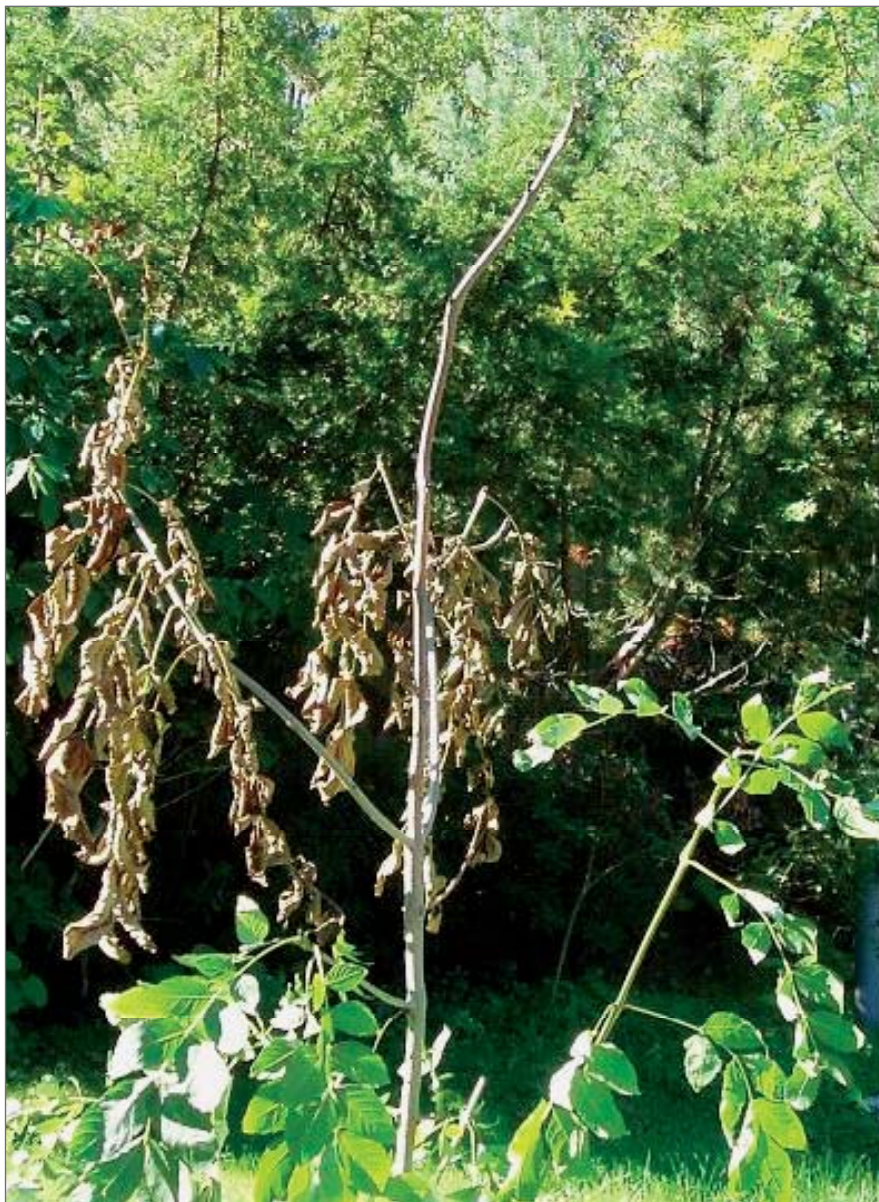


ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 648 2007



Studie av klonskillnader i känslighet för askskottsjuka

Lars-Göran Stener

Ämnesord: Ask, askskottsjuka, kloner, Sydsverige.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, 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.

Innehåll

Bakgrund	2
Material och Metod.....	2
Resultat och diskussion	6
Slutsatser	10
Erkännande	11
Referenser	11
Bilaga 1 Predikterade relativa genotypvärden.....	13

Bakgrund

Under de senaste fyra åren har man uppmärksammat en tydlig försämring av askens (*Fraxinus excelsior*) vitalitet i södra Sverige. Skadorna orsakas av en ny-identifierad svamp som fått namnet *Chalara fraxinea*. Svampen angriper innerbarken och när skadan nått runtom stammen stryps näringstillförseln. Primärt är det unga skott som angrips. På våren ser man att fjolårsskottens knoppar förblir outvecklade och skotten är rödaktiga eller bruna. Under sommaren kan angreppen spridas vidare i grenarna och slutligen nå stammen, där kräftsår kan utvecklas. Under tillväxtåret kan dessutom nya angrepp uppstå på årets nya skott som då vissnar (se <http://www-skogsskada.slu.se>).

Både unga och äldre träd drabbas. Liknande angrepp har iakttagits i Litauen och Polen sedan 10 år tillbaka. Enligt polska uppskattningar kan 80 % av deras askar ha dött. Sjukdomen verkar m.a.o. vara mycket aggressiv och finns sannolikt nu i Sverige utmed hela askens utbredningsområde.

År 2006 erhöll Skogforsk medel från Föreningen Skogsträdsförädling för att etablera avkommeförsök med de 100 plusträdskloner som finns i askfröplantagen i Snogeholm, Skåne. Den ursprungliga planen var att skörda frö från klonerna och odla fram plantor till fältförsök, för att avgöra de olika klonernas genetiska värde avseende tillväxt och stamkvalitet. Mot bakgrund av larmrapporterna om askskottsjukan togs beslutet att skjuta upp avkommeprövningen och istället undersöka om det finns genetiska skillnader mellan olika askkloner vad gäller känslighet för askskottsjukan. En skadeklassificering gjordes hösten 2006 och följdes sedan upp med ytterligare en inventering i augusti 2007.

Material och Metod

Med målsättning att förbättra det sydsvenska skogsodlingsmaterialet av ask, etablerades 1991–1992 en askfröplantage i Snogeholm, Skåne (Stener & Werner, 1997). Fröplantagen utgörs av 100 plusträd som valts i bestånd i Götaland. Från vart och ett av plusträden framställdes 10–60 ympar, som planterades slumpmässigt på en total areal om 7,4 ha.

I vissa delar av fröplantagen var etableringen av ymparna mycket dålig, främst p.g.a. problem med vegetation, sork och torka. Dessa delar har inte ingått i denna studie. Uppgifter om fröplantagen och det material som ingår i studien framgår av tabell 1 och 2.

Resultaten från den första skadeklassificeringen baseras på mätningar och bedömningar gjorda i mitten av september 2006, d.v.s. efter 15 års tillväxt i fält. Trots den sena tidpunkten under tillväxtsäsongen ansåg vi att bedömningen skulle vara relevant. Detta kunde dock ifrågasättas, eftersom vi efter avklarade mätningar kunde konstatera att bladverket på ca 10 % av träden hade fått höstfärger och en del träd hade t.o.m. tappat större delen av bladmassan. Vid skadebedömningen försökte visserligen förrättningsmannen att bortse från bladkronans status och i möjligaste mån grunda bedömningen enbart utifrån skador på stam och grenar. Det ansågs dock troligt att han ändå påverkades av kronans utseende (ansamlingar av vissna blad, kala grenar på träd med bladmassa). Därmed förelåg en risk för att höstfenologin (invintringsbeteendet som t.ex. kan bedömas utifrån bladens höstfärg och bladfällning), som vanligen är

starkt genetiskt styrt, kan ha inverkat på skadeklassificeringen. Av den anledningen gjordes ytterligare en skadeklassificering i mitten av augusti år 2007.

Tabell 1.
Data om fröplantagen.

Fröplantage nr	Fp-870
Län, Ort	Skåne, Snogeholm
Lat-, Longitud, Höh.	55° 32', 13° 32', 50 m
Ägoslag	F.d. åkermark
Planteringsår	1991 och 1992
Plantålder, Planttyp	Ett-åriga täckrotsympar
Antal kloner	100 st
Design	Slumpmässig plantering i totalt 12 avdelningar om 18 × 20 positioner varav 8 avdelningar (nr 4–11) ingått i denna studie.
Antal ympar per klon som ingick i studien	I medeltal 17 ympar/klon (min 6 och max 29 ympar/klon).
Planteringsförband	3,5 × 3,5 m
Total areal	7,4 ha

I analysen av tillväxt och skador ingick alla träd som var levande år 2007 och som var 13 dm eller högre. För att få ett mått på överlevnaden mellan de två inventeringarna år 2006 och 2007 gjordes en separat analys, där alla träd som var levande år 2006 inkluderades.

I tabell 3 definieras de mätta respektive bedömda egenskaperna. Alla egenskaper förutom diameter klassificerades i en relativ skala, d.v.s. ju allvarligare skada desto högre skadekod, respektive ju bättre vitalitet desto högre vitalitetskod. Bedömningen av vitalitet avsåg inte enbart askskottsjuka utan omfattade trädets generella allmäntillstånd.

Tabell 2.

Uppgifter om plusträden och om antalet ympar per klon som använts i studien. Totala antalet ympar som ingått är 1611 st. Latitud och longitud anges i decimalgrader. Beståndsnr anger det bestånd där respektive plusträd valts.

Klonnr	Bestånd Nr	Län	Lat	Long	Höh, m	Ant. ymp	Klonnr	Bestånd Nr	Län	Lat	Long	Höh, m	Ant. ymp
S21K916001	17	M	55,95	13,14	100	9	S21K916051	24	M	55,76	13,79	155	17
S21K916002	17	M	55,95	13,14	100	15	S21K916052	24	M	55,76	13,79	155	14
S21K916003	17	M	55,95	13,14	100	14	S21K916053	24	M	55,76	13,79	155	10
S21K916004	17	M	55,95	13,14	100	13	S21K916054	24	M	55,76	13,79	155	11
S21K916005	18	M	55,92	13,26	90	17	S21K926055	1	F	58,04	14,35	100	24
S21K916006	18	M	55,92	13,26	90	12	S21K926056	1	F	58,04	14,35	100	16
S21K916007	18	M	55,92	13,26	90	11	S21K926057	2	F	58,03	14,34	110	22
S21K916008	18	M	55,92	13,26	90	14	S21K926058	6	G	56,59	14,8	140	27
S21K916009	18	M	55,92	13,26	90	13	S21K926059	7	G	56,59	14,76	145	20
S21K916010	18	M	55,92	13,26	90	10	S21K926060	7	G	56,59	14,76	145	19
S21K916011	18	M	55,92	13,26	90	15	S21K926061	7	G	56,59	14,76	145	22
S21K916012	19	M	55,92	13,26	90	11	S21K926062	7	G	56,59	14,76	145	17
S21K916013	19	M	55,92	13,26	90	9	S21K926063	8	G	56,56	14,87	150	16
S21K916014	19	M	55,92	13,26	90	14	S21K926064	8	G	56,56	14,87	150	18
S21K916015	20	M	55,92	13,28	100	11	S21K926065	3	G	56,59	14,97	135	26
S21K916016	20	M	55,92	13,28	100	13	S21K926066	3	G	56,59	14,97	135	21
S21K916017	20	M	55,92	13,28	100	16	S21K926067	3	G	56,59	14,97	135	23
S21K916018	20	M	55,92	13,28	100	13	S21K926068	4	G	56,59	14,97	130	24
S21K916019	20	M	55,92	13,28	100	12	S21K926069	4	G	56,59	14,97	130	21
S21K916020	13	L	55,99	13,85	100	14	S21K926070	4	G	56,59	14,97	130	20
S21K916021	13	L	55,99	13,85	100	10	S21K926071	4	G	56,59	14,97	130	19
S21K916022	12	L	55,78	14,07	115	13	S21K926072	4	G	56,59	14,97	130	19
S21K916023	12	L	55,78	14,07	115	10	S21K926073	9	K	56,21	15,19	15	20
S21K916024	12	L	55,78	14,07	115	14	S21K926074	9	K	56,21	15,19	15	24
S21K916025	12	L	55,78	14,07	115	15	S21K926075	9	K	56,21	15,19	15	19
S21K916026	12	L	55,78	14,07	115	15	S21K926076	9	K	56,21	15,19	15	23
S21K916027	11	L	55,77	13,97	170	10	S21K926077	10	K	56,22	15,19	20	28
S21K916028	11	L	55,77	13,97	170	6	S21K926078	10	K	56,22	15,19	20	29
S21K916029	11	L	55,77	13,97	170	13	S21K926079	10	K	56,22	15,19	20	22
S21K916030	11	L	55,77	13,97	170	12	S21K926080	14	L	56,13	14,29	7	18
S21K916031	21	M	55,76	13,82	150	7	S21K926081	14	L	56,13	14,29	7	18
S21K916032	21	M	55,76	13,82	150	13	S21K926082	14	L	56,13	14,29	7	19
S21K916033	21	M	55,76	13,82	150	9	S21K926083	16	M	56,08	13,11	160	16
S21K916034	22	M	55,77	13,78	160	10	S21K926084	16	M	56,08	13,11	160	16
S21K916035	22	M	55,77	13,78	160	19	S21K926085	16	M	56,08	13,11	160	24
S21K916036	22	M	55,77	13,78	160	17	S21K926086	15	L	56,14	14,38	25	27
S21K916037	22	M	55,77	13,78	160	12	S21K926087	15	L	56,14	14,38	25	18
S21K916038	22	M	55,77	13,78	160	7	S21K926088	15	L	56,14	14,38	25	22
S21K916039	5	G	56,53	14,75	150	10	S21K926089	15	L	56,14	14,38	25	20
S21K916040	5	G	56,53	14,75	150	18	S21K926090	15	L	56,14	14,38	25	22
S21K916041	5	G	56,53	14,75	150	11	S21K926091	27	N	56,41	12,97	150	22
S21K916042	5	G	56,53	14,75	150	11	S21K926092	27	N	56,41	12,97	150	21
S21K916043	23	M	55,77	13,8	165	10	S21K926093	25	M	55,69	13,37	100	19
S21K916044	23	M	55,77	13,8	165	8	S21K926094	25	M	55,69	13,37	100	18
S21K916045	23	M	55,77	13,8	165	10	S21K926095	25	M	55,69	13,37	100	23
S21K916046	23	M	55,77	13,8	165	11	S21K926096	26	M	55,83	13,6	100	20
S21K916047	23	M	55,77	13,8	165	8	S21K926097	26	M	55,83	13,6	100	13
S21K916048	23	M	55,77	13,8	165	11	S21K926098	26	M	55,83	13,6	100	24
S21K916049	23	M	55,77	13,8	165	13	S21K926099	26	M	55,83	13,6	100	20
S21K916050	24	M	55,76	13,79	155	10	S21K926100	26	M	55,83	13,6	100	21

Tabell 3.
Definitioner av mätta och bedömda egenskaper.

Egenskap	År	Förklaring
Lev07	2007	Överlevnaden mellan inventeringarna år 2006 och 2007 klassades som 0=död och 1=levande.
D06	2006	Diameter mättes i brh (mm).
Vit06	2006	Vitalitet skattades i 4 klasser: 1=döende, 2=ej vital, 3=nedsatt, 4=vital.
Vit07	2007	Vitalitet skattades i 4 klasser: 1=döende, 2=ej vital, 3=nedsatt, 4=vital.
Ska06	2006	Skada avseende <i>Chalara fraxinea</i> . Bedömdes på skott, grenar och stam och klassades i en 10-gradig skala enligt: 0=oskadad, ... 9=mycket allvarlig skadad.
Ska07a	2007	Skada avseende <i>Chalara fraxinea</i> . Bedömdes på årsskotten, d.v.s. färska skador på bladverket och klassades i en 10-gradig skala enligt: 0=oskadad, ... 9=mycket allvarlig skada.
Ska07b	2007	Skada avseende <i>Chalara fraxinea</i> . Skada bedömdes på förra årets skott i form av torra skott och ej utslagna knoppar och klassades i en 10-gradig skala enligt: 0=oskadad, ... 9=mycket allvarlig skada.
Ska07c	2007	Skada avseende <i>Chalara fraxinea</i> . Skada bedömdes på äldre grenar och stam och klassades i en 10-gradig skala enligt: 0=oskadad, ... 9=mycket allvarlig skada.
Ap07	2007	Problem med apikal dominans (frekvens toppskiften) skattades i en 6-gradig skala enligt: 0=inga problem ... 5=mycket stora apikala problem.

Genotypvärderingen har gjorts egenskapsvis utifrån individuella trädobservationer med Best Linear Unbiased Predictors (BLUP) metodik, varvid varianskomponenterna σ_c^2 och σ_e^2 skattades (Proc Mixed, SAS, 1997). Dessa användes för skattning av heritabiliteter och genotypiska variationskoefficienter för respektive egenskap (se nedan). Följande statistiska modell har använts:

$$y_{ijkn} = \mu + b_i + c_j + s_k + e_{ijkn}, \text{ där}$$

- y_{ijkn} = observation n, i block i för klon j i bestånd k
- μ = försöksmedelvärde
- b_i = fix effekt av block i
- c_j = slumpmässig effekt av klon j, NID($0, \sigma_c^2$)
- s_k = fix effekt av bestånd k
- e_{ijkn} = slumpmässig felterm av observation ijk, NID($0, \sigma_e^2$)

För att testa beståndets inverkan på parameterskattningen inkluderades (s_k) i modellen ovan. Beräkningar av genetiska korrelationer och genotypiska värden har dock baserats på en reducerad modell, d.v.s. där s_k utgått. Eftersom det fanns ett starkt samband mellan skadeegenskaperna och diameter användes ytterligare en modell för att kontrollera huruvida de skattade genotypvärdena (klonvärdena) förändrades om D06 infördes som en covariat i modellen enligt:

$$y_{ijk} = \mu + b_i + c_j + d \cdot D06_{ijk} + e_{ijk}, \text{ där}$$

- y_{ijk} = observation k, i block i för klon j
- μ = försöksmedelvärde
- b_i = fix effekt av block i
- c_j = slumpmässig effekt av klon j, NID($0, \sigma_c^2$)
- d = regressionskoefficient
- $D06_{ijk}$ = diameter år 2006
- e_{ijk} = slumpmässig felterm av observation ijk, NID($0, \sigma_e^2$)

Genetiska parametrar tolkades som $\sigma_G^2 = \sigma_c^2$ och $\sigma_E^2 = \sigma_e^2$, där

$$\begin{aligned}\sigma_G^2 &= \text{den genotypiska variansen mellan kloner} \\ \sigma_E^2 &= \text{miljövariansen}\end{aligned}$$

Heritabiliteten skattades för respektive egenskap genom uttrycket $H^2 = \sigma_G^2 / \sigma_P^2$, där

$$\sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$$

Genetiska korrelationer mellan olika egenskaper skattades med REML-metodik via programmet ASREML (Gilmour m.fl. 1999) genom uttrycket $r_G = \sigma_{c1c2} / (\sigma_{c1} \cdot \sigma_{c2})$, där

$$\begin{aligned}\sigma_{c1c2} &\text{ är den genotypiska kovariansen mellan egenskap 1 och 2} \\ \sigma_{c1} \text{ och } \sigma_{c2} &\text{ är den genotypiska standardavvikelsen för egenskap 1 respektive 2}\end{aligned}$$

Den genotypiska variationskoefficienten beräknades som $CV_G = \sigma_c \cdot 100 / X$, där X är det fenotypiska medelvärdet.

Samtliga egenskaper var relativt väl normalfördelade, men det gjordes även en analys där samtliga klassade egenskaper transformerades till "normal score-skala" före beräkningarna (Gianola & Norton, 1981). Resultaten mellan analyser där transformerade respektive ursprungliga värden användes var dock mycket lika, varför endast de ursprungliga, ej transformerade värdena redovisas.

Resultat och diskussion

Resultat från den genetiska parameterskattningen presenteras i tabell 4. I bilaga 1 redovisas de enskilda genotypvärdena för olika egenskaper.

Tabell 4.
Skattade medelvärden, standardavvikelse, heritabilitet (H^2), dess medelfel, genotypisk variationskoefficient (CV_G , %) samt signifikansnivån för beståndseffekten (s_k) för olika egenskaper.

Tabell 4a.
Modell med beståndseffekt.

	Lev07	D06	Vit06	Vit07	Ska06	Ska07a	Ska07b	Ska07c	Ap07
Enhet	(0-1)	mm	(1-5)	(1-5)	(0-9)	(0-9)	(0-9)	(0-9)	(1-5)
Medelvärde	0,97	40	3,1	2,7	4,0	2,1	2,5	2,8	1,6
Standardavvikelse	0,17	27	0,69	0,84	1,75	1,66	1,21	1,63	0,84
H^2	0,00	0,05	0,29	0,35	0,41	0,52	0,32	0,28	0,16
Std err, H^2		0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
CV_G , %		10,4							
Beståndseffekt, P-värde		0,0124	0,1010	0,0276	0,0869	0,5311	0,1849	0,0191	0,5899

Tabell 4b.
Modell utan beståndseffekt.

	Lev07	D06	Vit06	Vit07	Ska06	Ska07a	Ska07b	Ska07c	Ap07
Enhet	(0-1)	mm	(1-5)	(1-5)	(0-9)	(0-9)	(0-9)	(0-9)	(1-5)
H^2	0,00	0,07	0,32	0,40	0,45	0,52	0,34	0,33	0,16
Std err, H^2		0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
CV_G , %		13,0							

Ymparnas tillväxt de senaste 15 åren var i genomsnitt mycket dålig, vilket avspeglas i en medeldiameter i brösthöjd på 40 mm. Spridningen mellan enskilda ympar var dock stor, allt ifrån 4 mm till 158 mm. Den främsta anledningen till den dåliga tillväxten är den kraftiga konkurrensen om vatten och näring från gräs och örter. Det skall här noteras att växtlokalen valdes för dess potential att massproducera frö. Fröproduktion gynnas av att träden stressas i lagom omfattning och denna växtlokal bedömdes vara torkstressande, vilket alltså ansågs vara till gagn för mängden producerat frö men inte för virkesproduktion.

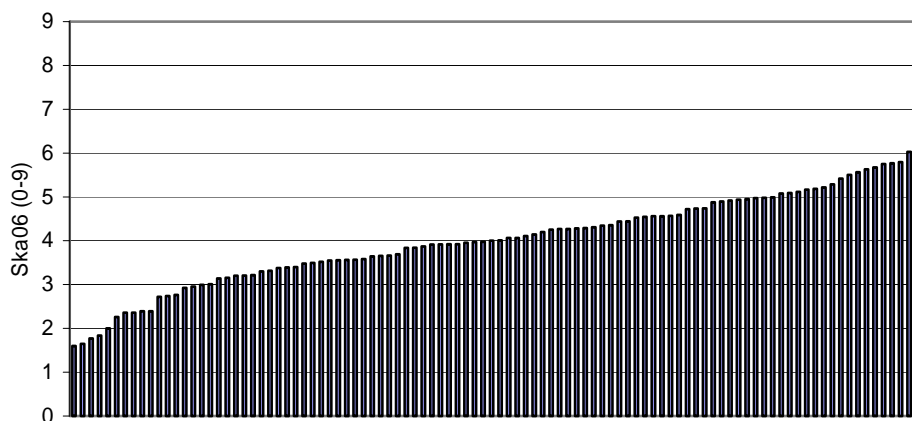
Heritabiliteten (H^2), d.v.s. arvbarheten, är ett värde mellan 0 och 1 och anger andelen genotypisk variation mellan kloner i förhållande till den totala variationen för respektive egenskap. H^2 för diametern (tabell 4a) var mycket låg (0,05), för apikal dominans var den intermediär (0,16) och för samtliga skade- och vitalitetsegenskaper var H^2 hög till mycket hög (0,28 – 0,52). Som jämförelse kan t.ex. nämnas att H^2 för diameter på grankloner i Götaland normalt är ca 0,20. Resultatet indikerar att vitalitet och askskottsjuka uttryckt i form av de olika skadevariablerna är starkt genetiskt styrd, till skillnad från diametern som påverkats kraftigt av miljön.

Av tabell 4a framgår att beståndseffekten endast var signifikant ($P < 0,05$) för D06, Vit07 och Ska07c. Vid en jämförelse av H^2 , som skattats med en statistisk modell där beståndseffekten var inkluderad (tabell 4a) respektive exkluderad (tabell 4b), framgår att det var marginella skillnader. Slutsatser angående det genetiska inflytandet blir alltså desamma, oavsett om beståndseffekten tas med i modellen eller inte.

Mortaliteten mellan inventeringarna år 2006 och 2007 var endast 3 % (tabell 4). Mortaliteten fördelades över många olika kloner, d.v.s. det fanns inget genetiskt inflytande ($H^2 = 0$) för överlevnad.

De olika skadeegenskaperna hade förutom en hög H^2 också en stor genetisk variation, vilket illustreras med ett exempel i figur 1. Figuren baseras på genotypvärden för Ska06 från bilaga 1 och har sorterats klonvis i stigande skadeordning. Genotypvärdena är s.k. prediktorer och anger klonernas förväntade genetiska värde när de används vid vegetativ förökning. Medeltalet för samtliga 100 plusträd var 4,0. Den minst och mest skadade klonen hade genotypvärdet 1,6 respektive 6,3. Det fanns ingen klon som var helt oskadad, vilket exemplifieras av tabell 5, där det framgår hur de olika ymparna tillhörande en av de sämsta respektive bästa klonerna fördelar sig på olika skadeklasser.

Ju högre heritabilitet och genetisk variation desto effektivare blir klonurval och förädling. Enligt resultaten i denna studie skulle förutsättningarna för en rationell förädling och urval av kloner som är mindre känsliga för askskottsjuka vara uppfyllda.



Figur 1.
Genotypvärden för Ska06 sorterad i stigande ordning (ju högre värde desto större skada). Varje stapel representerar en plusradsklon.

Tabell 5.
Fördelning av antalet träd på olika skadeklasser för två skadeegenskaper och för två olika kloner, där S21K916051 tillhör en av de minst skadade och S21K926075 en av de mest skadade klonerna. "Mv" anger det fenotypiska medelvärdet som beräknats från observationerna i fält och "Genotypv" anger det skattade genotypvärdet som hämtats från bilaga 1.

Klon	Egenskap	Skadeklass									Mv	Genotypv	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8			9
S21K916051	Ska06	4	5	4	3	1						1,53	1,60
	Sk07c	1	14	1	1							1,17	1,45
S21K926075	Ska06				1	1	3	8	6			6,89	6,33
	Sk07c			1	3	3	3	6	3			5,94	5,37

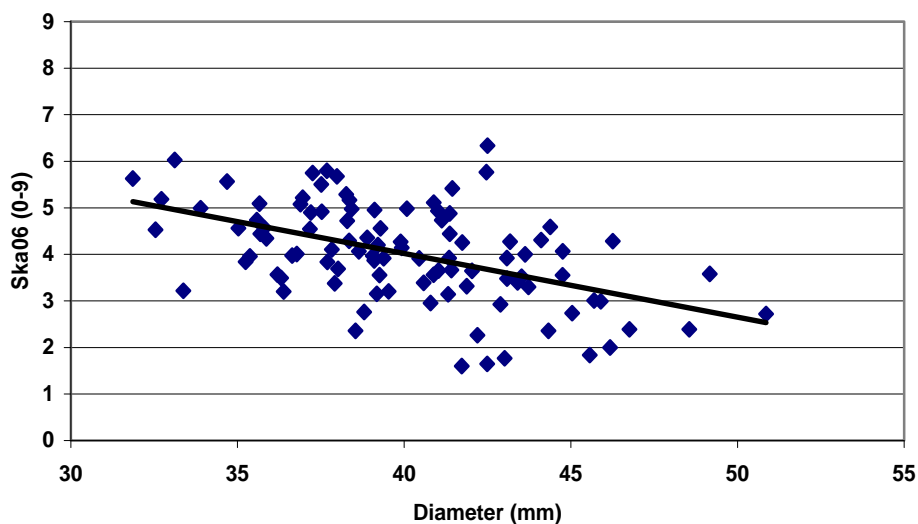
I tabell 6 presenteras de genetiska korrelationerna (r_G) mellan olika egenskaper. Korrelationen mellan diameter och vitalitet var måttligt stark och positiv, d.v.s. ju grövre träd desto bättre vitalitet. Korrelationen mellan diameter och de olika skadeegenskaperna var också måttligt stark, men negativ, d.v.s. kloner som vuxit bra har varit mindre skadedrabbade och vice versa. Möjligen kan detta tolkas som att kloner som växer bra också har bättre generell motståndskraft än de som växer dåligt. Sannolikt har skadan i sig påverkat diameterutvecklingen negativt, men detta torde inte haft så stort inflytande, eftersom askskottsjukan troligen bara existerat de 3–4 senaste åren, vilket skall jämföras med en total tillväxtperiod om 15 år.

Det är viktigt att notera att spridningen i skada vid en viss diameter är stor (figur 2). Vid selektion av kloner kan man alltså välja de som kombinerar en låg skadegrad med hög tillväxt.

Tabell 6.

Genetiska korrelationer mellan de olika egenskaperna. Samtliga egenskaper är signifikant skilda från 0 ($P < 0,05$).

	Vit06	Vit07	Ska06	Ska07a	Ska07b	Ska07c	Ap07
D06	0,59	0,66	-0,60	-0,59	-0,43	-0,56	-0,75
Vit06		0,94	-0,97	-0,79	-0,77	-0,94	-0,78
Vit07			-0,95	-0,85	-0,87	-0,93	-0,80
Ska06				0,72	0,85	0,94	0,88
Ska07a					0,66	0,67	0,48
Ska07b						0,81	0,86
Ska07c							0,86



Figur 2.

Genetiskt samband mellan diameter och skada (Ska06). Varje punkt motsvarar genotypvärdet för respektive plusträd.

För att kontrollera om diametern hade någon effekt på skattningen av genotypvärdena för skadeegenskaperna infördes D06 som en covariat i den statistiska modellen (se avsnittet Material och Metoder). Det visade sig att covariatet var starkt signifikant ($P < 0,0001$) för samtliga egenskaper, men att genotypvärdena förändrades mycket lite. Detta tyder på att de generella slutsatserna avseende de genetiska parametrarna för askskottsjukan inte påverkats av att materialet varit relativt heterogent i diameter.

Det var god överensstämmelse mellan vitalitet respektive skadeegenskaper år 2006 och år 2007. Ska06 från 2006 och Ska07c från år 2007 är de två skadeegenskaper som definitionsmässigt (tabell 2) är mest likvärdiga. Detta avspeglas också genom en mycket stark korrelation ($r_G = 0,94$) emellan (tabell 6). Uppenbarligen var bedömningen i september år 2006 relevant trots att vissa ympar hade påbörjat invintringsprocessen (se Material och Metoder).

Medelvärdena för vitalitetsegenskaperna Vit06 och Vit07 var 3,1 respektive 2,7 och för skadevariablerna Ska06 och Ska07c var medelvärdena 4,0 respektive 2,8. Detta skulle kunna tolkas som att vitaliteten försämrats och skadorna

förbättrats (minskat) på ett år. Klassificeringen av dessa egenskaper gjordes dock på basis av en relativ skala som inte nödvändigtvis är helt jämförbar mellan åren. Visserligen gjordes klassificeringen av samma förrättningsman båda åren, men det är ändå vanskligt att dra några generella slutsatser om den årsvisa förändringen.

Slutsatser

Det hittades inga kloner som var fullständigt skadefria, men resultaten indikerar att det finns en stark genetisk komponent och en stor genetisk variation för askskottsjukan. Det är ännu för tidigt att dra några slutgiltiga konklusioner. Det kan ju t.ex. tänkas att sjukdomsförloppet hos de kloner som fram till i dag drabbats mindre av askskottsjukan är långsammare än de med allvarliga skador. Men skulle resultaten efter förnyade inventeringar stå sig, så finns det goda förutsättningar för att få fram ett odlingsmaterial av ask som är mindre känsligt än det som odlas fram i dag. En relativt enkel lösning vore t.ex. att enbart skörda askfrö från de ympar som tillhör de mindre skadedrabbade klonerna i fröplantagen. Visserligen kommer en del av det pollen som pollinerar moderklonerna från skadedrabbade kloner, men plantor från de selektivt skördade klonerna skall generellt bli mindre skadekänsliga än icke selekterat material.

Om problemet med askskottsjukan fortsätter skulle man kunna testa det koncept som anges ovan genom att odla fram plantor med ursprung från några känsliga respektive mindre känsliga kloner. Dessa planteras sedan ut på några lokaler som drabbats av askskottsjukan, där de kommer att utsättas för ett naturligt infektionstryck. Resultat från skadeinventeringar kommer därefter att visa huruvida man lyckats med urvalet eller inte. Eftersom man nu lyckats isolera den svamp (*Chalara Fraxinea*) som orsakar askskottsjukan har man också möjlighet att utföra resistens-tester på plantor med ursprung från olika sorter under mer kontrollerade förhållanden.

Vilka svagheter har studien?

1. Resultaten baseras på mätningar på ympar som utgörs av en grundstams- och en ympdel, där den senare tagits från respektive plusträd. Frågan är om den genetiska utvärderingen kan ha påverkats av att hela trädet inte är ”sortäkta”. Med tanke på storleken av det material som ingår i studien bör sådana ”grundstamseffekter” jämnas ut sig mellan olika kloner. Detta fel kan betraktas som slumpmässigt och inte systematiskt, och påverkar därför enbart precisionen (medelfelet) i skattningarna. Vi tror således inte att detta har haft någon betydelse för resultat och slutsatser.
2. Den totala genetiska variationen, som vi skattat utifrån de 100 klonerna, är summan av additiv-, dominans- och epistasivarians. Vid sexuell förökning som i en fröplantage, är det enbart den additiva variansen som kan utnyttjas vid urval och förädling. Vanligen är de två sistnämnda varianserna låga i förhållande till den additiva, och om vi förutsätter att detta även gäller ask, så bör de skattade genotypvärdena vara goda prediktorer även för avelsvärdet som enbart baseras på den additiva variansen.

3. Studien är endast gjord på en lokal, varför några generella slutsatser om de specifika klonerna inte kan göras. Det kan t.ex. vara så att klonernas tillväxt och mottaglighet mot asksjukan är olika i olika miljöer. Tidigare studier på t.ex. björk och hybridasp i södra Sverige har dock för tillväxt visat små effekter av miljö \times genotyp (Stener & Karlsson 2004; Stener & Jansson, 2005). En liknande studie än den som beskrivs här, har nyligen gjorts i Danmark (muntligen Erik Kjaer, Forest & Landscape, Hörsholm, Danmark). Materialet utgjordes där av två fröplantager planterade på olika lokaler, båda innehållande samma 40 kloner av ask. Resultaten pekade på stora genetiska skillnader mellan kloner och dessutom en god överensstämmelse mellan de båda plantagerna. De danska resultaten stödjer således de som redovisats i denna studie.

Förnyade inventeringar i fröplantagen bör göras inom tre år för att belysa frågeställningar såsom 1) har skadorna tilltagit 2) och i så fall, är det redan starkt drabbade kloner som blivit ännu mer skadade eller är det tidigare oskadade kloner som drabbas? Man borde också göra mer intensiva studier på några utvalda kloner i plantagen för att skaffa sig bättre kunskap om svampens sjukdomsförlopp och dess spridning.

Erkännande

Denna studie finansierades via medel från Stiftelsen Konsul Faxes Donation. Förutom till denna stiftelse riktas ett stort tack till de personer som gjort denna studie möjlig: Frostén Nilsson för mätning, Bo Karlsson för konkreta synpunkter på manuskriptet samt Lynn Karlsson för arbetet med att få manuskriptet i publicerbart skick.

Referenser

- Gianola, D. & Norton, H. W. 1981. Scaling threshold characters. *Genetics* 99: 357–364.
- Gilmour, A.R., Cullis, B.R., Welham, S.J. & Thompson, R. 1999. ASREML reference manual. New South Wales Agriculture. Orange. 2800. Australia.
- Stener, L-G. & Werner, M. 1997. Bättre frökällor för odling av ädellöv. Resultat Nr 11, Skogforsk.
- Stener, L-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* \times *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–26.
- Stener, L-G. & Jansson, G. 2005. Improvement of *Betula pendula* by clonal and progeny testing of phenotypically selected trees. *Scand. J. of For. Res.* 20: 292–303.
- SAS. 1997. SAS/STAT Software: Changes and Enhancements through Release 6.12.

Predikterade relativa genotypvärden

Bilaga 1.

Predikterade relativa genotypvärden för diameter och absoluta genotypvärden för övriga egenskaper samt ranking, som anges inom parentes, för respektive egenskap (ju lägre värde på rankingen desto mer fördelaktig är egenskapen). Kloner med ett diametervärde över 100 är sådana som vuxit bättre än genomsnittet av samtliga 100 kloner, och kloner med skadevärden som är lägre än egenskapens medelvärde (sist i tabellen) är sådana som är mindre skadedrabbade än genomsnittet.

Klon. S21K...	D06	Ska06	Ska07a	Ska07b	Ska07c	Ap07
916001	104 (33)	5,42 (91)	1,99 (56)	3,36 (88)	2,97 (64)	1,75 (72)
916002	100 (49)	4,27 (58)	2,09 (62)	2,84 (70)	2,08 (18)	1,51 (38)
916003	92 (80)	5,08 (84)	3,12 (80)	3,68 (99)	3,98 (93)	1,96 (91)
916004	110 (15)	4,31 (62)	1,71 (48)	2,65 (58)	3,02 (69)	1,62 (55)
916005	113 (10)	2,74 (12)	1,28 (28)	2,26 (36)	2,05 (17)	1,52 (42)
916006	103 (38)	3,14 (18)	1,10 (16)	1,46 (6)	2,19 (27)	1,21 (7)
916007	89 (87)	4,57 (71)	1,17 (20)	2,58 (53)	3,29 (77)	1,72 (69)
916008	108 (23)	1,77 (3)	0,57 (3)	1,56 (11)	1,52 (6)	1,25 (11)
916009	88 (93)	4,56 (70)	1,89 (51)	3,60 (96)	2,87 (61)	2,00 (92)
916010	96 (64)	5,17 (87)	3,74 (89)	3,28 (84)	3,97 (91)	1,82 (84)
916011	101 (45)	3,39 (26)	1,59 (43)	3,58 (94)	2,54 (47)	1,80 (83)
916012	108 (20)	4,27 (59)	1,99 (55)	2,05 (21)	2,96 (63)	1,27 (14)
916013	98 (56)	4,95 (80)	3,04 (79)	2,91 (73)	3,30 (78)	1,69 (66)
916014	108 (21)	3,48 (28)	1,25 (25)	2,60 (54)	2,29 (32)	1,57 (47)
916015	103 (39)	4,74 (74)	3,77 (90)	3,59 (95)	3,19 (72)	1,78 (80)
916016	103 (40)	3,65 (37)	1,00 (13)	2,80 (68)	2,40 (38)	1,39 (27)
916017	109 (17)	4,00 (50)	1,40 (34)	3,11 (80)	2,99 (67)	1,75 (75)
916018	103 (41)	4,94 (79)	1,58 (42)	2,47 (48)	3,22 (74)	1,68 (64)
916019	106 (27)	5,77 (97)	3,51 (86)	3,34 (86)	4,26 (95)	1,78 (81)
916020	89 (88)	4,44 (65)	1,68 (47)	3,29 (85)	2,59 (49)	1,88 (89)
916021	96 (67)	5,29 (90)	2,97 (78)	2,77 (65)	3,26 (75)	1,72 (68)
916022	96 (66)	4,72 (73)	3,91 (92)	2,93 (74)	2,91 (62)	1,54 (44)
916023	90 (86)	4,34 (63)	2,94 (76)	2,52 (51)	2,85 (59)	1,48 (35)
916024	98 (51)	3,92 (44)	2,52 (73)	2,64 (56)	2,52 (44)	1,34 (19)
916025	96 (65)	4,29 (61)	3,18 (81)	2,78 (67)	2,53 (45)	1,77 (77)
916026	88 (91)	3,96 (47)	2,49 (72)	2,23 (34)	2,52 (43)	1,85 (87)
916027	85 (95)	4,99 (83)	4,70 (98)	3,67 (98)	3,17 (70)	1,68 (65)
916028	89 (89)	5,09 (85)	3,33 (83)	2,65 (57)	3,84 (88)	1,54 (46)
916029	82 (98)	5,18 (88)	2,39 (67)	3,02 (79)	4,91 (99)	2,22 (100)
916030	95 (68)	3,69 (39)	1,12 (17)	2,76 (64)	2,41 (39)	1,47 (34)
916031	83 (97)	6,03 (99)	2,49 (71)	2,84 (69)	4,59 (98)	2,15 (98)
916032	101 (46)	3,91 (43)	4,75 (99)	2,63 (55)	2,85 (60)	1,41 (28)
916033	97 (61)	4,06 (53)	2,01 (58)	2,22 (33)	3,37 (80)	1,58 (48)
916034	88 (92)	3,84 (41)	1,62 (45)	2,32 (43)	3,00 (68)	1,66 (62)
916035	127 (1)	2,72 (11)	1,10 (15)	2,02 (20)	2,19 (26)	1,16 (3)
916036	108 (22)	3,92 (45)	1,29 (29)	2,12 (26)	2,80 (57)	1,64 (59)
916037	109 (19)	3,40 (27)	1,36 (32)	1,92 (18)	2,08 (19)	1,51 (37)
916038	103 (36)	4,44 (66)	2,21 (63)	2,30 (39)	3,33 (79)	1,61 (53)
916039	105 (29)	3,64 (36)	1,47 (38)	2,18 (28)	2,36 (34)	1,34 (20)
916040	105 (30)	3,32 (24)	1,31 (30)	2,44 (46)	2,98 (65)	1,54 (45)
916041	96 (63)	4,97 (81)	4,14 (94)	3,52 (91)	3,53 (82)	1,65 (61)
916042	98 (53)	3,56 (32)	1,43 (36)	2,12 (25)	2,29 (30)	1,58 (49)
916043	98 (55)	3,15 (19)	1,27 (27)	1,44 (5)	1,71 (11)	1,52 (41)
916044	96 (62)	2,36 (7)	1,16 (19)	1,55 (9)	2,20 (28)	1,49 (36)
916045	95 (70)	3,38 (25)	1,25 (24)	2,21 (31)	2,46 (41)	1,63 (56)
916046	104 (34)	3,66 (38)	1,94 (54)	2,21 (32)	2,37 (36)	1,73 (71)

Bilaga 1. Fortsättning.

Klon. S21K...	D06	Ska06	Ska07a	Ska07b	Ska07c	Ap07
916047	92 (82)	3,98 (49)	2,26 (65)	2,30 (40)	2,26 (29)	1,71 (67)
916048	93 (78)	4,55 (68)	3,80 (91)	3,44 (89)	2,37 (35)	1,80 (82)
916049	90 (85)	3,57 (34)	1,50 (39)	1,65 (12)	1,71 (10)	1,16 (4)
916050	92 (79)	5,22 (89)	1,41 (35)	2,86 (71)	3,81 (87)	2,06 (94)
916051	104 (32)	1,60 (1)	0,56 (2)	1,38 (4)	1,45 (4)	1,13 (2)
916052	94 (72)	3,84 (40)	1,93 (53)	2,58 (52)	2,63 (53)	1,66 (63)
916053	94 (75)	5,50 (92)	4,45 (97)	2,97 (77)	4,49 (97)	2,16 (99)
916054	104 (31)	4,25 (57)	1,31 (31)	2,40 (45)	2,46 (42)	1,51 (39)
926055	99 (50)	3,20 (21)	1,44 (37)	1,74 (14)	1,84 (14)	1,38 (25)
926056	102 (43)	3,56 (33)	1,27 (26)	1,88 (17)	2,29 (31)	1,39 (26)
926057	115 (6)	2,00 (5)	0,62 (5)	1,38 (3)	1,30 (1)	1,13 (1)
926058	107 (24)	2,92 (14)	1,80 (50)	2,08 (22)	2,09 (22)	1,19 (6)
926059	115 (7)	2,99 (16)	1,00 (12)	2,15 (27)	1,94 (15)	1,25 (12)
926060	87 (94)	5,56 (93)	4,45 (96)	3,60 (97)	3,97 (90)	1,87 (88)
926061	91 (84)	3,49 (29)	1,65 (46)	1,82 (16)	2,53 (46)	1,45 (30)
926062	114 (9)	1,84 (4)	0,59 (4)	1,77 (15)	1,46 (5)	1,24 (9)
926063	93 (76)	5,75 (96)	2,44 (69)	3,11 (81)	3,85 (89)	2,08 (96)
926064	98 (52)	4,56 (69)	2,39 (68)	2,51 (49)	2,77 (56)	1,51 (40)
926065	111 (14)	2,36 (8)	0,74 (7)	1,47 (7)	1,30 (2)	1,16 (5)
926066	117 (4)	2,39 (10)	0,44 (1)	1,55 (10)	1,60 (7)	1,46 (32)
926067	100 (48)	4,14 (55)	2,44 (70)	2,94 (75)	2,42 (40)	1,82 (85)
926068	98 (54)	4,20 (56)	4,05 (93)	2,29 (37)	3,20 (73)	1,37 (24)
926069	83 (96)	3,22 (22)	1,04 (14)	1,52 (8)	1,84 (13)	1,53 (43)
926070	80 (100)	5,63 (94)	1,76 (49)	3,23 (83)	4,20 (94)	2,05 (93)
926071	103 (35)	4,88 (76)	4,37 (95)	2,96 (76)	3,28 (76)	1,58 (50)
926072	97 (59)	4,35 (64)	3,20 (82)	3,81 (100)	3,50 (81)	1,75 (73)
926073	95 (69)	5,68 (95)	1,39 (33)	3,53 (92)	4,32 (96)	2,10 (97)
926074	114 (8)	3,01 (17)	1,13 (18)	2,37 (44)	2,39 (37)	1,24 (10)
926075	106 (25)	6,33 (100)	3,39 (84)	3,48 (90)	5,37 (100)	1,84 (86)
926076	116 (5)	4,28 (60)	1,62 (44)	2,77 (66)	3,67 (84)	1,75 (74)
926077	109 (16)	3,30 (23)	0,90 (11)	2,08 (23)	2,12 (24)	1,30 (16)
926078	100 (47)	4,98 (82)	3,71 (88)	3,35 (87)	3,18 (71)	1,63 (57)
926079	112 (12)	3,55 (31)	2,00 (57)	2,30 (38)	2,08 (20)	1,28 (15)
926080	94 (73)	5,79 (98)	3,58 (87)	2,74 (63)	3,98 (92)	2,06 (95)
926081	98 (57)	3,87 (42)	1,22 (23)	1,96 (19)	2,74 (55)	1,64 (58)
926082	103 (37)	3,92 (46)	1,52 (40)	2,21 (30)	2,60 (51)	1,46 (33)
926083	109 (18)	3,52 (30)	0,86 (10)	2,65 (59)	1,97 (16)	1,37 (22)
926084	102 (44)	2,96 (15)	2,06 (59)	2,45 (47)	2,09 (21)	1,23 (8)
926085	121 (3)	2,39 (9)	0,65 (6)	1,69 (13)	1,61 (8)	1,25 (13)
926086	123 (2)	3,58 (35)	1,18 (22)	3,58 (93)	2,35 (33)	1,93 (90)
926087	111 (13)	4,59 (72)	2,09 (61)	2,70 (61)	2,59 (50)	1,60 (51)
926088	98 (58)	3,97 (48)	3,43 (85)	2,31 (42)	2,56 (48)	1,42 (29)
926089	106 (26)	1,65 (2)	0,76 (8)	1,26 (1)	1,34 (3)	1,32 (18)
926090	95 (71)	4,11 (54)	2,97 (77)	2,19 (29)	2,98 (66)	1,31 (17)
926091	93 (77)	4,90 (77)	5,21 (100)	3,16 (82)	3,73 (86)	1,78 (78)
926092	92 (81)	4,01 (51)	2,32 (66)	2,52 (50)	2,65 (54)	1,61 (54)
926093	106 (28)	2,26 (6)	0,83 (9)	1,37 (2)	1,75 (12)	1,36 (21)
926094	81 (99)	4,53 (67)	2,67 (74)	2,66 (60)	2,85 (58)	1,78 (79)
926095	97 (60)	2,76 (13)	1,18 (21)	2,10 (24)	1,65 (9)	1,64 (60)
926096	102 (42)	5,11 (86)	2,82 (75)	2,73 (62)	3,69 (85)	1,61 (52)
926097	94 (74)	4,92 (78)	2,07 (60)	2,98 (78)	3,61 (83)	1,73 (70)
926098	112 (11)	4,06 (52)	1,56 (41)	2,25 (35)	2,10 (23)	1,37 (23)
926099	89 (90)	4,74 (75)	1,93 (52)	2,89 (72)	2,62 (52)	1,76 (76)
926100	91 (83)	3,20 (20)	2,21 (64)	2,31 (41)	2,12 (25)	1,45 (31)
Mv	100	4,02	2,10	2,53	2,76	1,59
Medelfel	8,8	0,32	0,31	0,25	0,33	0,16

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2006

År 2006

- Nr 609 Karlsson, B. & Lönnstedt, L. 2006. Strategiska skogsbruksval – Analys av två alternativ till trakthyggesbruk med gran. 141 s.
- Nr 610 Sonesson, J., Eriksson, I. & Pettersson, F. 2006. Beslutsunderlag för privatskogsbruk. Slutrapport. 50 s.
- Nr 611 Bergkvist, I., Lundmark, T., Rytter, L. & Thor, M. 2006. Uttag av biobränslen i ungskog – Slutrapport 2006 för projekten P22187 och P22189. 17 s.
- Nr 612 Skutin, S.-G. 2006. Virkesstyrningssystem – problem i dag och möjligheter i morgon – En intervjuundersökning inom HEUREKA Fas 1. 32 s.
- Nr 613 Jonsson, M. 2006. Spårdjupsmätning efter Valmet 890 med boggieband – Magnum och Ecotrack HS. 8 s.
- Nr 614 Sonesson, J., Almqvist, C., Andersson, B., Berlin, M., Ericsson, T., Högberg, K.-A., Jansson, G., Karlsson, B., Persson, T., Rosvall, O., Stener L.-G. & Westin, J. 2006. Lägesrapport 2005-12-31 för förädlingspopulationer av tall, gran, björk och contortatall. 20 s.
- Nr 615 Ekstrand, M. 2006. CARABAS – Individual trees. 19 s.
- Nr 616 Bergkvist, I., Nordén, B. & Lundström H. 2006. Besten med två virkeskurirer – studier av prestation och bränsleförbrukning. 17 s.
- Nr 617 Sondell, J. 2006. Operation Gudrun – Vunna erfarenheter och förslag till förbättringar. 39 s.
- Nr 618 Larsson, M. & Nordén, B. 2006. Skogsbränslesystem – State of the art 2006. 16 s.
- Nr 619 Jonsson, M., Löfroth, C. & Thor M. 2006. Helkroppsvibrationer i en skotare och jordbrukstraktor uppmätta på mobil testbana – Slutredovisning av En studie föranledd av EU-direktiv 2002/44/EG och arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2005:15 helkroppsvibrationer i fordon. 13 s.
- Nr 620 Löfroth, C., Marcusson, H. & Jonsson, M. 2006. Standardiserad lastkontroll på virkesfordon. (Nordic Innovation Centre REF.NO:04169-JE). Slutrapport – Förslag till nordiskt certifierings-system för kranvagnar i skoglig applikation. Typprovning enligt följande klasser. 24 s.
- Nr 621 von Hofsten, H. 2006. Maskinell upptagning av stubbar – Möjligheter och problem. 10 s.
- Nr 622 Brunberg, T., von Hofsten, H. & Jonsson M. 2006. Studier av stälvalsar tillsammans med John Deere – Delstudie vid savning. 14 s.
- Nr 623 Brunberg, T. 2006. Bränsleförbrukning hos skördare och skotare vecka 13, 2006. 7 s.
- Nr 624 Löfroth, C. & Rådström L. 2006. Bränsleförbrukning och miljöpåverkan vid drivning och vidaretransport. 16 s.
- Nr 625 Järrendal, D. & Tinggård-Dillekås, H. 2006. Engreppsskördare med Head-Up Display. 65 s.
- Nr 626 Furness-Lindén, A. 2006. Affärsutveckling i relationen. Stor kund: liten leverantör – vad kan skogsbruket lära? 77 s.
- Nr 627 Löfgren, B. 2006. Olika faktorer som påverkar studier i en skogsmaskinsimulator – en litteraturstudie. (under arbete)
- Nr 628 Hannerz, M. 2006. Kunskap om Kunskap Direkt – Enkät till distriktschefer och inspektorer, oktober 2006. 11 s.

År 2007

- Nr 629 Brunberg, T. 2007. Bränsleförbrukningen hos skördare och skotare vecka 13 och 39 2006. 11 s.
- Nr 630 Brunberg, T. 2007. Ekonomin hos extra stor skördare tillsammans med stor skotare. 5 s.
- Nr 631 Eriksson, B. 2007. Tillväxt i skogsvårdsföretag. 13 s.
- Nr 632 Frisk, M. & Ekstrand, M. 2007. Vilka vägar används av skogsnäringen – Visualisering av skogsbrukets virkesflöden. 23 s.
- Nr 633 Furness-Lindén, A. 2007. Affärsutveckling i relationen. Stor kund: liten leverantör – vad kan skogsbruket lära? ”Version 2 – utan intervjureferat – för allmän distribution” 54 s.
- Nr 634 Järrendal, D. & Tinggård Dillekås, H. 2007. Head-Up Display i engreppsskördare – Utvärdering i simulator och i fält. 153 s.
- Nr 635 Wählberg, A. 2007. Trafiksäkerhetseffekter av ökad storlek på lastbilar. 21 s.
- Nr 636 Jönsson, P. & Löfroth, C. 2007. Vibrationsmätningar på provbana – Ponsse Elk. 11 s.

- Nr 637 Bergkvist, I. 2007. Flerträdshantering i granbestånd – Pilotstudie av John Deere 754 med modifierade kvistknivar för flerträdsavverkning samt provkörning av flerträdshanterad granved i rensriet på Hallsta massabruk. 8 s.
- Nr 638 Ekstrand, M. 2006. Reseberättelse – Tunga virkesfordon – Nya Zeeland och Australien. 12 s.
- Nr 639 Sonesson, J., Almqvist, C., Andersson, B., Ericsson, T., Högberg, K-A., Jansson, G., Karlsson, B., Persson, T., Rosvall O., Stener L-G. & Westin J. 2007. Lägesrapport 2006-12-31 för förädlingspopulationer av tall, gran, björk och contortatall. 21 s.
- Nr 640 Rosvall, O., Simonsen, R., Elfving, B., Rytter, L. & Jacobson S. 2007. Tillväxthöjande skogs-skötselåtgärder i privatskogsbruket – underlag för lönsamhetsberäkningar. Slutrapport – Lönsam tillväxtökning. 62 s.
- Nr 641 Möller, J. J. & Moberg, L. 2007. Stambank VMF Qbera. 14 s.
- Nr 642 Möller, J.J., Arlinger, J., Wilhelmsson, L., Sondell, J. & Moberg L. 2007. Modell för automatisk kvalitetsbestämning vid virkesmätning med skördare. 24 s.
- Nr 643 Möller, J.J. & Arlinger J. 2007. Praktisk test av automatisk kvalitetssättning vid betalningsgrundande skördarmätning hos Södra skogsägarna i Götaland och Sveaskog i Bergslagen. 44 s.
- Nr 644 Jönson, P., Löfroth C., Berger, R. & Mörk, A. 2007. Bränslebesparande och vibrationsdämpande skotning. 18 s.
- Nr 645 Löfgren, B., Nordén, B. & Lundström H. 2007. Fidelitystudie av en skogsmaskinsimulator.
- Nr 646 Norén J., Rosca, C. & Rosengren, P. 2007. Riktlinjer för presentation av apteringsinformation i skogsskördare. 70 s. 30 s.
- Nr 647 Bergkvist, I. & Lundström, H. 2007. Studier av Cranab Access i förstagallring av tall. 14 s.
- Nr 648 Stener, L.-G. 2007. Studie av klonskillnader i känslighet för askskottsjuka. 14 s.