näringsrika barken (Persson et. al., 2015); 2= *Stamsprickor*. Detta brukar beskrivas som en gen-klimat skada som vanligtvis uppträder i beståndskanter under kallare perioder då träden exponeras för starkt solsken. Detta leder till att det inom trädet kan uppstå spänningar som resulterar i att trädet spricker (Rytter, pers. kommunikation).

Om skadorna definitivt var orsakade av vilt eller om det är frågan om stamsprickor är svårt att i efterhand konstatera då många skador vid inventeringstillfället var äldre (figur 14). Möjligtvis kan det röra sig om en kombination. Det som dock sticker ut är den markant ökade andelen okänd stamskada som noterades för planteringsåret 2007. Detta skulle möjligtvis kunna vara en "Gudrun-effekt" vilket bidragit till att en ökad mängd mindre lämpligt material är representerade i dessa bestånd. För att en plantskola, på grund av ekonomiska skäl, ska tillhandahålla ett Populus- sortiment krävs det en jämn och stabil efterfrågan (Rytter et. al., 2011a). Idag rekommenderas att plantmaterialet beställs under hösten, 1½ år före

plantering, även om vissa plantskolor troligtvis kan ta fram ett material snabbare (Rytter, pers. kommunikation). En effekt av det plötsligt stora behovet av plantmaterial som uppstod till följd av Gudrun, kan således vara att material av mindre bra kvalitet kom ut på marknaden för att tillgodose den plötsliga efterfrågan som uppstod.



Figur 14. Bild 1: (best 815) Troligtvis barkgnag av älg. Hägnet noterades bitvis nere i detta bestånd. Bild 2: (best 284) Troligtvis en stamspricka. Dock var hägnet även här bitvis undermåligt.

Skadegraden för de noterade stamskadorna ansågs i genomsnitt vara 2.6, vilket hamnar inom spannet *något skadad* och *starkt skadad* (tabell 4). Detta är givetvis kvalitetsnedsättande, speciellt då majoriteten av skadorna befann sig på rotstocken. Stamskador kan vara en inkörsport till svampskador även om dessa oftast blir övervallade (Engerup, 2011). Om dessa hybridaspår således kan användas som massaved återstår att se.

Betesskador orsakade av vilt var den näst största skadeorsaken där i genomsnitt 10 % av hybridaspårna var drabbade. Generellt hade dessa skador drabbat träden hårt och skadegraden var i genomsnitt satt till 3.8, vilket innebär att många skador noterades som *mycket starkt skadade*. I många fall var resultatet av betesskadan att toppen hade slitits av en bra bit ned på stammen vilket troligtvis är orsakade av älg (Skogsstyrelsen, 2009). De träd som drabbats var ofta mindre, i genomsnitt 2.2 cm i brösthöjd. Detta kan jämföras med de stammar som noterades med *okänd stamskada*, där medeldiametern i genomsnitt var 7.2 cm brösthöjd, vilket även indikerar att stamskadorna inte tycktes påverka tillväxten.

5 Slutsatser och rekommendationer

Resultaten visar på att hybridaspens utveckling på skogsmark varierar kraftigt samt att tillväxten inte kan jämföras med de nivåer som bekräftats på tidigare jordbruksmark. Det är tydligt att den framtida potentialen i stor grad hänger på en lyckad etablering, då en försämrad initial tillväxt kan medföra fortsatta tillväxtreduktioner samt ökar risken för fortsatta skador. Att många bestånd låg i träda en längre period innan etableringen påbörjades har troligtvis försämrat resultaten avsevärt. En vidare påverkan av både abiotiska- (exempelvis torka, snö och temperatur) och biotiska (betning av vilt och gnagare, svamp) inslag har sannolikt påverkat bestånden ytterligare. Överlevnadsresultaten för planteringsåren 2008 och 2009 var troligtvis överskattade vid inventeringstillfället 2010 då dessa etableringar, vid inventeringstillfället 2016, påvisat en fortsatt avgång. Studien indikerar således att en etablering inte kan anses som robust, förrän efter den fjärde (eventuellt tredje) tillväxtsången.

Plantera på fräska hyggen. Både markberedning och plantering bör göras i nära anslutning till den tidigare avverkningen för att minska tillväxten av konkurrerande vegetation.

Ståndortsanpassa planteringarna. Tendenser till dålig ståndortsanpassning var stundvis synlig vilket indikerar svårigheten med att finna lämpliga marker som är tillräckligt stora. De erfarenheter som finns upprepar att långa sluttningar, gärna i söder, ofta påvisar en bra tillväxt (Sterners & Werner, 2015; Yu & Plukkinen, 2003) vilket denna studies visuella bedömningar även bekräftar. Tunga lerjordar, torvmarker och väldigt mullrika marker bör undvikas. Att föredra är finjordsrika moränmarker. Indikationer finns på att ett lågt pH kan påverka tillväxten negativt (Sterners, L-G, pers. kommentar; Mc Carthy, 2016). I litteraturen rekommenderas vanligtvis ett pH över 5. Då denna studie inte inkluderade några markundersökningar kan dock detta inte bekräftas.

Var noga med markberedningsmetod. Då endast markberedning är tillåten på skogsmark är det av stor vikt att denna väljs med omsorg. I dagsläget har högläggning visat sig vara det mest tillförlitliga alternativet på skogsmark, detta efter tre tillväxtsånger (Mc Carthy, 2016).

Var noga med att få definierat och testat plantmaterial. Mängden stamskador var rikliga, speciellt i de bestånd som planterades 2007. Troligtvis kan en kombination av barkfläk orsakade av älg samt en förekomst av mindre lämpligt material, varit bidragande. Plantmaterialet bör beställas i god tid samt enbart bestå av testat material. Rekommenderat är att beställa materialet under hösten, 1½ år före plantering.

Hägna och underhåll hägnen. Undersök kontinuerligt hägnets status. Nedfallna träd kan orsaka fria passager vilka bör åtgärdas snabbt. De betesskador som fanns hade ofta orsakat stor skada vilket belyser problematiken med att hålla ett hägn intakt. Då mindre träd löper större risk att bli svårt skadade vid bete är det extra viktigt att underhålla hägnet under de första åren. Det är dock motiverat att behålla hägnet under hela omloppstiden eftersom vilt även kan orsaka svåra stamskador som kan försämra stammens kvalitet samt orsaka röta.

Røj och friställ tidigt. Det finns i dagsläget inga röjningsstudier som behandlar konkurrensen med björk i den första generationens bestånd. Det är dock mest troligt att den, likt andra pionjärträdsdrag, får en minskad diametertillväxt vid en hög konkurrens, speciellt vid konkurrens om kronutrymme. För att undvika detta bör således en tidig friställning göras.

6 Framtid och Fortsatta studier

Litteraturen är i dagsläget bristfällig gällande hybridasp planterad på skogsmark och det finns fortfarande många frågetecken. Det är således av stor vikt att fler studier görs för att resultaten från denna studie ska kunna generaliseras. I de fall kunskapen finns är det viktigt att lättbegriplig information kommer ut till de skogsägare som väljer att etablera hybridasp på skogsmark. Vägledning gällande ståndortsanpassning är både efterfrågad och nödvändig. Då de kloner som finns på marknaden idag är få, samt främst är testade på olika typer av jordbruksmark, är det nödvändigt att fler kloner selekteras och testas för ett bredare spann av miljöer.

Denna studies resultat är baserade på bestånd som troligtvis haft sämre förutsättningar än vid vanliga etableringar. Stundvis visade sig dock utvecklingen vara lovande vilket indikerar att mer kunskap troligtvis kan öka stabiliteten för skogsmarksetableringar. Mycket kan fortsättningsvis studeras men här är fyra punkter som har anknytning till denna studie;

- Då denna studies bestånd växt mindre än halva dess rotationsperiod, vore det angeläget med en uppföljande studie av hur bestånden fortsättningsvis utvecklar sig.
- Då det finns indikationer på att markens pH har betydelse för tillväxten vore det även intressant med en uppföljning av detta på de bestånd som ingick i denna studie.
- Då tillväxten stundvis var betydligt bättre inom vissa delar av ett bestånd är en studie inriktad mot ståndortsanpassning befogad. Finns det några särskilda faktorer som sammanfogar områden med bättre och mer stabil tillväxt?
- Självföryngrad björk kan vara riklig i skogsmarksetableringar. I vilken grad påverkar självföryngrad björk hybridaspens volymtillväxt? Hur mycket/ hur ofta bör man röja och vilka följder får åtgärderna.

7 Referenser

Barry K. Moser and Gary R. Stevens. *The American Statistician*. Vol. 46, No. 1 (Feb., 1992), pp. 19-21

Cirfs, 2015. *World man-made fibres production*. European man-made fibred association. Tillgänglig online [2016-11-29]: <http://www.cirfs.org/KeyStatistics/WorldManMadeFibresProduction.aspx>

Engelmann, V. (2015). *Why fast growing broadleaves? - a study of forest owner's tree species choice after storm damages in southern Sweden*. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap (Examensarbete nr 247)

Engerup, P-O. (2011). *Föryngring med poppel och hybridasp på skogs- och åkermark*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap (Examensarbete nr 167)

Eriksson, L., Bohlin, F., Hörnfeldt, R., Johansson, T., Lindhagen, A. & Woxblom, L. (2011). *Skog på jordbruksmark – erfarenheter från de senaste decennierna*. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. (ISSN: 1654-1383)

Gustafsson, L., Weslien, J., Hannerz, M. & Aldentun, Y. (2016). *Naturhänsyn vid avverkning - en syntes av forskning från Norden och Baltikum*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Rapport från forskningsprogrammet Smart Hänsyn.)

Hannerz, M. & Bohlin, F. (2012). *Markägares attityder till plantering av poppel, hybridasp och Salix som energigrödor*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens produkter. (Rapport nr 20)

Hugosson, T. Rytter, L. & Werner, M. (2004). *Åkerplanteringar med hybridasp har klarat sig bra!* Uppsala: Skogforsk (Resultat nr 14, 4 s)

Hägglund, B. & Lundmark, J-E. (1984). *Bonitering, diagram och tabeller*. Institutinen för skogstaxering, Umeå, Sveriges lantbruksuniversitet.

Hämmerle, F M (2011). *The cellulose gap (the future of cellulose fibres)*. Wien: Lenzing. Rapport nr 89. Tillgänglig online [2015-10-05]: http://www.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/konzern/lenzinger_berichte/ausgabe_89_2011/LB_2011_2_Haemmerle.pdf

Hörstadius, N, W. (1937) *De textila konsfibrerna*, Teknisk tidsskrift, Tillgänglig online [2016-07-14] <http://runeberg.org/tektid/1937a/0125.html>

Johnsson, H. (1953). Hybridaspens ungdomsutveckling och ett försök till framtidsprognos. *Svenska Skogsvårdsförbundets Tidskrift*, nr. 51, 73-96

McCarthy, R. (2016). *Establishment and early management of Populus species in southern Sweden*. Diss. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet

Nilsson, U. & Örlander, G. (1999) *Vegetation management on grass-dominated clearcuts planted with Norway spruce in southern Sweden*. Can. J. For. Res. 29: 1015-1026.

Persson, P-O. Rytter, L. Johansson, T. & Hjelm, B. (2015) *Handbok för odlare av poppel och hybridasp*. Jönköping: Jordbruksverket.

- Rytter, L. (2004) *Hybridasp för kombinerad produktion av biomassa och gagnvirke*. Uppsala: Skogforsk (Slutrapport för energimyndighetens projekt P12705, 2004: nr 581)
- Rytter, L. Johansson, T. Karačić, A & Weih, M. (2011a). *Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel*. Uppsala: Skogforsk (Arbetsrapport, nr 733)
- Rytter, L. Stener, L-G. Övergaard, L. (2011b). *Odling av hybridasp och poppel*. Gävle: Skogforsk (en handledning från Skogforsk)
- 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*, vol. 29:8, ss.747-756, DOI: 10.1080/02827581.2014.968202
- Skogsdata (2016). *Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen*. Umeå: Institutionen för skoglig resurshushållning SLU. Sveriges officiella statistik. Tillgänglig online [2016-10-25]: <http://pub.epsilon.slu.se/13442/1/skogsdata2016.pdf>
- Skogsstyrelsen (2008) Skogsskötselserien nr 9. *Skötsel av björk, al och asp*.
- Skogsstyrelsen (2009) Skogsskötselserien nr 12. *Skador på skog*.
- Skogsvårdslagstiftningen (2015). Jönköping: Skogsstyrelsen (2:23-24§)
- Stener, L-G. (2010). *Tillväxt, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska fältförsök*. Uppsala: Skogforsk. (Arbetsrapport, nr 717).
- Sterner, L. karlsson, B. (2004). Improvement of *Populus tremula* x *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics*, vol. 11 (1), ss. 13-27.
- Stener, L-G. Westin, J. (2015) Analys av 2010 års försöksserie med olika hybridasp- och poppelkloner på 13 olika lokaler från latitude 56 till 65. Uppsala: Skogforsk (Slutrapport 2015 för Energimyndighetens projekt 35136-1)
- Stenvall, N. Haapala, T & Pulkkinen, P. (2004). Effect of Genotype, Age and Treatment of Stock Plants on Propagation of Hybrid Aspen (*Populus tremula*×*Populus tremuloides*) by Root Cuttings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 19:4, ss. 303-311, DOI: 10.1080/02827580410024115
- Ström, M. (2015): *Växande världsmarknad och ny teknik öppnar upp för cellulosabaserad textil*. Svensk papperstidning nr.6: 2015. Tillgänglig online [2016-10-05]: http://spt.spci.se/edition/140-NR_6
- 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*, vol. 27:1, ss. 10-29, DOI: 10.1080/02827581.2011.628949
- Världsnaturfonden (2005).” *Bomull – En ren naturprodukt?*”. Tillgänglig online [2016-10-05]: www.wwf.se/source.php/1120565/Bomullsrappport.pdf
- Wall, A. & Hytönen, J. (2005) Soil fertility of afforested arable land compared to continuously. *Plant and soil*. Vol. 275, ss. 247-260. doi:10.1007/s11104-005-1869-4
- Wallstedt, A. Bergqvist, J. Claesson, S. Ludvig, T. Nilsson, J. (2013) *Återväxtstöd efter stormen Gudrun*. Jönköping: Skogsstyrelsen (Rapport 2013:1)

Yu, Q. & Pulkkinen, P. (2003) Genotype-environment interaction and stability in growth of aspen hybrid clones. *Forest ecology and management*, vol.173, ss.25-35.

Örlander, G. Gemmel, P. (1988) Markberedning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* (nr 3:89) 49s.

Övergaard L, Rytter L & Nilsson U.(2010) *Etablering av hybridasp och poppel på stormfälld skogsmark- en studie i fält och intervju av markägare*. Opublicerat manuskript. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU.

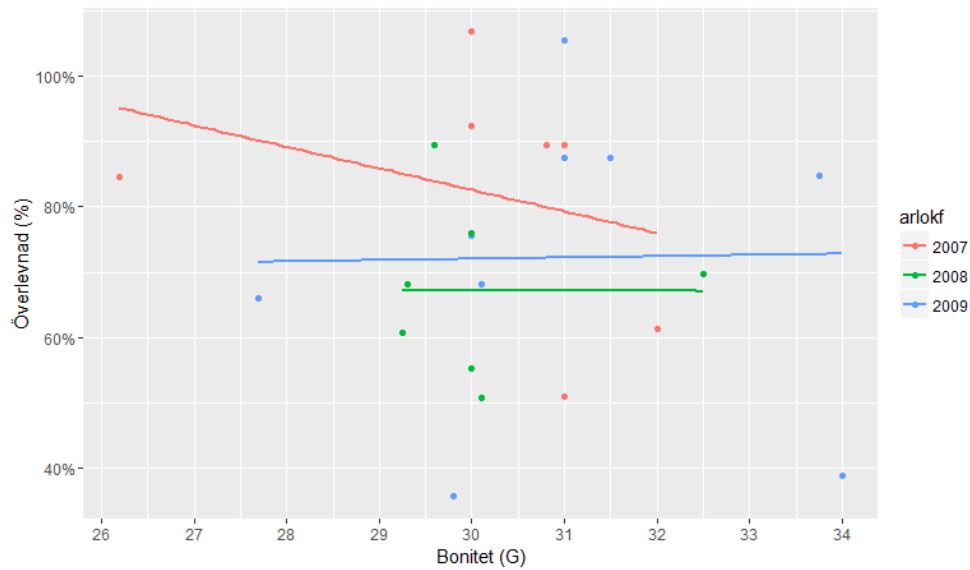
Personlig kommunikation

Sterner, Lars-Göran. Skogforsk. Telefon och mailkonversation [2016-12-14]

Rytter, Lars. Skogforsk. Telefon och mailkonversation [2016-11-28]

Bilagor

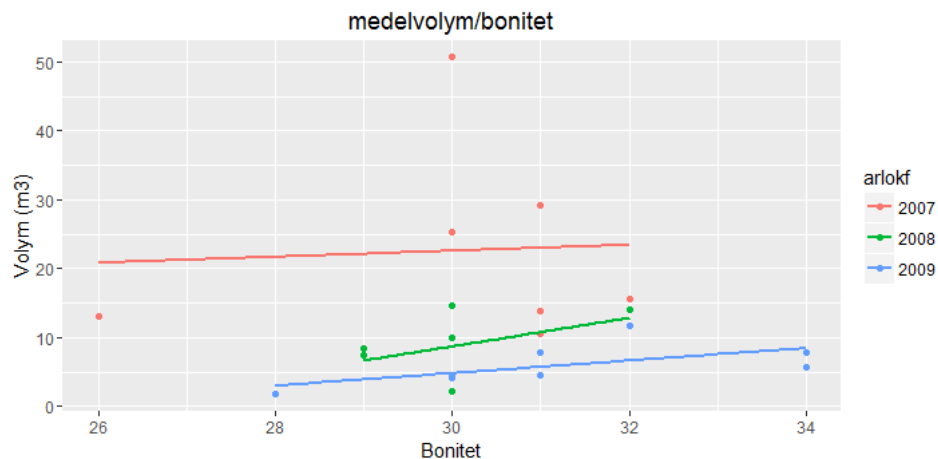
Bilaga.1



Överlevnaden i korrelation till beståndets genomsnittliga bonitet

Kod i R:

```
ggplot(data=vol_ar_lok1,  
  aes(x=bon, y=vha, fill=arlokf, colour=arlokf ))+  
  geom_point(stat="identity")+  
  geom_smooth(data=subset(vol_ar_lok1, arlokf==2007 | arlokf==2008 | arlokf==2009),  
    aes(bon,vha, color=arlokf),method=lm, se=FALSE)+  
  labs(y = "Volym (m3)",x= "Bonitet (G)")
```

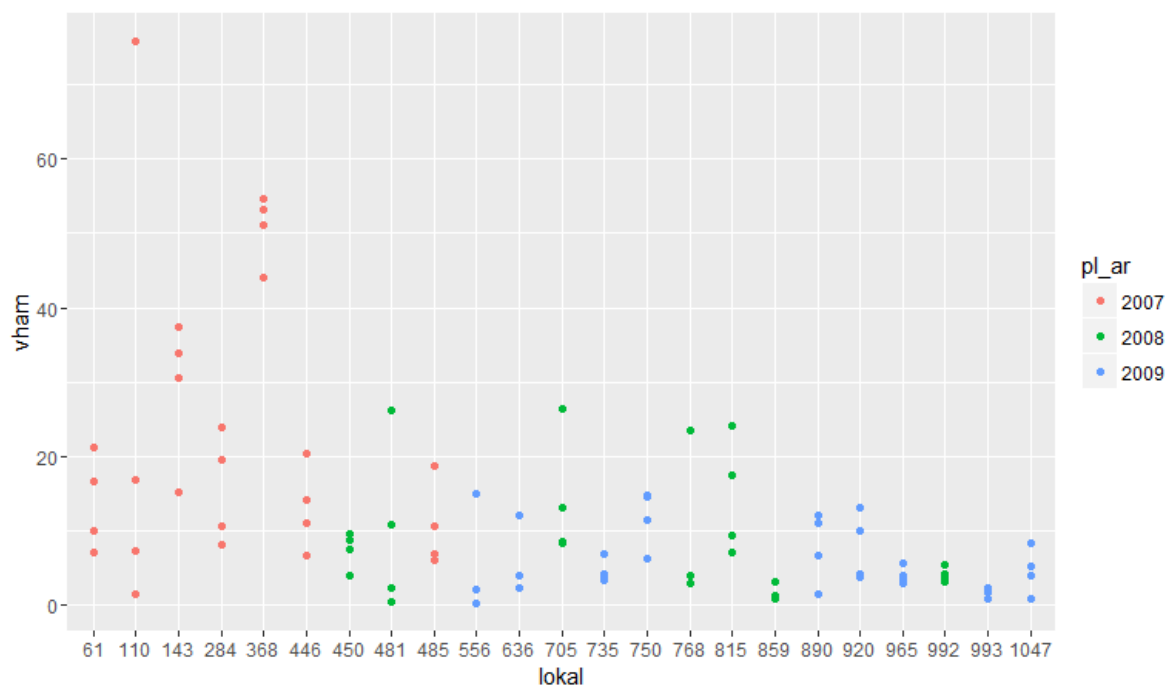


Beståndets stående volym/hektar i korrelation med beståndets genomsnittliga bonitet.

Kod i R:

```
ggplot(data=vol_ar_lok1, aes(x=bon, y=vha, fill=arlokf, colour=arlokf ))+  
  geom_point(stat="identity")+  
  geom_smooth(data=subset(vol_ar_lok1, arlokf==2007 | arlokf==2008 | arlokf==2009),  
    aes(bon,vha, color=arlokf),method=lm, se=FALSE)+  
  ggtitle("medelvolym/bonitet")+  
  labs(y = "Volym (m3)", x= "Bonitet")
```

Bilaga 2

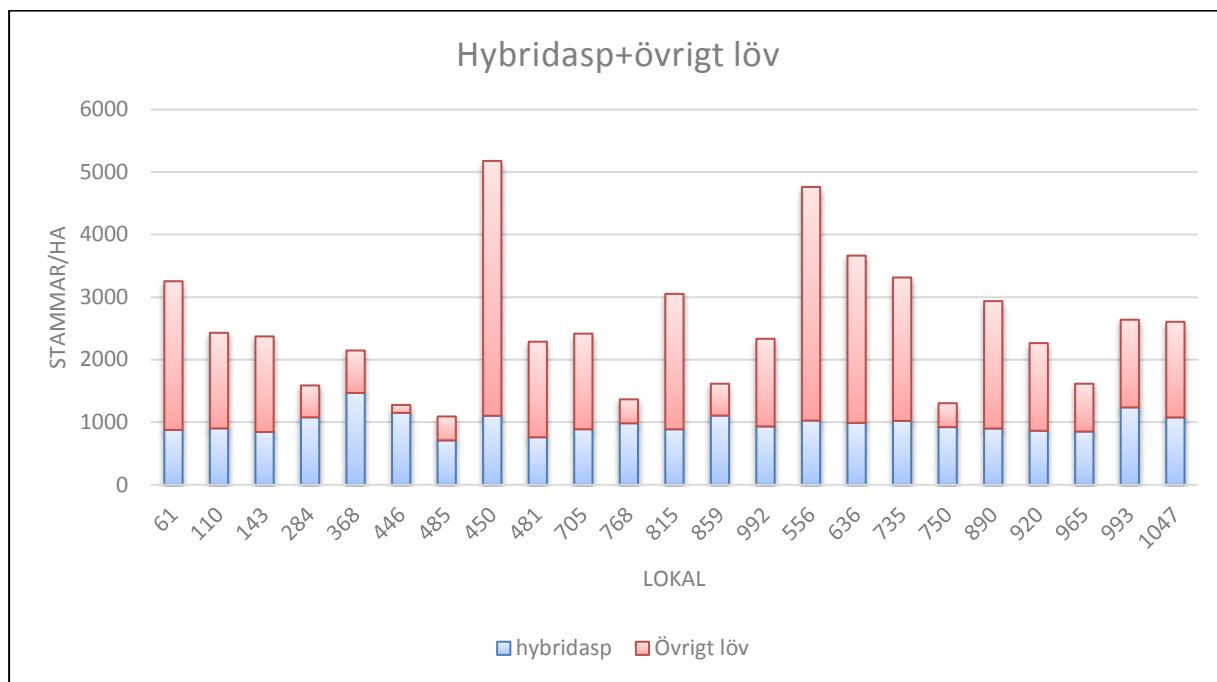


Estimerad volym per hektar enligt respektive provyta.

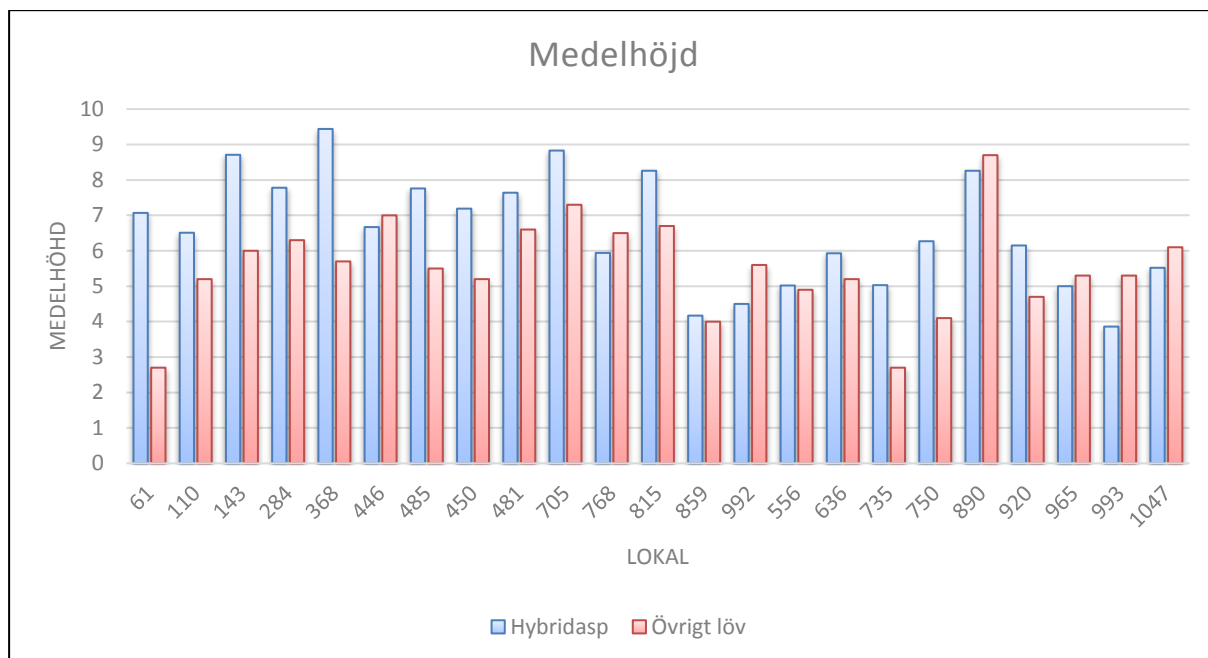
Kod i R:

```
ggplot(data=statpy, aes(x=lokal, y=vham, fill=pl_ar, colour=pl_ar))+ geom_point(stat="identity")
```

Bilaga 3



Antalet stammar per hektar. Hybridasp (blå stapel), övrigt löv (röd stapel)



Hybridaspens medelhöjd (blå stapel) i jämförelse med den uppskattade höjden för övrigt löv (röd stapel)