



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 889–2015

Gråal och hybridal

– En potential för ökad energiinriktad
produktion i Sverige

Grey alder and hybrid alder

– Potentials for increasing biomass
production for energy in Sweden

Lars Rytter och Lars-Göran Stener



SKOGFORSK

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 889-2015

I serien Arbetsrapport finns bakgrundsmaterial, metodbeskrivningar, resultat, analyser och slutsatser från både pågående och avslutad forskning.

Titel:

Gråal och hybrid
– En potential för ökad energiinriktad produktion i Sverige.

Grey alder and hybrid alder.
Potential for increasing biomass production for energy in Sweden.

Bildtext:

Gallrat gråalbestånd i Dalarna.

Foto: L. Rytter.

Ämnesord:

Alnus incana, *Alnus glutinosa* x *A. rubra*, fälttester, gråal, hybrid, odlingsmaterial, tillväxtpotential.

Alnus incana, *Alnus glutinosa* x *A. rubra*, field trials, grey alder, hybrid alder, plant breeding material, growth potential.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2015

ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Lars Rytter, docent. Anställd vid Skogforsk sedan 1996. Forskare inom ämnesområdet lövskogsskötsel och- produktion.



Lars-Göran Stener, jägmästare. Anställd vid Skogforsk sedan 1988. Ansvarig forskare för förädling av lövträd i södra Sverige.

Abstract

A trial series with grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) was established during spring and early summer 2015 at eight test sites across the country. Six sites were located on normal fertile forest land – two near the coast and two in the interior of northern Sweden, and two in the interior of southern Sweden. Two other sites were located on former farmland near the coast in the north.

The main objective is to develop a management concept for grey alder in order to increase the supply of energy-oriented biomass in Sweden. The first step involves producing fast-growing and vigorous plant material. This will be done by establishing field trials of plant breeding materials from stands in Sweden and the Baltic countries, in order to select genetically successful individuals. An additional aim is to investigate the potential for biomass production of hybrid alder, a cross between black alder (*A. glutinosa* (L.) Gaertn.) and red alder (*A. rubra* Bong.). The most southerly trials will be supplemented with the hybrid during 2016.

During autumn 2015, survival and height were recorded for each experimental site. The average survival per site was high, 95-98%, and mean height varied between 43 and 92 cm. This gives us a good base of materials for future grey alder research.

Förord

Projektet har finansierats av Energimyndigheten, som därmed stöttat idén med att ta fram en förädlingspopulation för det inhemska trädslaget gråal och undersöka dess tillväxtförmåga. Projektet har drivits i samarbete med skogsbruket och andra forskningsorganisationer. Enskilda markägare och skogs- och forskningsorganisationer (bl.a. Skogsstyrelsen och SLU) har hjälpt till att identifiera lämpliga gråalbestånd. Inledningsvis gjordes en ”efterlysning” i media (Vi Skogsägare, 2013) som gav ett bra gensvar och vi vill passa på att tacka de markägare som hjälpt oss att identifiera användbara gråalar. Vi vill samtidigt tacka alla kollegor på Skogforsk som hjälpt till att samla in frö, odla plantor, förbereda odlingslokaler, plantera försök samt mäta in dem under hösten 2015.

Ekebo 2015-12-22

Lars Rytter och Lars-Göran Stener

Innehåll

Förord	1
Summary	3
Sammanfattning.....	4
Bakgrund	5
Syfte.....	7
Försöksupplägg.....	7
Odlingsmaterial	7
Gråal.....	7
Hybridal.....	9
Odling.....	10
Gråal.....	10
Hybridal.....	11
Försökslayout	11
Gråal.....	11
Hybridal.....	12
Försökslokaler	12
Vindeln (F814).....	13
Robertsfors (F813).....	15
Tjälamark (F815)	17
Gideå (F817)	19
Kramfors (F816).....	21
Ljungaverk (F818).....	23
Bunäset (F1456).....	24
Skrubban (F1455).....	26
Mätningar – kombinerad genetisk testning och produktionsbestånd	28
Inventering efter planteringssäsongen	28
Gråal och hybrid al i framtiden	29
Referenser.....	30

Summary

The genus *Alnus* could be an interesting supplement to the genetic improvement work on fast-growing broad-leaves of the genus *Populus*. The use of alder could help to increase and stabilise the market for energy-oriented cultivation of woody plants, and provide biomass for our supply of renewable energy. The two main species of interest are the grey alder (*Alnus incana*) and hybrid alder (black alder × red alder; *A. glutinosa* × *A. rubra*). Grey alder has a number of favourable characteristics: high growth capacity, low priority of wildlife, good climatic hardiness, tolerance of acidic soils, and fixation of nitrogen. Hybrid alder has shown high production levels in the few trials carried out so far.

The main objective of the project is to develop a management concept for grey alder, in order to increase the supply of energy-oriented biomass in Sweden. The first step involves producing fast-growing and vigorous plant material. This will be done by establishing field trials of plant breeding materials from stands in Sweden and the Baltic countries, in order to select genetically successful individuals. The production capacity of grey alder will be evaluated and appropriate management models proposed. In a long-term perspective, the ability for root shoot formation after final harvest is part of the study. Another important aim is to investigate the potential for biomass production of hybrid alder.

Establishment of a base population of grey alder is the first step in a long-term investment. The project started in 2013, when seeds from a total of 182 trees in 80 stands in Sweden were collected from latitudes 56-67° N. The material was supplemented with seeds from 21 stands in Estonia and 11 stands in Latvia.

In 2014 grey alder plants were produced at Skogforsk sites in Sävar and Ekebo. The plants were randomised and labelled, where each family was given a unique number, before storage in a freezer over winter. The material was planted out in spring and early summer 2015 at eight test sites across the country. Six sites were located on normal fertile forest land – two near the coast and two in the interior of Norrland, and two in the interior of southern Sweden. These sites were scarified by soil inversion before planting. Two other sites were located on farmland near the coast in Norrland, where weeds were removed before planting.

The hybrid alder will be tested on a smaller scale. The experiment will involve 10 clones tested with 10 individuals/clones in the two southern trials. Because of problems with micro-propagation, the hybrid alder will be planted out in the field trials during 2016.

During autumn 2015, survival and height were recorded for each of the experimental sites. Average survival on all sites was high, varying between 95 and 98%. Mean height varied between 43 and 92 cm. The measurements show that we now have a good base of materials for future grey alder research.

Sammanfattning

Med släktet *Alnus* finns möjlighet att komplettera de satsningar som görs på snabbväxande löv av släktet *Populus* och därmed bidra till en större och stabilare marknad för energiinriktad odling av vedartade växter. Det är i första hand gråal (*Alnus incana*) och hybridal (klibbal \times rödal; *A. glutinosa* \times *A. rubra*) som kan anses ha stor potential i sammanhanget. Gråalen har ett antal positiva egenskaper som gör att trädslaget har stora möjligheter att bidra med biomassa till vår energiförsörjning: hög tillväxtkapacitet, låg prioritet hos vilt, klimathärdig, tålighet för sura jordar och fixering av kväve. Hybridalen har visat hög tillväxt i de fåtal försök som finns med hybrididen.

Projektets huvudmål är att ta fram ett odlingskoncept för gråal för att öka tillgången på energiinriktad biomassaproduktion i främst mellersta och norra Sverige. I detta ingår att ta fram ett snabbväxande, härdigt och vitalt odlingsmaterial genom etablering av fälttester med material från bestånd i Sverige och Baltikum för urval av genetiskt bra individer. Gråalens produktionsförmåga utvärderas och lämpliga skötselmodeller föreslås, varvid även förmågan till skottbildning efter slutlig skörd ingår i ett långsiktigt perspektiv. Ett annat viktigt syfte är att undersöka hybridalens potential för framtida biomassaproduktion.

Etablering av en baspopulation med gråal är det första momentet i en långsiktig satsning. Projektet och arbetet startade 2013 då frö samlades in i Sverige från totalt 182 träd fördelade på 80 bestånd med spridning från latitud 56° till 67°. Materialet kompletterades med frö från 21 bestånd i Estland och 11 bestånd i Lettland.

Under 2014 odlades gråalplantor på Skogforsk i Sävar och Ekebo. Plantorna etiketterades, varvid varje familj erhöll ett unikt nummer, och randomiserades. Plantorna fryslagrades sedan under vintern. Materialet planterades ut under vår och försommar 2015 på åtta testlokaler över landet. Sex lokaler ligger på frisk och normalt bördig skogsmark, varav två nära kusten och två i inlandet i Norrland samt två i inlandet i södra Sverige. Lokalerna inversmarkbereddes före plantering. Två lokaler finns på åkermark nära kust i Norrland och de preparerades mot ogräs före plantering.

Hybridalen testas i betydligt mindre omfattning än gråalen. Den beräknas ingå med 10 kloner som testas med 10 individer/klon och försök i de två sydligaste försöken. På grund av problem vid mikroförökningen kommer hybridalen att planteras ut först under 2016.

Försökslokalerna inventerades hösten 2015 och visade god överlevnad på samtliga lokaler. De lokalvisa medelvärdena för överlevnad var 95–98 %. Plantornas medelhöjd över lokaler varierade från 43 till 92 cm. Vi har sålunda ett bra utgångsmaterial för kommande forskning på gråal.

Bakgrund

Under de senaste decennierna har stora satsningar gjorts på såväl *Salix* som *Populus* för produktion av biomassa för energiändamål. Släktet *Alnus* har möjlighet att komplettera dessa satsningar och därmed bidra till en större och stabilare marknad för energiinriktad odling av vedartade växter. Det är i första hand gråal (*Alnus incana* (L.) Moench.) och hybridal (*A. glutinosa* (L.) Gaertn. × *A. rubra* Bong.), som bedöms ha stor potential i sammanhanget.

Gråalen har flera positiva egenskaper som gör att trädslaget har goda möjligheter att bidra med biomassa till vår energiförsörjning. En nycklegenskap är naturligtvis tillväxtkapaciteten. De studier som gjorts visar att virkesproduktionen är hög på olika typer av marker. På torvmark finns rapporter om medeltillväxter på 4–5 ton TS ha⁻¹ år⁻¹ efter 7–13 år (Rytter *et al.*, 1989; Rytter 1995; Rytter 2004, Hytönen & Saarsalmi, 2009) och på skogsmark har likaledes omkring 4–5 ton TS ha⁻¹ år⁻¹ uppmätts i olika bestånd (Børset & Langhammer 1966; Utkin *et al.*, 1987; Rytter *et al.*, 2000; Johansson, 2005). På jordbruksmark har nivåer på ca 8 ton TS ha⁻¹ år⁻¹ registrerats (Granhall & Verwijst, 1994; Löhmus *et al.*, 1996). Även på sandmark växer gråal förhållandevis bra (Saarsalmi *et al.*, 1985; 1992, Elowson & Rytter, 1993). Dessutom har gråal en naturlig återväxt med rotskott efter skörd, vilket är gynnsamt för den kommande trädgenerationen (Saarsalmi *et al.*, 1991; Rytter *et al.*, 2000, Daugavietis *et al.*, 2009). Det är viktigt att notera att tillväxtnivåerna i samtliga fall har uppnåtts med lokalt och oförädlat odlingsmaterial.

En mycket betydelsefull positiv egenskap hos gråal är att den inte attraherar vilt (Sennerby-Forsse, 1982; Schrötter, 1983; Hjältén & Palo, 1992), vilket gör att odlingarna sannolikt inte kommer att behöva hägn. Dessutom är gråalen mer klimathärdig och växer betydligt bättre än *Salix* och poppel på surare marker, d.v.s. typiska skogsmarker. En pH-nivå på omkring 4 fungerar bra (Ericsson & Lindsjö, 1981). En annan positiv egenskap är förmågan att fixera luftkväve, vilket sker i symbios med bakterien *Frankia* (Figur 1). Mätningar av kvävefixering hos gråal (Rytter *et al.*, 1991; Uri *et al.*, 2004) har visat att i storleksordningen 100 kg N ha⁻¹ kan bindas årligen, vilket gör att trädslaget har möjlighet att på lång sikt vara självförsörjande med kväve.

Erfarenheter från andra länder (Estland, Lettland) indikerar att gråal är ett lämpligt trädslag för att producera biomassa med korta omloppstider på runt 20 år (Tullus *et al.*, 1996; Daugavietis *et al.*, 2009; Uri *et al.*, 2009). Mizaras *et al.*, (2011) konstaterade också att gråal är en ekonomiskt möjlig källa för energived i Litauen. Det finns således ett antal egenskaper som gör att gråal har förutsättningar att kunna bli ett starkt komplement till *Salix* och *Populus* och bidra till en betydande ökning av biomassatillgången i landet.

Den genetiska forskningen på gråal har varit mycket begränsad. Under 1940- och 50-talen var främst klibbal, men även gråal, föremål för viss praktisk förädlingsforskning. Skogsbrukets ljumma intresse för dessa trädslag medförde dock att forskningen upphörde. I studier på bl.a. klibbal (Ljunger, 1959; 1972) konstaterades en stor genetisk variation mellan såväl olika bestånd som mellan olika individer inom samma bestånd. Därmed uppfylls grundförutsättningarna för att via traditionell skogsträdsförädling åstadkomma betydande förbättringar av odlingsmaterialet. Nya studier av klibbal har visat påtagliga urvalseffekter för klibbal (Stener, 2007; 2013). Exempelvis blev tillväxten ca 18 % bättre vid ett urval av de 10 % genetiskt bästa individerna utifrån en total population på 125 individer, vilket också är i paritet med tidigare skattningar för t.ex. björk (Stener & Jansson, 2005). Det är sannolikt att gråal har motsvarande förädlingspotential.



Figur 1.
Gråal kan fixera omkring 100 kg kväve per hektar och år i de rotknölar som bildas i symbios med bakterien *Frankia*. Foto: L. Rytter.

Om gråal ska användas för skogsproduktion i någon betydande omfattning i framtiden måste odlingsmaterialet vara bra, d.v.s. det ska ha en hög tillväxtkapacitet och vara anpassat till klimatet där det ska användas. Ett högvärdigt odlingsmaterial är också ett incitament för att markägare ska vilja satsa på odling av gråal. Idag saknas odlingsmaterial av gråal och fram till nu har det inte funnits något genetiskt basmaterial att utgå ifrån.

Korsningen mellan klibbal och rödal, här kallad hybrid, bör också kunna bli en användbar gröda för biomassaproduktion. I nio år gamla fältförsök med klibbal i Yxkullund (lat. 56° 59') och Nora (lat. 59° 32') har även hybrid in gått i begränsad omfattning (Stener, 2007; 2013). De 13 hybridfamiljerna hade där en diameter och höjd som var ca 50 % bättre än de totalt 140 testade klibbalfamiljerna och den enskilt bästa hybridfamiljen var i sin tur 50 % grövre och

25 % högre än genomsnittet för alla hybridfamiljerna. Det indikerar en stor tillväxtpotential för hybriderna. Tidigare har hybriderna uppvisat en hög frostkänslighet, men den rödal som utgjort modern till hybriderna i ovan nämnda försök har sitt ursprung från Alaska, vilket givit ett klimatomått mer robust material. Exempelvis var överlevnaden för den bästa hybridfamiljen drygt 75 % i de båda försöken. Det är okänt hur långt norrut dessa hybrider kan användas. Vi har också begränsad kunskap om dess viltkänslighet och huruvida rotskott (såsom rödal) eller stubbskott (såsom klibbal) bildas efter avverkning.

Syfte

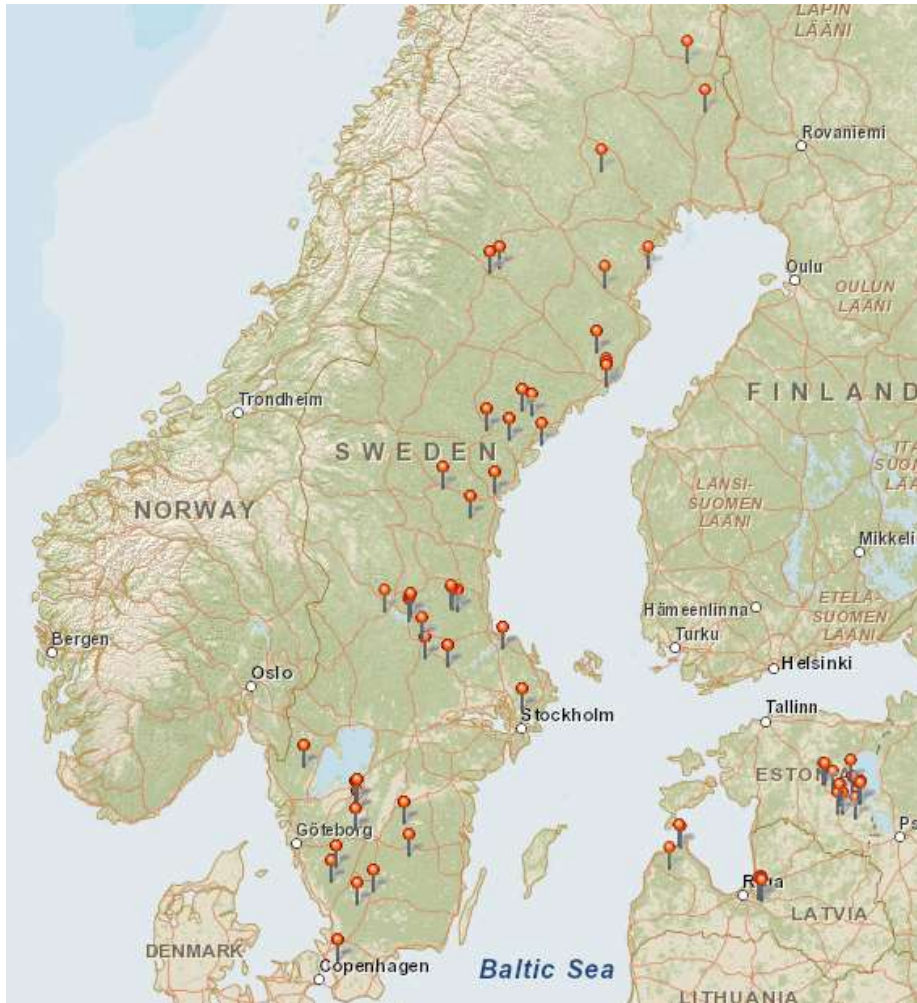
Huvudmålet för projektet *Gråal och hybriderna – en potential för ökad energirik produktion i Sverige* (projekt 36023), som finansierats av Energimyndigheten, är att ta fram ett odlingskoncept för gråal, som ett betydelsefullt komplement till dagens odlingar av *Salix* och *Populus*, för att öka tillgången på energirik biomassa i främst mellersta och norra Sverige. Under perioden 2012–2015 har frön samlats in, plantor odlats och genetiska fältförsök anlagts med gråal. De sydligaste försöken kommer att kompletteras med hybriderna. I projektets mål ingår att ta fram ett snabbväxande, hårdigt och vitalt odlingsmaterial genom etablering av fälttester med material från bestånd i Sverige och Baltikum för urval av genetiskt bra individer. Gråalens produktionsförmåga utvärderas och lämpliga skötselmodeller föreslås, varvid även förmågan till skottbildning efter slutlig skörd ingår i ett långsiktigt perspektiv. Ett annat viktigt syfte är att undersöka hybridernas (klibbal × rödal) potential för framtida biomassaproduktion.

Försöksupplägg

ODLINGSMATERIAL

Gråal

För att få tips om lämpliga svenska gråalbestånd gjordes en ”efterlysning” via media (Vi Skogsägare 2013) till skogsägare. Samtidigt kontaktades Skogsstyrelsen och större skogsföretag. Med detta som grund påbörjades år 2013 urvalet av en baspopulation med gråal, vilket var det första momentet i det föreslagna forskningskonceptet. Därvid valdes träd från 80 ”bestånd”, som kunde utgöras av alltifrån mindre dungar till normalstora bestånd. Urvalet fördelades över landet (ca latitud 56° – latitud 67°), vilket täcker det tänkta användningsområdet i Sverige. Totalt samlades frö från 182 gråalar i Sverige. Materialet kompletterades med frö från 21 bestånd (25 träd) i Estland och 11 bestånd (15 träd) i Lettland. Det baltiska materialet samlades in av forskningsorganisationerna SILAVA i Lettland under ledning av Aris Jansons respektive Estonian University of Life Sciences i Estland under ledning av Veiko Uri. Figur 2 visar beståndens geografiska läge i Sverige, Estland och Lettland och av Tabell 1 framgår fördelningen över latitud och land.



Figur 2.
Frö samlades in från 182 träd i 80 olika "bestånd" i Sverige. Dessutom erhöles frö från 25 träd (21 bestånd) i Estland och 15 träd (11 bestånd) i Lettland.

Tabell 1.
Översikt över det insamlade frömaterial av gråal. Antalet familjer (träd) har fördelats på land och latitud.

Latitud, °N	Land			Totalt
	Sverige	Estland	Lettland	
56	12			12
57	13		12	25
58	41	21	3	65
59	6	4		10
60	30			30
61	20			20
62	11			11
63	21			21
64	10			10
65	11			11
66	1			1
67	2			2
Totalt	178	25	15	218

Ursprungligen var det tänkt att plusträd, d.v.s. träd med synbart bättre tillväxt och med högre stamkvalitet jämfört med omgivande träd, skulle väljas från ett mindre antal bra bestånd. Eftersom frötillgången hos gråal var starkt begränsad under 2013 ändrades planen så att urvalet istället gjordes med färre träd per bestånd, men i fler bestånd. Många bestånd var oröjda och ogallrade med träd av små dimensioner, men det fanns även exempel på större friställda träd (Figur 3). Det gjordes inte heller något systematiskt urval av plusträd, utan många fröbärande ordinära träd valdes. Detta bör dock inte ha någon större betydelse för det fortsatta arbetet. Urvalet av fler bestånd gör istället att vi på ett bra sätt fångar den genetiska variationen mellan bestånd. Dessutom är många gråalbestånd i Sverige generellt sett oskötta, vilket innebär att träd med avvikande högre produktion, som t.ex. plusträd, sannolikt väljs p.g.a. miljöpåverkan och inte p.g.a. bra genetik. Det innebär att ett urval av plusträd under sådana förhållanden endast ger en begränsad positiv genetisk effekt. Fröet skördades individuellt från varje träd under perioden september–oktober (jfr Lindberg & Werner, 1998) och togs från åtkomliga grenar. I vissa fall sågades träd ned. Trots den generellt sett dåliga frötillgången hade fröet genomgående en god grobarhet (Figur 4).

Hybridal

Ett odlingsmaterial av hybridal håller på att tas fram genom att kлона upp de bästa individerna i det numera 16 år gamla alförsöket i Yxkullsund, Småland (se vidare avsnittet ”Bakgrund”) vilket förvaltas av Skogforsk.



Figur 3. Många av de identifierade bestånden med gråal var oröjda och ogallrade (t.v. Säby, Småland), men det fanns även exempel på friställda träd med grövre dimensioner (t.h. Mjölneby, Västergötland). Foton: Frosten Nilsson.



Figur 4.
För planering av den individuvisa sådden utfördes groningsanalyser av fröet vintern 2013/2014. Det visade sig att grobarheten var hög.

ODLING

Gråal

Under 2014 odlades fröplantor vid Skogforsks forskningsstationer i Sävar och Ekebo till de sex norrländska respektive de två sydligaste försöken (Figur 5). Fröet såddes upp familjevis (trädvis) och plantorna som sattes ut i försöken under våren/försommaren 2015 var av typen 1-åriga täckrotsplantor. Under plantodlingen inokulerades plantorna (juli 2014) med krossade rotknölar i vatten, vilket gjorde att samtliga plantor blev försedda med kvävefixerande rotknölar (se Figur 1).



Figur 5.
Fröplantorna odlades under 2014 på Skogforsks forskningsstationer i Sävar (t.v. med produktionsledare Jörgen Hajek) och i Ekebo (t.h.).

Hybridal

Plantproduktionen av hybridal görs via vävnadskulturförökning där man utgår från vitala grenknoppar. Det är samma metod som idag används kommersiellt för att producera hybridasp till skogsbruket. Initialt är detta en dyr metod eftersom man bl.a. inte har kännedom om med vilka proportioner de olika hormonerna ska ingå i de olika stegen, från initiering av knoppen fram till den rotade plantan. Det finns emellertid för närvarande inget alternativ till denna förökningsform. Hybridalmaterialet har samlats in i två omgångar. Den första omgångens kvistar, som samlades in våren 2013, skickades till Piccoplant i Tyskland. Denna förökning misslyckades. En ny omgång kvistar samlades in under november 2013 och skickades till Baumschulen Oberdorla GmbH i Tyskland. Där har man också haft problem, men plantor kommer förhoppningsvis att finnas för utplantering år 2016. Hybridalen tas fram i samarbete med Georg von Wühlisch på Thünen Institut für Forstgenetik i Grosshansdorf.

FÖRSÖKSLAYOUT

Gråal

Gråalplantorna randomiserades inför utplantering i försöken och etiketterades, varvid varje familj erhöll ett unikt nummer. Randomiseringen innebar att plantorna från varje familj fördelades till olika administrativa planteringsavdelningar. Antalet avdelningar och storleken på dessa avdelningar varierade mellan försöken (se Tabell 2 och kartor under respektive försök nedan). Randomisering och fördelning resulterade i en slumpmässig fördelning av familjerna inom varje avdelning och mellan olika avdelningar, vilket är en förutsättning inför kommande statistiska analyser. Plantorna lagrades sedan i fryn under vintern 2014–2015. Materialet planterades under vår och försommar 2015 på åtta testlokaler. Totalt sattes 16 269 gråalplantor.

Planteringsförbandet har genomgående varit 2 m × 2 m, förutom i Gideå där det av utrymmesskäl reducerades till 2 m × 1,5 m. Samtliga planteringar har gjorts via linor så att exakta förband erhållits, vilket är en förutsättning för att kunna identifiera enskilda plantor framöver. Det innebär att varje planta har en unik position som definieras av avdelningsnummer och rad samt kolumn inom avdelningen. Dessa ”lokala koordinater” har använts vid registreringen av varje plantas identitet. Beskrivning av försöken och ingående material har sammanställts och lagrats för framtida behov i Skogforsks databas FRITID.

Den totala gråalpopulationen i testerna omfattar 218 familjer (träd) (Tabell 1). Totalt är det åtta försök med vanligen max 15 och i medeltal 11–12 gråalplantor per familj och försök. Antalet familjer och antalet plantor per försök framgår av Tabell 3.

Hybridal

Hybridalen testas i betydligt mindre omfattning eftersom den endast utgörs av 16 kloner. Tidigare erfarenheter av vävnadskulturförökning med björk och hybridasp indikerar att det går att få fram plantor från ungefär 60 % av klonerna. Hybridalen beräknas därför ingå med 10 kloner som testas med 10 individer/klon i vart och ett av de två sydligaste försöken.

FÖRSÖKSLOKALER

Sex lokaler ligger på frisk normalt bördig skogsmark varav två nära kust och fyra med inlandsförhållanden. Lokalerna inversmarkbereddes före plantering. Två lokaler finns på åkermark nära kusten i Norrland och preparerades mot ogräs före plantering. Försökslokalernas placering framgår av Tabell 2 och Figur 6.

Fördelningen av antalet försök i nord-sydlig riktning motiveras av att vi bedömer att värdet av gråalodling kommer att bli störst i Norrland, men även längre söderut kan gråal bli intressant på vissa lokaler. Gråal testas sålunda på samtliga lokaler medan hybridal, som planteras ut i mindre skala under 2016, förväntas vara mindre hårdig och testas därför endast på de två sydligaste latituderna samt eventuellt vid kusten på latitud 62°.

Tabell 2.

Försökslokaler i projektet *Gråal och hybridal – en potential för ökad energiinriktad produktion i Sverige*. Latitud och longitud anges enligt WGS84 med decimaler.

Ägoslag	Position	Lat. (°N)	Long. (°Ö)	Alt. (m.ö.h.)	Lokal	Avd. (antal)	Avd. storlek (rader × pos.)
Skogsmark	Inland	64,17	19,38	255	Vindeln – F814	23	6 × 10
Skogsmark	Kust	64,17	20,85	38	Robertsfors – F813	24	6 × 10
Jordbruksmark	Kust	63,88	20,20	70	Tjälamark – F815	24	6 × 10
Jordbruksmark	Kust	63,53	19,01	155	Gideå – F817	41	6 × 10
Skogsmark	Kust	62,86	17,58	270	Kramfors – F816	39	6 × 10
Skogsmark	Inland	62,47	15,93	230	Ljungaverk – F818	40	6 × 10
Skogsmark	Inland	59,60	13,03	100	Bunäset – F1456	30	8 × 12
Skogsmark	Inland	57,69	15,14	265	Skrubban – F1455	24	10 × 12



Figur 6.
Placering av de 8 försökslokalerna med gråal. På de två sydligaste lokalerna kommer även hybridall att planteras.

Nedan följer en beskrivning av de åtta försökslokalerna från norr till söder. Foton har tagits under planteringsåret och kartorna har hämtats från bl.a. Lantmäteriet.

Vindeln (F814)

Försöket F814 utanför Vindelns (64,17 °N; 19,38 °O) har anlagts drygt 4 km SSV om Ottonträsk vid Umeälven (Figur 7 och 8). Det ligger på höger hand längs vägen mellan Ottonträsk och Sundö, 255 m.ö.h. Skogsmarken är av blåbärstyp och sluttar svagt OSO mot vägen. Marken är frisk med kortare perioder av översilning. Jordarten är sandig morän och jorddjupet är mäktigt. Det tidigare beståndet bestod av tall och ståndortsindex är T21. I sydost förekommer fuktigare partier. Försöket består av 23 avdelningar som är placerade enligt Figur 9. Totalt sattes 1 371 plantor.



Figur 7.
Försök F814 Vindeln 14 juli 2015. Foto: L. Rytter.



Figur 8.
Översiktskarta. Försök F814 Vindeln.



Figur 9.
Försök F814 Vindeln. Detaljkarta med avdelningar.

Robertsfors (F813)

Försök F813 Robertsfors (64,17 °N; 20,85 °O) ligger längs vägen som följer Rickleån söderut från Robertsfors (Figur 10). Avståndet till Robertsfors centrum är knappt 3 km (Figur 11). Lokalen ligger 38 m.ö.h. på ett flackt parti väster om Rickleån och består av en fuktig skogsmark av blåbärstyp. Översilning saknas och marken är en sandig morän med mäktigt jorddjup. Lokalen har dikats vid ett tidigare tillfälle och ståndortsindex har uppskattats till G19. Det finns 24 avdelningar i försöket med inledningsvis totalt 1 398 plantor (Figur 12).



Figur 10.
Försök F813 Robertsfors den 14:e juli 2015. Foto: L. Rytter.



Figur 11.
Översiktskarta. F813 Robertsfors.



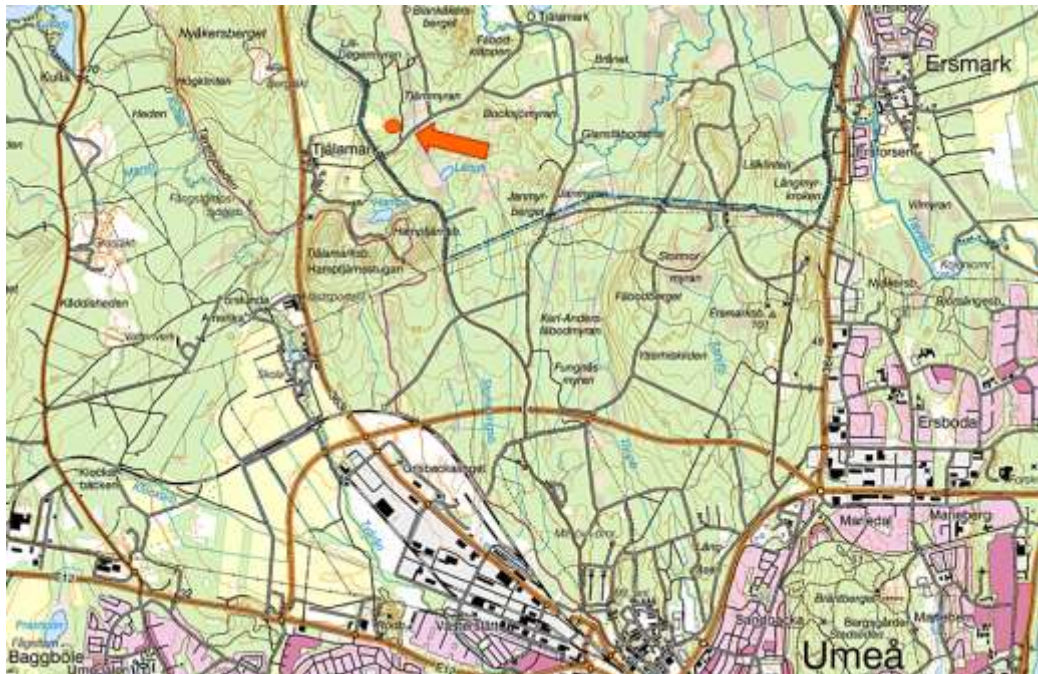
Figur 12.
F813 Robertsfors. Detaljkarta med respektive avdelning.

Tjälamark (F815)

Försöket (63,88 °N; 20,20 °O) ligger 7 km NNV om Umeå centrum på försvarrets mark, 70 m.ö.h. (Figur 13 och 14). Det nås enklast genom att följa väg 363 norrut från Umeå till Tjälamark och där åka rakt österut på en av småvägarna. Marken är en tidigare jordbruksmark som hade en ymnig gräsväxt vid planteringsstillfället. Därför rullades 1 m bred barkduk ut i raderna och förankrades i marken. Hål gjordes i duken där plantorna sattes. Marken är humifierad torv med mäktigt jorddjup där översilning saknas. Dikning har skett tidigare och vegetationstypen är bredbladigt gräs. Ståndortsindex har uppskattats till G21. Försöket delades in i 24 avdelningar (Figur 15) och 1 365 plantor sattes.



Figur 13.
Försök F815 Tjälamark den 14:e juli 2015. Foto: L. Rytter.



Figur 14.
Översiktskarta. F815 Tjälamark.



Figur 15.
F815 Tjälamark. Detaljskiss med de 24 avdelningarna.

Gideå (F817)

Försöket (63,53 °N; 19,01 °O) har anlagts på en jordbruksmark vid Gammåkern (Figur 16) knappt 6 km NNV om Gideå samhälle (Figur 17). Marken var väl förberedd med god ogräsbekämpning. Försöket har också hägnats på begäran och bekostnad av markägaren. Gråalförsöket finns på den södra delen av jordbruksmarken, 155 m.ö.h. Den norra används för ett blandskogsprojekt under ledning av SLU. Försöket ligger på en frisk moig sedimentmark med översilning under kortare tid. Jorddjupet är mäktigt och lokalen har en västlig exponering. Fältskikt saknas och ståndortsindex är bedömt till G24. Det finns 41 avdelningar i försöket (Figur 18) där det totalt planterades 2 228 gråalplantor.



Figur 16.
Försök F817 Gideå den 15:e juli 2015. Foto: L. Rytter.



Figur 17.
Översiktskarta. F817 Gideå.



Figur 18.
Försök F817. Detaljkarta med de 41 avdelningarna.

Kramfors (F816)

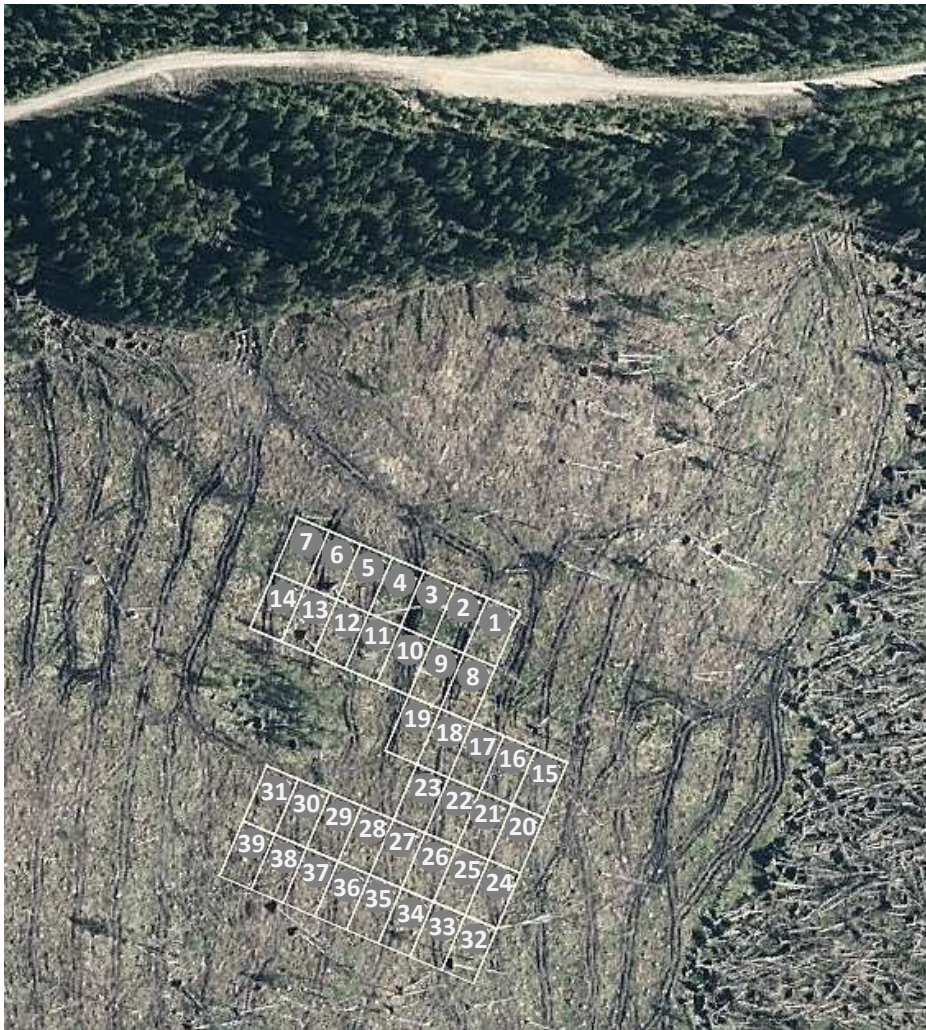
Försök F816 Kramfors (62,86 °N; 17,58 °O) ligger isolerat ute i skogen i det s.k. Finnmarkenområdet (Figur 19). Läget är ca 14 km SV om Kramfors och 270 m.ö.h. (Figur 20). För att komma till försöket nyttjas den allmänna väg som utgår vid avfarten från riksväg 90 vid Fiskja och följer den ned till Kvisle, där riktningen är höger in på en skogsbilväg. Efter knappt 5 km görs en vänstersväng över Rislandsån och sedan höger där vägen delar sig. Försöket ligger sedan 500 m längre fram till vänster uppe på sluttningen. Skogsmarken är en fuktig grovmo/sandig morän med längre tids översilning. Området är fuktigare i NV och mera av frisk karaktär i SO. Vegetationstypen är blåbär, jorddjupet är mäktigt och ståndortsindex har bedömts till G19. Det finns 37 avdelningar i försöket (Figur 21) med inledningsvis 2 218 gråalplantor.



Figur 19.
Försök F816 Kramfors den 15:e juli 2015. Foto: L. Rytter.



Figur 20.
Översiktskarta. F816 Kramfors.



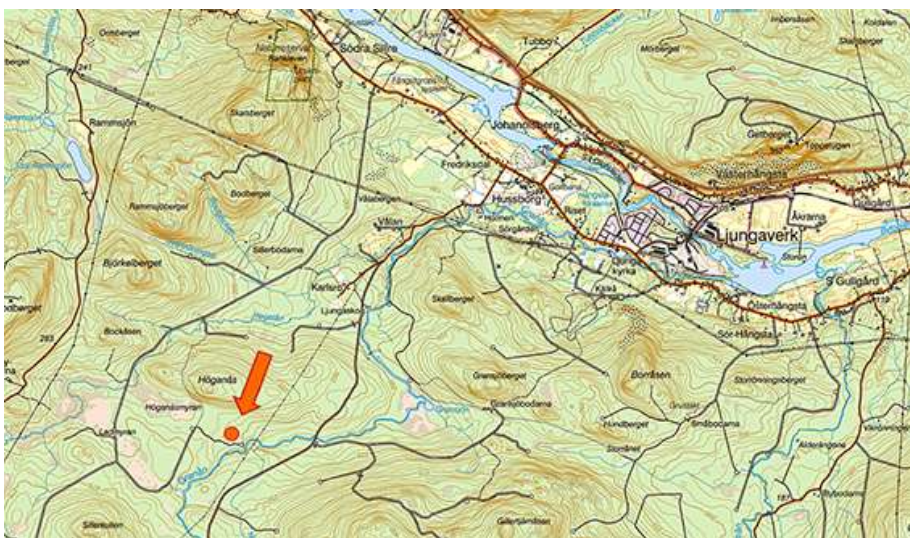
Figur 21.
F816 Kramfors. Detaljkarta med respektive avdelning.

Ljungaverk (F818)

Försök F818 Ljungaverk (62,47 °N; 15,93 °O) ligger 7 km VSV om Ljungaverk rakt ut i skogen (Figur 22). Försöket nås genom att följa vägen söder om Ljungan och svänga vänster uppför sluttningen strax före berget Renkleven. Sedan följs vägen ”rakt” fram ända till vändplatsen (Figur 23). Längst bort går en mindre väg till höger. Genom att följa den ut på hygget hamnar man söder om själva försöket som befinner sig 230 m.ö.h. Försöket ligger på frisk skogsmark av blåbärstyp där översilning saknas. Jordarten är sandig-moig morän med mäktigt jorddjup. Ståndortsindex är satt till G22. Försöket har 43 avdelningar (Figur 24) och totalt planterades 2 242 gråalar.



Figur 22.
Försök F818 Ljungaverk den 16:e juli 2015. Foto: L. Rytter.



Figur 23.
Översiktskarta. F818 Ljungaverk.



Figur 24.
F818 Ljungaverk. Detaljkarta med de 40 avdelningarna.

Bunäset (F1456)

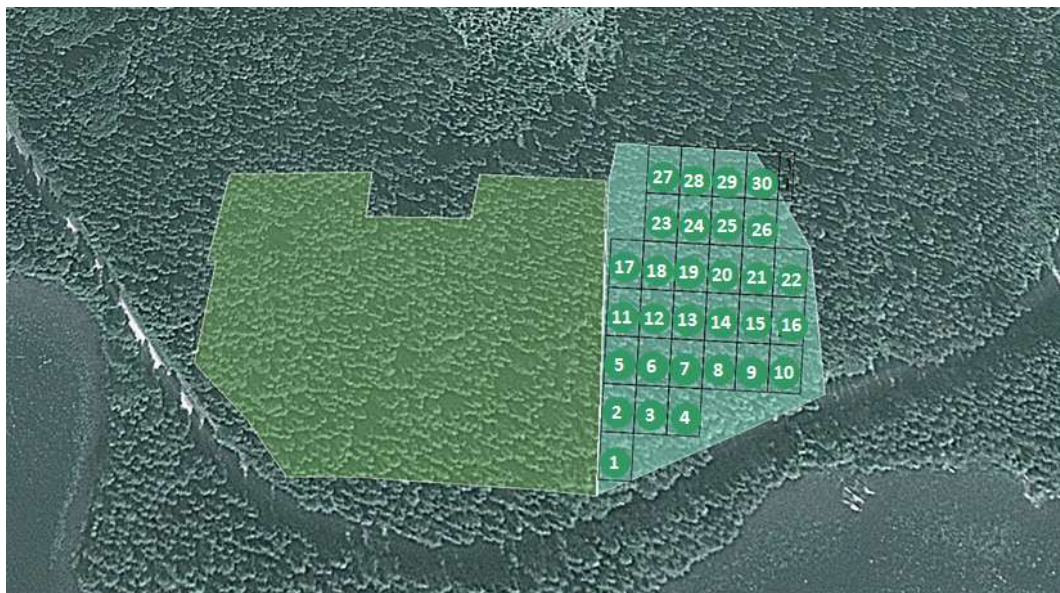
Försök F1456 Bunäset (59,60 °N; 13,03 °O) ligger 20 km NV om Kil på norra sidan av sjön Säveln (Figur 25 och 26). Marken, som ligger i söderläge på 100 m.ö.h. är en fuktig skogsmark med sandig-moig morän och med ett märkt jorddjup. Lokalen har ett ståndortsindex på G28 och försöket består av 30 avdelningar (Figur 27). Totalt sattes 2 791 plantor.



Figur 25.
Försök F1456 Bunäset den 1:a december 2015. Foto: T. Hjerpe.



Figur 26.
Översiktskarta. F1456 Bunäset.



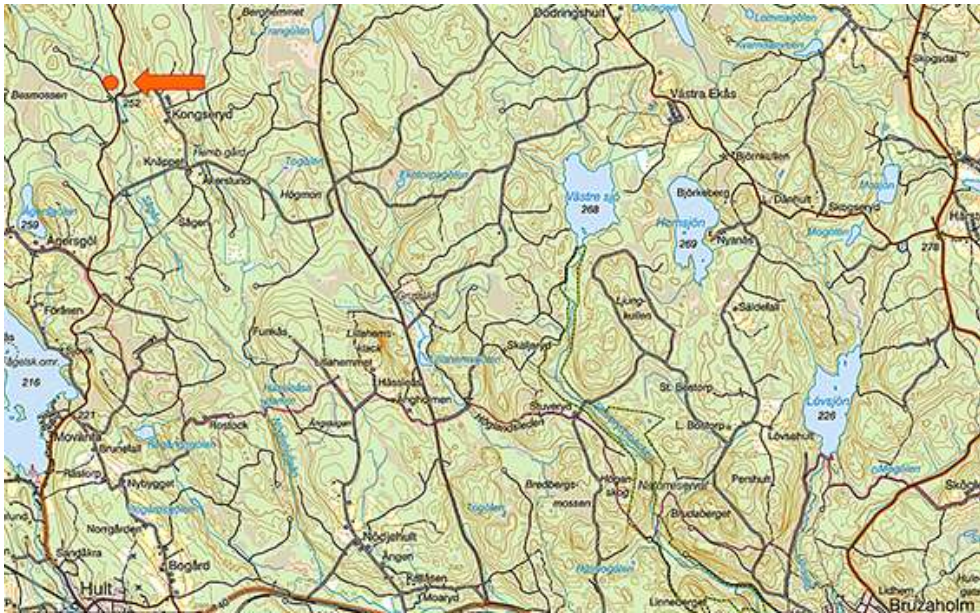
Figur 27.
F1456 Bunäset. Detaljkarta med respektive avdelning.

Skrubban (F1455)

Försök F1455 Skrubban (57,69 °N; 15,14 °O) ligger strax väster om Kongseryd och 10 km NV om Bruzaholm (Figur 28 och 29). Marken är frisk med översilning under kortare perioder och sluttar mot NO. Jordarten är sandig-moig morän och jordmånen podsol med 3 cm blekjord och 5–6 cm tjockt humuslager. Lokalen ligger 265 m.ö.h. och ståndortsindex är G28. Tidigare bestånd utgjordes av en rötskadad blandskog med tall och gran. Försöket består av 24 avdelningar placerade enligt Figur 30. Vid planteringen sattes 2 656 gråalplantor.



Figur 28.
Försök F1455 Skrubban den 8:e september 2015. Foto: F. Nilsson.



Figur 29.
Översiktskarta. F1455 Skrubban.



Figur 30.
F1455 Skrubban. Detaljkarta med avdelningarna 1–24.

Mätningar – kombinerad genetisk testning och produktionsbestånd

De åtta försöken har designats så att de även fungerar som produktionsbestånd i framtiden. Det innebär att den här projektperioden utgör upptakten på en mer långsiktig försöksserie, som efter studier av bl.a. produktion så småningom avslutas med att studera den naturliga föryngringen i form av rot- och eventuellt stubbskott.

Försöken kommer att följas under 15 till 20 år varvid överlevnad noteras och mätningar görs på varje enskilt träd avseende tillväxt, vitalitet, stamkvalitet och skador (klimat, insekter och svamp t.ex. *Phytophthora*). Sannolikt kan ett relativt säkert urval av bra individer inom de bästa familjerna göras efter ca 10 års tillväxt. Det grundas på vår erfarenhet från motsvarande tester med björk. De utvalda individerna bör förutom att vara högproduktiva och vitala även ha en god förmåga att skjuta rotskott efter slutavverkning. För att studera skillnader i skottskjutningsförmåga kommer något av försöken att avverkas tidigt i samband med urvalet av bra individer.

Den överlappande försöksdesignen med lokaler från norr till söder i olika miljöer och med gemensamma testmaterial möjliggör en prognos av familjernas klimatanpassning, vilket är av stort intresse inte minst vid en framtida klimatförändring. Dessutom erhålls information om eventuella samspel mellan testlokal och familj. Ett sådant samspel skulle t.ex. kunna innebära att vissa familjer ska användas i kustlandet och andra i inlandet.

Inventering efter planteringssäsongen

På hösten efter plantering utfördes en inventering av överlevnad, höjd och vitalitet i samtliga försök (Tabell 3). Inventeringen visade att överlevnaden är hög. Den var på lokalbasis 95–98 %. Plantorna var genomgående högre i de norrländska försöken, i snitt 67–81 cm, än i de båda sydliga försöken där höjden var 42 respektive 53 cm i medeltal. Skillnader i planthöjd kan härledas till att de norrländska plantorna var större vid utplanteringen.

Tabell 3.

Resultat från mätning hösten 2015 (en säsong tillväxt i fält) fördelat på försökslokal och landsdel eller land varifrån sorterna kommer (Ursprungsregion). För varje försök anges "Antal sorter" som avser antalet familjer (testade plusträd), "Antal plantor" som avser totala antalet planterade plantor, "Överlevnad" som avser överlevnad i % efter en vegetationsperiod och "Höjd" som avser totala höjden per planta i cm efter samma period. Latitud och longitud anges enligt WGS84 med decimaler.

Försök	Ägoslag	Lat.	Variabel	Ursprungsregion					Alla
				Long.	Norrland	Svealand	Götaland	Estland	
F814 Vindeln	Skogsm, inland	64,17 19,38	Antal sorter	56	42	12	7	4	121
			Antal plantor	671	475	115	67	43	1 371
			Överlevnad (%)	98	99	95	100	97	98
			Höjd (cm)	66	71	61	73	64	67
F813 Robertsfors	Skogsm, kust	64,17 20,86	Antal sorter	56	42	13	7	4	122
			Antal plantor	682	480	118	73	45	1398
			Överlevnad (%)	98	98	93	100	90	97
			Höjd (cm)	65	73	70	69	63	68
F815 Tjälamark	Jordbr m, kust	63,88 20,22	Antal sorter	56	42	11	7	4	120
			Antal plantor	656	485	112	71	41	1 365
			Överlevnad (%)	97	96	92	93	90	96
			Höjd (cm)	92	95	84	91	82	92
F817 Gideå	Jordbr m, kust	63,53 19,01	Antal sorter	46	48	63	25	15	197
			Antal plantor	558	541	710	260	159	2228
			Överlevnad (%)	98	95	94	97	90	95
			Höjd (cm)	85	84	78	82	77	81
F816 Kramfors	Skogsm, kust	62,86 17,58	Antal sorter	46	48	63	25	15	197
			Antal plantor	551	542	708	267	150	2 218
			Överlevnad (%)	98	98	95	97	96	97
			Höjd (cm)	68	72	68	70	59	69
F818 Ljungaverk	Skogsm, inland	62,47 15,93	Antal sorter	46	48	63	25	15	197
			Antal plantor	545	551	730	270	146	2 242
			Överlevnad (%)	99	98	94	97	94	96
			Höjd (cm)	70	72	71	73	65	71
F1456 Bunäset	Skogsm, inland	59,60 13,03	Antal sorter	45	56	66	25	15	207
			Antal plantor	605	741	904	338	203	2 791
			Överlevnad (%)	99	99	97	98	100	98
			Höjd (cm)	49	54	52	59	61	53
F1455 Skrubban	Skogsm, inland	57,69 15,14	Antal sorter	45	56	66	25	15	207
			Antal plantor	387	752	909	351	209	2 608
			Överlevnad (%)	98	99	97	99	99	98
			Höjd (cm)	37	43	42	49	48	43

Gråal och hybrid i framtiden

Om allt går enligt plan kommer försöken att resultera i ett selekterat odlingsmaterial av gråal för kommersiellt bruk. Detta kan produceras på två sätt:

- 1) Som plantor från förädlad frö i fröplantager med ympar av de bästa individerna i de bästa familjerna. Om det finns intresse för att göra ytterligare genetiska förbättringar kan de utvalda individerna även användas som föräldrar till en ny förädlingsgeneration;
- 2) Som vegetativt förökade plantor av de bästa individerna för massförökning av kloner som saluförs i form av en klonblandning på samma sätt som t.ex. hybridasp. Om hybridalen skulle visa sig vara bra, så är det vegetativ förökning som kommer användas.

Referenser

- Bernle, K. 2014. Gråalen kan bli nytt biobränsle. *Skogen* 12/2014: 34–35.
- Børset, O. & Langhammer, A. 1966. Vekst og produksjon i bestand av gråor (*Alnus incana*). *Meldinger fra Norges Landbruks-høgskole* 45.24, 35 s.
- Daugavietes, M., Daugaviete, M. & Bisenieks, J. 2009. Management of grey alder (*Alnus incana* Moench.) stands in Latvia. In: *Engineering for Rural Development*, Proceedings of the 8th International Scientific Conference, 28–29 May 2009, Latvia University of Agriculture, Jégova, pp. 229–234.
- Elowson, S. & Rytter, L. 1993. Spatial distribution of roots and root nodules and total biomass production in a grey alder plantation on sandy soil. *Biomass and Bioenergy* 5: 127–135.
- Ericsson, T. & Lindsjö, I. 1981. Tillväxtens pH-beroende hos några energiskogsarter. SLU, Proj. ESO, Tekn. Rapp. 11, Uppsala, 7 s.
- Granhall, U. & Verwijst, T. 1994. Grey alder (*Alnus incana*) – a N₂-fixing tree suitable for energy forestry. In: *Biomass for Energy and Industry* (D.O. Hall, G. Grassi & H. Scheer eds.), 7th EC Conf., Ponte Press, Bochum, Germany, pp. 409–413.
- Hjältén, J. & Palo, T. 1992. Selection of deciduous trees by free ranging voles and hares in relation to plant chemistry. *Oikos* 63: 477–484.
- Hytönen, J. & Saarsalmi, A. 2009. Long-term biomass production and nutrient uptake of birch, alder and willow plantations on cut-away peatland. *Biomass and Bioenergy* 33: 1197–1211.
- Johansson, T. 2005. Stem volume equations and basic density for grey alder and common alder in Sweden. *Forestry* 78: 249–262.
- Lindberg, A. & Werner, M. 1998. *Hantering av lövträdsfrö från skörd till sådd*. SkogForsk,Handledning, Uppsala, 44 s.
- Ljunger, Å. 1959. Al och alförädling. *Skogen* 5: 1–7.
- Ljunger, Å. 1972. Artkorsning och polyploidiförädling inom släktet *Alnus*. Skogshögskolan, Lic. avhandl. i skogsgenetik, stencil, Stockholm, 67 s.
- Löhmus, K., Mander, Ü., Tullus, H. & Keedus, K. 1996. Productivity, buffering capacity and resources of grey alder forests in Estonia. Swed. Univ. Agric. Sci., Dept. Short Rotation Forestry, Rep. 57, Uppsala, pp. 95–105.
- Mizaras, S., Sadauskiene, L. & Mizaraite, D. 2011. Cost and profitability of biofuel chipping in *Alnus incana* stands in Lithuania. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26: 154–160.
- Rytter, L. 1995. Effects of thinning on the obtainable biomass, stand density, and tree diameters of intensively grown grey alder plantations. *Forest Ecology and Management* 73: 135–143.
- Rytter, L. 2004. Produktionspotential hos asp, björk och al. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 62 s.
- Rytter, L., Slapokas, T. & Granhall, U. 1989. Woody biomass and litter production of fertilized grey alder plantations on a low-humified peat bog. *Forest Ecology and Management* 28: 161–176.
- Rytter, L., Arveby, A.S. & Granhall, U. 1991. Dinitrogen (C₂H₂) fixation in relation to nitrogen fertilization of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) plantations in a peat bog. *Biology and Fertility of Soils* 10: 233–240.
- Rytter, L., Sennerby-Forsse, L. & Alriksson, A. 2000. Natural regeneration of grey alder (*Alnus incana* [L.] Moench.) stands after harvest. *Journal of Sustainable Forestry* 10: 287–294.

- Saarsalmi, A., Palmgren, K. & Levula, T. 1985. [Biomass production and nutrient and water consumption in an *Alnus incana* plantation.]. *Folia Forestalia* 628, 24 p.
- Saarsalmi, A.; Palmgren, K. & Levula, T. 1991. [Biomass production and nutrient consumption of the sprouts of *Alnus incana*.] *Folia Forestalia* 768, 25 p.
- Saarsalmi, A.; Palmgren, K. & Levula, T. 1992. [Biomass production and nutrient consumption of *Alnus incana* and *Betula pendula* in energy forestry]. *Folia Forestalia* 797, 29 p.
- Schrötter, H. 1983. Waldbaulich-ertragskundliche Untersuchungen an Weisserle (*Alnus incana* (L.) Moench) im Jungpleistozän der DDR. *Beiträge für die Forstwirtschaft* 17: 89–102.
- Sennerby-Forsse, L. 1982. Älg eller sälg. *Forskning och Framsteg* 7: 12–15.
- Stener, L.-G. 2007. Utvärdering av sydsvenska avkommeförsök med klibbal. Skogforsk, Arbetsrapport nr 649, Uppsala, 43 s.
- Stener, L.G. 2013. Plusträdkloner av klibbal. Avelsvärdering baserad på S21F9851301 Yxkullund, S21F9851302 Striberg och S21F9851303 Brunsberg. Skogforsk Avelsvärderingsrapport Nr 144, Uppsala, 24 s.
- Stener, L.-G. & Jansson, G. 2005. Improvement of *Betula pendula* by clonal and progeny testing of phenotypically selected trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 292–303.
- Tullus, H., Keedus, K., Uri, V., Mander, K. & Lõhmus, K. 1996. Sustainable forest management in grey alder stands as energy and buffer forests in Estonia. USDA North Central Forest Experiment Station, General Technical Report NC-186, pp. 92–101.
- Uri, V., Lõhmus, K. & Tullus, H. 2004. The budget of demand for nitrogen in grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) plantation on abandoned agricultural land in Estonia. *Baltic Forestry* 10: 12–18.
- Uri, V., Lõhmus, K., Kiviste, A. & Aosaar, J. 2009. The dynamics of biomass production in relation to foliar and root traits in a grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) plantation on abandoned agricultural land. *Forestry* 82: 61–74.
- Utkin, A.I., Gul'be, Y.I., Ermolova, L.S., Kaplina, N.F. & Rozhdestvensky, S.G. 1987. Primary productivity of birch, aspen, grey alder stands in Yaroslavl province (USSR) as an example of production invariability of the vegetation cover. Proc. IUFRO Proj. Grp P1.09.00, *Integrated Research in Biomass for Energy*, pp. 29–38. Ljubljana, Yugoslavia, 1986. Swed. Univ. Agric. Sci., Sect. Energy Forestry.
- Vi Skogsägare 2013. Skogforsk efterlyser gråalar. *Vi Skogsägare* 3/13: 53.

Arbetsrapporter från 2015

År 2015

- Nr 856 Widinghoff, J. 2015. Logistiklösning för delkvistat sortiment – Lätta skyddsplåtar på virkesbilar för transport av träddeklar och delkvistade sortiment. – Lightweight side-shields on timber trucks transporting partly delimbed energy wood. 15 s.
- Nr 857 Hannrup B, Bhuiyan N. Möller J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. – Nationwide evaluation of a system for automated follow-up of thinning. 56 s.
- Nr 858 Frisk, M., Rönnqvist, M. & Flisberg, P. 2015. Vågrust – Projektrapport. 2015. – Vågrust – Project Report. 48 s.
- Nr 859 Asmoarp, V. & Jonsson, R. 2015. Fokusveckor 2014. Bränsleuppföljning för tre fordon inom ETT-projektet, ST-RME, ETT1 och ETT2. – Monitoring fuel consumption of three rigs in the ETT project: ST-RME, ETT1 and ETT2 42 s.
- Nr 860 Johannesson, T. 2015. Ny teknik för askåterföring i skogsmark. – New technology for ash recycling on forest floor. 14 s.
- Nr 861 Asmoarp, V., Nordström, M. & Westlund, K. 2015. Stämmer väglagervolymer? – En fallstudie inom projektet “Skogsbrukets digitala kedja”. 17 s.
- Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. 38 s.
- Nr 863 Jonsson, R. 2015. Prestation och kvalitet i blädning med skördare och skotare. – Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder. 27 s.
- Nr 864 Englund, M., Adolfsson, Niklas., Mörk, A., & Jönsson, P. 2015. Distribuerad arbetsbelysning – LED öppnar nya möjligheter för belysning hos arbetsmaskiner. – Distributed work lighting – LED lamps improve lighting on forest and agricultural machines. 20 s.
- Nr 865 Hofsten von, H. & Funck, J. 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. – HCT, heavier vehicle, truck design, ST, ETT. 28 s.
- Nr 866 Fridh, L. 2015. Utvärdering av fukthaltsmätare PREDIKTOR Spektron Biomass. – Evaluation of the Prediktor Spektron Biomass moisture content analyser. 10 s.
- Nr 867 Fridh, L. & Öhgren, J. 2015. Förstudie Automatisk skäppmätning av flis med laser.
- Nr 868 Eriksson, A., Hofsten von, H. & Eliasson, L. 2015. Systemkostnader, logistik och kvalitetsaspekter för sju försörjningskedjor för stubbränslen. – System costs, logistics and quality aspects relating to seven supply chains for stump fuel. 29 s.
- Nr 869 Englund, M., Lundström, H., Brunberg T. och Löfgren, B. Utvärdering av Head up-display för visning av apteringsinformation i slutavverkning. 15 s.
- Nr 870 Löfroth, C. 2015. ETTaero – En förstudie av aerodynamisk utformning av skogsfordon.
- Nr 871 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Hjerpe, T. och Sonesson, J. 2015. Skadeförekomst efter tidig gallring. – Damage after early thinning. 14 s.
- Nr 872 Fogdestam, N. & Löfroth, C. 2015 ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon. – ETTdemo, demonstration of ETT- and ST-vehicles. 34 s.
- Nr 873 Fridh, L. 2015. Produkttegenskaper för skogsbränsle. – Förslag till indelning, struktur och definitioner. – Forest fuel product characteristics- proposal for categories, structure and definitions. 46 s.

- Nr 874 Enström, J. 2015. Möjligheter till inrikes sjötransporter av skogsbränsle. – Possibilities for coastal maritime transport of forest fuel in Sweden. 22 s.
- Nr 875 Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av låg skärmar av björk. – Harvest of forest fuel when birch shelterwoods are removed. 15 s.
- Nr 876 Jacobson, S. 2015. Lågskärm av björk på granmark – Modellerings av beståndsutveckling och ekonomisk analys. – The use of birch as a shelter in young Norway spruce stands – Modelling stand development and economic outcome. 39 s.
- Nr 877 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Englund, M. & Ekelund, F. 2015. Sektionsgallring en arbetmetod för täta klena gallringar. – Thinning in Sections – a work method for small-tree harvest. 17 s.
- Nr 878 Eliasson, L. & Nilsson, B. 2015. Skotning av GROT direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring. – Forwarding of logging residue immediately after felling or after stor age on the clear-cut. – Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content. 10 s.
- Nr 879 Eriksson, B., Widinghoff, J., Norin K. & Eliasson, L. 2015. Processkartläggning – Ett verktyg för att förbättra försörjningskedjor. – Process mapping – a tool for improving supply chains.
- Nr 880 Möller, J.J., Nordström, M. & Arlinger, J. 2015. Förbättrade utbytesprognoser. – En förstudie genomförd hos SCA, Sveaskog och Södra. – Improved yield forecasts – a pilot study by SCA, Sveaskog and Södra. 14 s.
- Nr 881 von Hofsten, H. 2015. Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar. – Payload weighing using onboard scales connected to the air suspension of trucks. 10 s.
- Nr 882 Rosvall, O., Kroon, J. & Mullin, T.J. 2015. Optimized breeding strategies at equivalent levels of population diversity.
- Nr 883 Andersson, G. & Frisk, M. 2015. Jämförelse av prioriterat funktionellt vägnät och skogsbrukets faktiska transporter.
- Nr 884 Hannrup, B., Andersson, M., Henriksen, F., Högdahl, A., Jönsson, P. & Löfgren, B. 2015. Utvärdering av V-Cut – en innovation med potential att minska förekomsten av kapsprickor. – Evaluation of V-Cut – an innovative saw bar with potential to reduce the occurrence of bucking splits. 32 s.
- Nr 885 Willén E. & Andersson, G. 2015. Drivningsplanering. En jämförelse mellan sju skogsföretag – A comparison of seven forest companies 2015. 31 s. + Bilaga 2-8.
- Nr 886 Johansson, F. 2015. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon 2014. – Continual monitoring of fuel consumption and load utilisation of ETT and ST vehicles 21 s.
- Nr 887 Högberg, K.A. 2015. Selektionseffekter vid förökning av gran med somatisk embryogenes. – Selection effects of somatic embryogenesis in propagation of Norway spruce. 11 s.
- Nr 888 Enström, J. & von Hofsten, H. 2015. ETT-Chips 74-tonne trucks – Three 74-tonne chip trucks monitored in operation over one year. 23 s.
- Nr 889 Rytter, L., Stener, L.G. 2015. Gråal och hybrid alder.-En potential för ökad energiinriktad produktion i Sverige. – Grey alder and hybrid alder-Potentials for increased biomass production for energy in Sweden. 28 s.
- Nr 890 Asmoarp, V. & Enström, J. 2015. Fokusveckor 2015-Bränsleuppföljning för ETT 74 tons flisfordon inom projektet ETT-Flis. – Focus Weeks 2015 Monitoring fuel consumption of a 74-tonne chip truck in the ETT project.
- Nr 891 Johannesson, T., Enström J. & Ohls, J. 2015. Test av paraffinolja för att motverka fastfrysning av flis i containrar. – Test of paraffin oil to prevent wood chips freezing onto surfaces in steel containers. 5 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Från Skogforsk nr. 889-2015



www.skogforsk.se