

REDOGÖRELSE

FRÅN SKOGFORSK NR. 2 2010



Älgbetning och tallens volymproduktion

RESULTAT FRÅN EN 28-ÅRIG STUDIE I FURUDAL

Long-term effects of moose browsing on Scots pine

Folke Pettersson, Roger Bergström, Hans Jernelid, Sten Lavsund, Lars Wilhelmsson



Folke Pettersson, jägmästare 1978. Anställdes 1978 vid dåvarande Institutet för skogsförbättring, där han arbetade med skogsgödslingsfrågor. Efter Skogforsk tillkomst har arbetsuppgifterna breddats till att omfatta skogsproduktionsfrågor i stort, med fokus på röjning och gallring.



Roger Bergström, Fil Dr i västekologi. Docent vid institutionen för vilt, fisk och miljö, SLU och där varit adjungerad professor 1999-2008. Anställd som forskare vid Skogforsk 2002. Arbetat med samspelet mellan växter och växtätare och då särskilt hjorddjurens betesmönster och effekter på ekosystem samt skogsskador och inventeringsmetoder.



Hans Jernelid, Fil kand 1976. Anställd vid Institutionen för ekologi och dess föregångare vid SLU sedan 1978. Varit verksam inom projekt som berört bland annat kronhjort, bäver och älg. Arbetat med Furudalsstudien sedan starten 1979.



Sten Lavsund, Skog Dr i viltekologi vid SLU. Anställd vid SLU 1967, pensionär 1999. Har forskat angående kronhjorten i Mellansverige, bäver i Ångermanland med uppföljningar över hela landet och älg vad gäller relationen till skogsbruket.



Lars Wilhelmsson, Skog Dr 2002, jägmästare 1978. Anställd vid Skogforsk 1979. Leder forskningsprogrammet Virke. Arbetar med teknik och system för bättre virkesutnyttjande, virkesinformation, industriell integration, kundnytta, förädlingsvärden, effektivare processer och produktivitet

ABSTRACT

This report summarizes the results from a 28-years study of moose-related damage in young pine (*Pinus sylvestris*) forests situated in a moose winter concentration area with high moose densities. Four experimental regimes were studied: 1) undamaged-fenced; 2) undamaged-unfenced; 3) damaged-fenced; 4) damaged-unfenced. Each regime was replicated three times. Tree height, stem diameter and various types of damage were recorded for permanently marked trees at 14 occasions during the study period. The final survey in 2007, when the forest stands had reached the age of first commercial thinning, revealed a strong negative impact of the browsing on standing stem volume (m³/ha). At the most severely damaged plots many trees had died because of browsing. Top shoot browsing and stem breaking caused stem damage, and together with browsing of lateral shoots a reduction in wood production. Bark stripping was less serious in this respect. Thicker and higher trees had avoided the most serious damage. Based on the obtained results economical losses are calculated and recommendations of thinning regimes in damage stands are discussed.

Ämnesord: Älg, betning, tall, skogsskador, volymproduktion, mortalitet, skogsskötsel, gallring, ekonomi.

Redaktör: Mats Hannerz
Formgivning: Inger Petré
Ansvarig utgivare: Jan Fryk
Översättning: Leslie Walke
Omslagsbild: Lennart Pettersson

REDOGÖRELSE

Älgbetning och tallens volymproduktion

RESULTAT FRÅN EN 28-ÅRIG STUDIE I FURUDAL

Long-term effects of moose browsing on Scots pine

Folke Pettersson, Roger Bergström,
Hans Jernelid, Sten Lavsund & Lars Wilhelmsson

Förord

År 1979 startade en studie som syftade till att bättre förstå vilka effekter älgens bete får på tallens virkesproduktion och virkeskvalitet. Oskadade och skadade ytor lades ut kring Furudals bruk i Dalarna, och tallarna på dessa ytor följdes under 28 år. Sammanlagt 14 inventeringar gjordes av de tallar som permanentmärkts 1979. Här redovisas betets och skadornas betydelse för skogsproduktionen. Utifrån de erhållna resultaten diskuteras gallring i skadade tallbestånd.

Vi tackar Korsnäs AB på vars mark försöket huvudsakligen anlades och för medel för några revisioner av försöket. Ett tack också till Sveaskog, Rättviks kommun,

Furudals Bruks Golklubb, Sten Diamant och Börje Sommar för att vi fått utföra våra experiment där. Vi tackar också Gunnar Jansson för statistisk rådgivning, Per Persson för kommentarer på tidigare manus och Hagos Lundström, Sten Nordlund samt ett stort antal andra personer som under åren hjälpt till vid de olika inventeringarna. Studien finansierades i delar av Formas.

Uppsala, maj 2010

**Folke Pettersson, Roger Bergström, Hans Jernelid,
Sten Lavsund och Lars Wilhelmsson**

Innehåll

Sammanfattning	5	Sidoskottsbetning	21
Summary	6	Skogsproduktion	21
Bakgrund och syfte	7	Avgångar	21
Studieområde	8	Volymtillväxt per hektar	24
Miljön	8	Volymtillväxt, diameter och höjd för	
Markägare	8	enskilda träd i olika skadeklasser	26
Älgstammen	8	Stamfördelning på olika diameterklasser	29
Metoder	9	Effekter av olika stamskador och barrut-	
Försöksbeskrivning och försöksled	9	glesningsgrader	33
Åtgärder på provytorna	11	Effekter av gallring på betesskadade ytor	37
Revisioner (mätningar och		Rotvärden	38
skadebedömningar)	11	Diskussion	39
Färsk stamskada på tall	11	Hur omfattande var betesskadorna?	39
Gammal stamskada på tall	11	Vilka effekter gav skadorna på skogs-	
Simulerad gallring	12	produktionen?	39
Databearbetning	13	Vad blir de ekonomiska konsekvenserna?	40
Virkesförråd och volymproduktion	13	Furudalsförsökets relevans	41
Barrutglesning	13	Skador förr och nu	42
Skadeklass (SklassXX)	13	Gallring i älgskadade bestånd?	42
Skadeklass (Sklass respektive Sklass-stam)	13	Slutsatser	44
Bestämning av älgbetesskadade träd	13	Referenser	45
Fastställandet av stamskadade träd i Furudal	13	Bilaga 1-9	47-59
Ackumulerad andel stamskadade träd	14		
Gallringens påverkan på skadeandelen	14		
Beräkningar av rotvärden	14		
Statistisk analys	14		
Resultat	15		
Träd med sprötkvist 1979	15		
Effekter av toppskottsbetning och stambrott	15		
Data för träd med sprötkvist som enda			
stamskada vid anläggningen	16		
Klassificering av träd med sprötkvist som			
enda stamskada	17		
Gamla betesskador vid försöksanläggningen	17		
Älgskador och skadeutveckling	17		
Andel stamskadade träd och färska			
stamskador	17		
Skillnader över tiden i bedömningen av			
stamskador	19		
Orsaker till stambetesskador	19		

Contents

Sammanfattning	5	Mortality	21
Summary	6	Volume growth, per ha	24
Introduction and aims	7	Volume growth, diameter and height of single trees	26
Study area	8	Stem distribution in diameter classes	29
Site characteristics	8	Effects of stem damage and needle loss	33
Land owners	8	Effects of thinning on damaged plots	37
Moose population	8	Economical net values	38
Methods	9	Discussion	39
Trial and treatments	9	Damage levels	39
Recordings on plots	11	Effects of damage on volume production	39
Measurements and damage assessments	11	Economical consequences	40
Recent pine damage	11	Relevance of the experiment	41
Old pine damage	11	Previous and present damage	42
Simulated thinning	12	Thinning in damaged stands	42
Data handling	13	Conclusions	44
Stem volume and growth	13	References	45
Loss of needle biomass	13	Appendices 1-9	47-59
Damage class (SclassXX)	13		
Damage class (Sclass and Sclass-stem)	13		
Determination of moose-damaged trees	13		
Trees with stem damage	13		
Accumulated stem damage	14		
Effect of thinning	14		
Calculations of economic net values	14		
Statistical analyses	14		
Results	15		
Trees with spike knots 1979	15		
Effects of leader browsing and stem breakage	15		
Data for trees with spike knots as only damage	16		
Classification of trees with spike knots as only damage	17		
Old damage at start of experiment	17		
Development of damage	17		
Trees with stem damage	17		
Assessment of damage over time	19		
Causes of stem damage	19		
Browsing on lateral shoots	21		
Forest production	21		

Sammanfattning

I denna Redogörelse redovisas och diskuteras effekterna av älgbetning i älgskadeförsöket Furudal i Dalarna. Området är ett vinterkoncentrationsområde för älg, med höga älgtätheter före och några år efter försökets start. Syftet med försöket var att belysa de långsiktiga effekterna på tillväxt, skador och kvalitet av älgbetning i tallungskog. Försöket anlades i 16–21 åriga tallbestånd hösten 1979 och följdes fram t.o.m. 2007. I försöket ingick 12 provytor i tre block där ståndortsindex varierade mellan T23,5 och T25,5 mellan blocken. Vid anläggningen bedömdes att sex av provytorna i huvudsak var oskadade av älg, medan de övriga sex ytorna var svårt skadade. Hälften av såväl de oskadade som de skadade ytorna inhägnades vid anläggningen för att förhindra fortsatt älgbetning. Detta resulterade i fyra försöksled med tre upprepningar (block): (1) oskadat-hägnat; (2) oskadat-ohägnat; (3) skadat-hägnat; (4) skadat-ohägnat.

Provytorna reviderades vid 14 tillfällen mellan 1979 och 2007. Då mättes trädens brösthöjdsdiameter och höjd. Vidare bedömdes förekomster av olika skadetyper och skadegrader. Vid revisionen 2007 var den ackumulerade andelen stamskadade träd 8 % på de oskadade-hägnade ytorna, 42 % på de oskadade-ohägnade, 84 % på de skadade-hägnade samt 85 % på de skadade-ohägnade ytorna. I genomsnitt var volymtillväxten 178,2 m³sk/ha för oskadat-hägnat, 99,5 för oskadat-ohägnat, 98,8 för skadat-hägnat och 56,5 m³sk/ha för skadat-ohägnat under den 28-åriga försöksperioden. I relativa tal, var volymtillväxten för oskadat-hägnat 100 %, för oskadat-ohägnat 56 %, för skadat-hägnat 55 % samt för skadat-ohägnat 32 %.

Försöket gav en tydlig bild av beståndsutvecklingen från älgbetning i ungskogsstadiet fram till normal ålder för förstagallring. De allvarligast skadade träden dog i stor utsträckning under de närmaste åren efter att skadan inträffat. Vid tidpunkten för normal förstagallring utgjordes de grövre och högre träden i beståndet av de träd som klarat sig bäst undan från allvarliga betesskador. Överlevande träd med svårare skador återfanns i mycket stor utsträckning bland de klenare och kortare träden.

Resultaten visade att toppskottsbetning och stambrott resulterar i allvarliga stamskador och tillsammans med sidoskottsbete ger dessa skadetyper en kraftig barrutglesning, stor avgång samt svag tillväxt hos överlevande träd. Endast en mindre andel av träden med sådana skador kan förväntas nå sågtimmerdimension inom en "normal"

omloppstid. Barknagen har däremot haft en avsevärt mindre negativ påverkan på överlevnad och tillväxt, åtminstone upp till en skada på 50 % barknagd omkrets av stammen. Andelen barkskadade träd som når sågtimmerdimension kan därmed förväntas bli ganska stor.

Betesskadade träd tycks aldrig återhämta sig helt tillväxtmässigt. Betningen har därför orsakat volymtillväxtförluster både hos enskilda träd och per hektar. De ackumulerade effekterna antas bestå hela omloppstiden. Tillväxtförluster är mätbara redan vid små inträffade skador, och verkar öka närmast rätlinjigt med ökande skadegrad.

Huvudresultatet från försöket är att de ekonomiska förlusterna p.g.a. älgbetning till största delen beror på minskad volymtillväxt. Skogsägaren får färre kubikmetrar av timmer och massaved att avverka. Vid de skadenivåer som är ganska vanliga i dag enligt inventeringar, 5–7 % färska stamskador motsvarande ca 50 % skadade träd när bestånden vuxit ur älgfarlig höjd, får man räkna med stora tillväxtförluster.

I älgskadade bestånd bör läggallring tillämpas, eftersom de svårare skadade träden i stor utsträckning finns bland de klenare träden. Det kan befaras att gallringsreaktionen blir sämre än i oskadade bestånd. De uthålligt svaga tillväxterna på de skadade träden i Furudal är ett varningstecken för detta. Bestånd med omfattande skador ska inte gallras av denna anledning, dessutom är virkesförråden i sådana bestånd sannolikt alltför låga för att motivera gallring. Bedömningen av gallringsbehov för älgskadade bestånd bör baseras på fältbesiktning med uppmätning av grundytan samt med traditionella grundyttemallar.

Betningsskadorna kan ställa till problem för tallsågverken i framtiden när en allt större andel av slutavverkningarna utförs i älgskadade tallbestånd. Dessutom försämrar den genomsnittliga kvaliteten på rotstockar från älgskadade bestånd. Preliminära analyser av provstockar från det aktuella försöket tyder på att stockarna från måttligt skadade träd kommer att innehålla en del övervallade barkskador. Vid traditionell tillverkning av sågade trävaror kommer en del av dessa skador medföra nedklassning, eventuellt även vrakning av ett eller flera möjliga centrumutbyten utan att detta kan identifieras på stockarnas utsida. Konsekvenserna av sådana skador kan dock mildras om utbytena används t.ex. för ämnestillverkning där felen kan sågas bort.

Summary

This report describes and discusses the effects of browsing as shown in an experiment examining moose-related damage to Scots pines in Furudal in Dalarna, Sweden. This was an area of moose concentration in winter, with high densities of moose before and for some years after the start of the experiment. The aim of the experiment was to study the long-term effects of moose browsing on growth, damage and quality in young pine stands. The experiment was set up in 16-21-year-old pine stands in autumn 1979, and was monitored up to and including 2007. The experiment comprised 12 plots in three blocks, where the site quality index in the blocks varied between T23.5 and T25.5. When setting up the study site, six of the plots were deemed to be largely undamaged by moose, while the other six areas were severely damaged. Half of the undamaged and damaged plots were fenced off at the start of the experiment to prevent further moose browsing. This gave four experimental regimes in each of the three blocks: (1) undamaged-fenced; (2) undamaged-unfenced; (3) damaged-fenced; (4) damaged-unfenced.

The plots were assessed on 14 occasions between 1979 and 2007. The stem diameter at breast height and the height of the trees were measured. The occurrence of various types and degrees of damage was also assessed. In 2007, the aggregate proportion of stem-damaged trees was found to be 8 % in the undamaged-fenced areas, 42 % in the undamaged-unfenced areas, 84 % in the damaged-fenced areas, and 85 % in the damaged-unfenced areas. Over the 28 years of the experiment, the average increment was 178.2 m³ standing volume/ha for undamaged-fenced, 99.5 for undamaged-unfenced, 98.8 for damaged-fenced, and 56.5 for damaged-unfenced. In relative figures, the increment for undamaged-fenced was 100 %, for undamaged-unfenced 56 %, for damaged-fenced 55 % and for damaged-unfenced 32 %.

The most severely damaged trees died in large numbers in the years immediately following the damage. At the normal time of first commercial thinning, the thicker and higher trees in the stand were those that had avoided the most serious browsing damage. Surviving trees with severe damage were generally smaller and shorter.

The results showed that top-shoot browsing and broken stems caused serious stem damage. Together with side-shoot browsing, this led to substantial reduction in needle biomass, many dead trees, and poor growth in the

surviving trees. Only a small proportion of the trees with such damage can be expected to reach saw log dimension within a 'normal' time period. In contrast, bark stripping had considerably less negative impact on survival and growth, at least up to a damage level of 50 % bark-stripped stem circumference. Consequently, the proportion of bark-damaged trees that reach saw log dimension may be quite large.

Trees damaged by browsing never seem to completely recover in terms of growth. Consequently, browsing has caused increment losses, both at individual tree level and per hectare. The effects are assumed to be cumulative over the course of the rotation. Growth losses are measurable even after a small degree of damage, and seem to increase virtually rectilinearly with damage levels.

The main finding of the experiment is that financial losses caused by moose browsing largely derive from reduced increment. The forest owner has fewer cubic meters of timber and pulp wood for felling. At the levels of damage that are common today according to surveys, 5–7 % new stem damage is the equivalent of approximately 50 % damaged trees when the stand has grown beyond heights vulnerable to moose browsing. Consequently, major increment losses must be assumed.

In moose-damaged stands, low thinning should be applied, because the more severely damaged trees are usually found amongst the smaller trees. Thinning response may be worse than normal in moose-damaged stands. Because of this, stands with extensive damage should not be thinned and, in any case, the standing volume in such stands is probably far too low to justify thinning. Assessment of thinning needs for moose-damaged stands should be based on field observations with measurement of basal area, and traditional templates for basal area.

Browsing damage can cause problems for saw mills when a larger proportion of final felling is carried out in moose-damaged pine stands. Furthermore, the average quality of butt logs is lower from moose-damaged stands. Preliminary analyses of sample logs from the current experiment indicate that logs from moderately damaged trees will contain some bark damage that has healed over. In traditional sawn wood products, some of this damage will mean downgrading, possibly even rejection of one or more possible centre boards without this being visible on the outside of the logs.

Bakgrund och syfte

Under 1900-talet ökade den svenska älgstammen, vilket avspeglas i avskjutningsstatistiken. Från början av 1970-talet ökade älgavskjutningen kraftigt. Flyginventeringar kom igång i större omfattning (Stålfelt, 1975) och man blev alltmer medveten om de höga älgtätheter som nu börjat uppstå. En ökande oro för trafikolyckor med älg och för skador på jordbruksgrödor och skog spred sig. Den nationella avskjutningen nådde en topp 1982 (175 000 älgar) och därefter minskade avskjutningen kraftigt (Svenska Jägarförbundets viltövervakning). Under senare år har 80 000–90 000 älgar skjutits per år i Sverige.

Den ökande älgstammen medförde också höga eller mycket höga tätheter och högt betestryck i vinterkoncentrationsområden. Ett sådant område låg omkring Furudals bruk cirka 35 km norr om Rättvik i Dalarna. Den höga och koncentrerade älgstammen där bestod några år in på 1980-talet men därefter sjönk älgtätheterna, troligtvis beroende på ökad jakt och på att stora arealer ungskog växte ur höjder lämpliga för älg. Möjligen påverkades också antalet älgar av minskande reproduktion. Den höga älgstammen och de förmodade utpräglade vandringarna resulterade i att ett större

älgprojekt ("Storprojekt älg") etablerades 1978 norr om Furudal i Dalarna. I ett av fyra delprojekt studerades skogsskador orsakade av älg. Inom ramen för delprojektet anlades ett experiment med början 1979. En del av resultaten från detta långliggande experiment redovisar vi i denna rapport. Experimentet är så vitt vi känner till det enda i landet där man under många år följt tallars utveckling i relation till känd älgbetning.

Experimentets övergripande syfte vara att förstå älgbetets inverkan på tallens (*Pinus sylvestris*) tillväxt och kvalitet. Särskilt studerades:

- höjdtillväxt
- diametertillväxt
- mortalitet
- virkesproduktion
- virkeskvalitet

I rapporten fokuserar vi på tallens höjd- och diameter-tillväxt, mortalitet (avgång) och volymtillväxt. Teoretiska gallringar har genomförts för att förstå olika gallringsregimers effekter i svårt älgskadade bestånd. Avslutningsvis görs också några ekonomiska beräkningar av rotvärden för att belysa älgbetningens potentiella betydelse.

Studieområde

Hela studieområdet för Storprojekt älg sträckte sig från Furudals bruk i nordöstra Dalarna och ca 70 km norrut (figur 1). Älgens vinterkoncentrationsområde (härefter kallat området eller koncentrationsområdet) definierades dock som ett ca 10 000 ha stort område från Skattungen och Oresjön och norrut. Landarealen var 8 400 ha.

Studierna av skogsskador genomfördes i huvudsak inom de partier som hade de högsta tätheterna inom området. Nedan anges några egenskaper för området med uppgifter, huvudsakligen från Bergström m.fl. (1983).

Miljön

I vinterkoncentrationsområdet varierar höjden över havet mellan 200 och 470 m. Studierna som redovisas här har gjorts i områden där höjden är omkring 200 m. Jordarterna i området utgörs till ca 30 % av sedimentjordar och andelen av dessa var än högre i området där provytorna låg för denna studie. Andelen ungskog (0–20 år) var vid försökets start ca 24 %. Motsvarande värde för äldre skog (21–40 år) var 12 % och för skog äldre än 40 år 64 %.

Cirka 73 % av koncentrationsområdet var bestånd med mer än eller lika med 70 % tall och 53 % var rena tallskogar.

Medelvärdet för maximala snödjupet under en trettioårsperiod (1931–1960) var i området omkring 50 cm. Medelantalet dagar med snö var 150–160 dagar (Pershagen, 1969). Under perioden 1979–1984 mättes snödjupet i studieområdet. Medelsnödjupet under försökets första år var 60 cm (1979/80), 30 cm (1980–81), 50 cm (1981–82) och 30 cm (1983–84) (Sandegren m.fl., 1985).

Markägare

Marken inom koncentrationsområdet ägdes tidigare till viss del av Korsnäs AB, men stora delar såldes till Sveaskog. En del mark ägs också av privata markägare och Rättviks kommun.

Älgstammen

Vid flyginventeringar i början av 1980-talet befann sig ca 50 % av hela studieområdets alla älgar (1 500 st) inom 8 % av ytan, d.v.s. koncentrationsområdet. I detta

område var tätheterna 70 (1980), 73 (1982) och 27 älgar/1 000 ha (1983). I kärnan av området varierade älgtätheterna mellan 67–97 älgar/1 000 ha under en tvåårsperiod (1980–1982) – beroende på år och inventeringsmånad. Vi har inga data på älgtätheten under sommaren i koncentrationsområdet men tätheten torde ha varit mycket låg då en stor del av älgarna i huvudsak vandrade norrut.

Betesstudier på provytor i området visade att tall utgjorde 90–100 % av vinterkonsumtionen i ungskogarna. Där fanns det inte heller mycket annat än tall att äta. En botanisk analys av vommaterial från 30 älgar skjutna i mars 1983 i koncentrationsområdet visade på att drygt 70 % av födan var vanlig tall. Av övrig föda utgjordes 13 % av björk och viden, 10 % av ett tiotal arter av träd och risväxter och 7 % av obestämt växtmaterial.



Figur 1.
Furudal ligger norr om Siljan och öster om Orsasjön.

Metoder

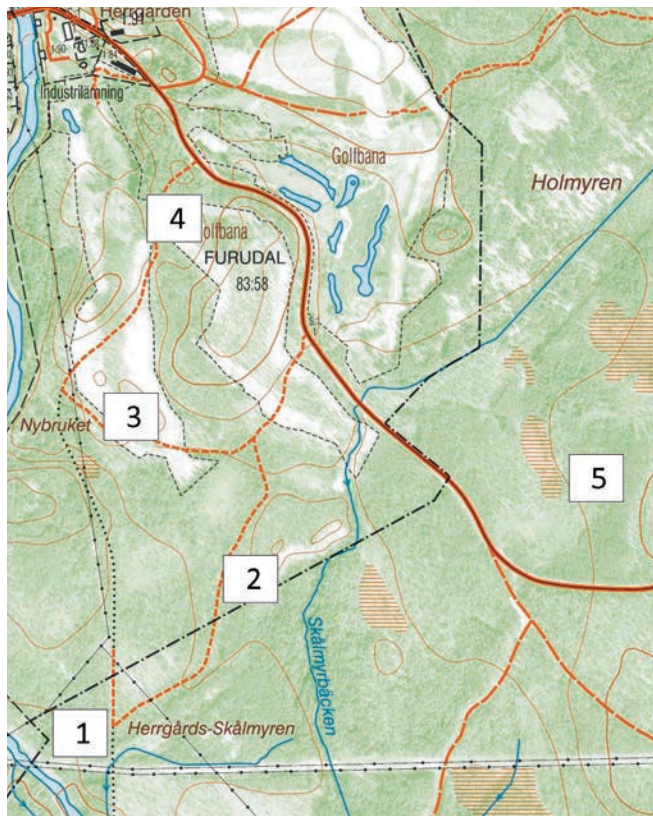
Försöksbeskrivning och försöksled

Älgskadeförsöket i Furudal anlades hösten 1979 av Sveriges lantbruksuniversitet, SLU (Lavsund & Jernelid, 1988). Den sista revisionen av försöket gjordes hösten 2007, vilket innebar att älgbetningen och effekterna av denna kunnat följas under 28 år. Försöket omfattade 12 provytor med provytstorleken 625 m² (25 * 25 m). Vid anläggningen bedömdes sex av provytorna i huvudsak vara oskadade av älg, medan de övriga sex ytorna var svårt skadade av älgbetning. Hälften av såväl de oskadade som skadade ytorna inhägnades vid anläggningen för att förhindra fortsatt älgbetning. Försöket bestod av fyra försöksled med vardera tre upprepningar (block):

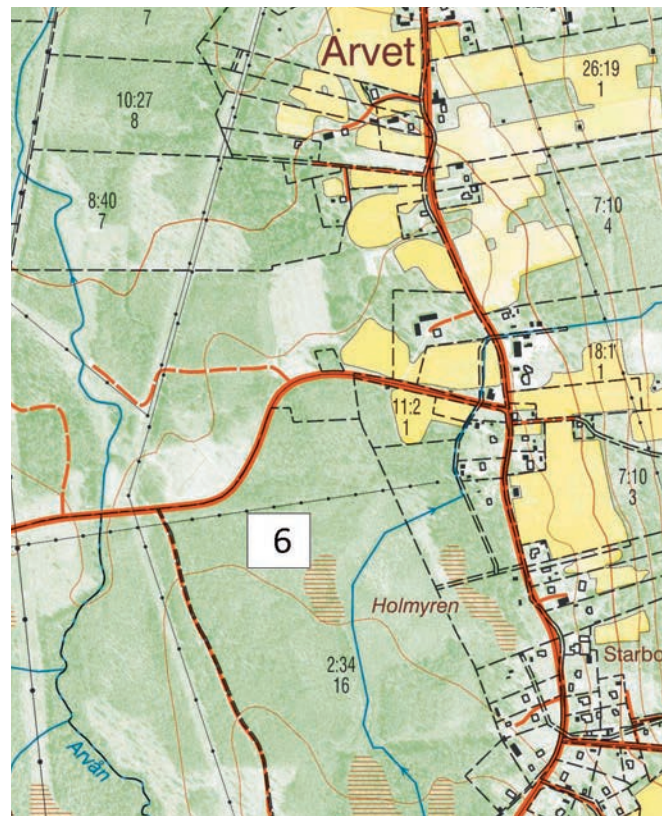
- Oskadat-hägnat (i vissa tabeller och diagram kallat Oska-hägn)
- Oskadat-ohägnat (Oska-ohägn)
- Skadat-hägnat (Ska-hägn)
- Skadat-ohägnat (Ska-ohägn)

Hägnen var trådstängsel (viltstängsel) med höjden 2,2 m och ovanpå det fästes metallband som ökade den totala höjden till 2,8 m. Förhöjningen gjordes p.g.a. att älgar tog sig in på två ytor under första vintern. Älgarna stannade dock kort tid i hägnen. Nätet var fastsatt på metallstolpar som var gjutna i marken. Hägnen stod färdiga hösten 1979 då också den första inmätningen av träden gjordes.

De flesta provytorna låg samlade inom cirka en km², men två ytor låg 5 km från huvudklungan (figur 2).



© Lantmäteriverket Gävle 2010. Medgivande I 2010/0986.



Figur 2.

Kartorna visar ytornas läge vid Furudals bruk och vid Arvet, cirka 6 km SSV Furudals bruk. Varje yta kan identifieras i fält genom de märkta träden. Inom varje på kartan markerad fyrkant ligger två ytor enligt följande:

- 1: Skadat-hägnat (i norr) och skadat-ohägnat (i söder);
- 3: Oskadat-hägnat (i öster) och oskadad ohägnat (i väster);
- 5: Skadat-hägnat (i öster) och skadat-ohägnat (i väster);

- 2: Skadat-hägnat (i sydöst) och skadat-ohägnat (i nordväst);
- 4: Oskadat-hägnat (i nordöst) och oskadad-ohägnat (i sydväst);
- 6: Oskadat-hägnat (i öster) och oskadad-ohägnat (i väster).

Tabell 1.

Skogliga variabler för ytorna i de olika blocken samt medeltal för de tre blocken vid den första inmätningen hösten 1979.

oska-hägn = oskadade-hägnade

oska-ohägn = oskadade-ohägnade

ska-hägn = skadade-hägnade

ska-ohägn = skadade-ohägnade

Block 1

	Oska-hägn	Oska-ohägn	Ska-hägn	Ska-ohägn
Stam/ha	1 312	1 616	1 904	1 952
Vol, m ³ sk/ha	3,6	3,2	2,9	3,3
Grundyta, m ² /ha	1,3	1,2	1	1,2
Grundytestammens diameter, mm	36	31	26	28
Grundytevägd höjd, dm	34	31	30	30
Döda träd/ha	0	0	448	32

Block 2

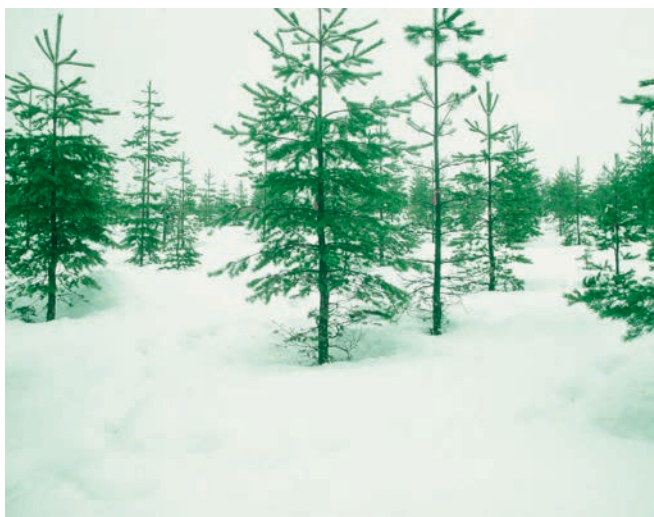
	Oska-hägn	Oska-ohägn	Ska-hägn	Ska-ohägn
Stam/ha	1 536	1 520	1 296	1 536
Vol, m ³ sk/ha	3,7	3,3	1,9	1,9
Grundyta, m ² /ha	1,3	1,2	0,7	0,8
Grundytestammens diameter, mm	33	32	26	26
Grundytevägd höjd, dm	32	34	26	25
Döda träd/ha	0	0	368	160

Block 3

	Oska-hägn	Oska-ohägn	Ska-hägn	Ska-ohägn
Stam/ha	1 344	1 344	1 216	1 440
Vol, m ³ sk/ha	6,7	7	2,5	4,9
Grundyta, m ² /ha	2,3	2,4	0,9	1,7
Grundytestammens diameter, mm	47	48	31	39
Grundytevägd höjd, dm	39	41	34	38
Döda träd/ha	16	0	754	400

Medeltal av 3 block

	Oska-hägn	Oska-ohägn	Ska-hägn	Ska-ohägn
Stam/ha	1 397	1 493	1 472	1 643
Vol, m ³ sk/ha	4,7	4,5	2,4	3,4
Grundyta, m ² /ha	1,6	1,6	0,9	1,2
Grundytestammens diameter, mm	39	37	28	31
Grundytevägd höjd, dm	35	35	30	28
Döda träd/ha	5	0	523	197



Åtgärder på provytorna

Revisioner (mätningar och skadebedömningar)

Försöket reviderades vid 14 tillfällen. Den första mätningen (tabell 1) och skadebedömningen av provträden gjordes vid försöksanläggningen hösten 1979. Därefter utfördes en revision varje höst t.o.m. 1987. Efter 1987 utfördes revisioner med fyraåriga intervall, d.v.s. 1991, 1995, 1999, 2003 och 2007.

Vid varje tillfälle mättes trädhöjden (fallande dm; från mark till högsta levande del), brösthöjdsdiametern (mm) och längden på senaste toppskottet (mm för skott inom räckhåll, annars i 50-mm klasser) på samtliga provträd. Dessutom bedömdes skador på varje provträd enligt nedan (se bilaga 1 för mer detaljerad instruktion). Vid skadebedömningen noterades skadornas typ och omfattning.

Färsk stamskada på tall

Som färsk älgbetesskada klassas följande stamskador uppkomna under senaste året och orsakade av älg:

- Toppskottsbetning; fjolårsskottet betat eller avbrutet ovanför översta grenvarvet.
- Stambrott; stammen avbruten nedanför översta grenvarvet.
- Barknag; barken avgnagd så att ved blivit synlig.

Gammal stamskada på tall

Som gammal älgbetesskada räknas följande skador och som orsakats av älg före senaste året:

- Dött träd
- Stambrott
- Bajonettbildning
- Sprötkvist
- Klykbildning
- Barknag

En samlad skadebedömning i form av "skadeklass" gjordes för varje provträd fram till och med 1991, där efter beräknades skadeklass utifrån insamlade skadedata.

Figur 3.

Bild över yta som vid försökets start 1979 var oskadad (överst) och som ej hägnades och betades hårt under början på 1980-talet. Fotograferingsår: 1979 (överst), 1982 (mitten), 1995 (nederst). Foto: Hans Jernelid

Fyra skadeklasser tillämpades, från klass 0 (oskadat) till klass 3 (kraftiga skador orsakande betydande tillväxt- och/eller kvalitetsförluster). Samma klassificeringssystem användes under hela studieperioden och alla skadebedömningar utfördes av samma person vid samtliga inventeringar.

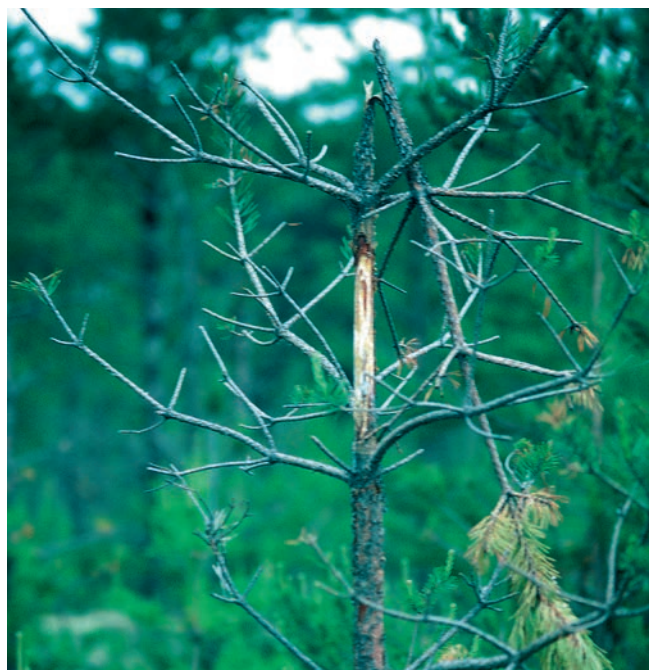
Vid tveksamhet om skadan orsakats av älg eller inte klassades skadan som annan skada. Detta gällde vid alla skadebedömningar.

Den i dag mest använda metoden för att fastställa älgbetningsskador i tallungskog är ÄBIN, Älgbetesinventeringen, (www.skogsstyrelsen.se). Skogsstyrelsen liksom övriga skogsbruket har tillämpat denna metod i sina inventeringar sedan början på 2000-talet. Enligt ÄBIN räknas enbart träd med stamskada orsakad av älg som betesskadad. Toppskottsbetning, stambrott och barknager stamskada. ÄBIN belyser således de skador som får negativa konsekvenser på kvaliteten på rotstocken. Klassificeringen av färsk skada (d.v.s. orsakade senaste året) i Furudal var lik den som den som görs i ÄBIN, med undantag av att barknagen också klassades efter svårighetsgrad (bilaga 1) och att instruktionen för ÄBIN anger att färsk skada är från senaste vintern. Den sistnämnda skillnaden har liten betydelse då sommarbete på talltroligen var mycket ovanligt i Furudal. De ackumulerade skadorna klassificerades också på samma sätt som i ÄBIN. De insamlade uppgifterna från Furudal tillät alltså en bearbetning på samma grund som klassificeringen i ÄBIN.

Furudalsinventeringen skiljde sig dock i ytterligare några andra avseenden från den i ÄBIN, bl.a. genom att skadornas svårighetsgrad bedömdes och att barrförlust skattades.

Simulerad gallring

Våren 2008 utfördes simulerade gallringar på provytorna med syfte att undersöka i vilken grad beståndskvaliteten kunde påverkas genom låggallring respektive höggallring. Träden stämplades utan större hänsyn till synliga skador. Tanken med detta var att efterlikna stamvalet vid en praktisk maskinell gallring. En någorlunda jämn areell fördelning av de kvarstående träden eftersträvades. Gallringsstyrkan var 25 % av grundytan i form av selektiv gallring.



Figur 4. Övre bilden visar ett färskt stambrott och en barkskada. På nedre bilden ett gammalt stambrott med ny topp som tagit över, stammen får en krök. Tallen har också en barkskada. Stambrott innebär dels kvalitativ påverkan men även kvantitativ genom barrmasseförlust. Träd med barkskada har också ofta förlorat barrmassa genom kvistbete. Foto: Hans Jernelid

Databearbetning

Virkesförråd och volymproduktion

Virkesförrådet per hektar av levande träd beräknades för respektive provyta efter varje revision. Träd med brösthöjdsdiameter på 5 cm eller grövre (på bark) kuberades med Näslunds mindre funktioner (Näslund, 1947). Klenare träd än 5 cm (p.b.) kuberades med funktioner utarbetade av Andersson (1954). Volymtillväxten beräknades som differensen mellan volymen av de levande träden vid den senare revisionen och volymen av samma träd vid den föregående revisionen. Träd som dött mellan revisioner räknades bort i skattningen av volymtillväxt. Volym för enskilda träd gjordes genom kubering med hjälp av stamdiameter och höjd.

Barrutglesning

Barrutglesning skattades genomgående bara på de sex översta grenvarven (bilaga 1). Med denna definition bedömdes träd med barrutglesning ha en allt lägre utglesning för varje år som nya, oskadade grenvarv bildades. Således kunde ett träd med i princip all barrmassa borta, efter sex år bedömas ha en helt opåverkad barrmassa enligt definitionen.

Skadeklass (SklassXX)

Skadeklassen för respektive provträd registrerades som nämnts i fält t.o.m. 1991. Skadeklassen vid de senare revisionerna beräknades i efterhand med hjälp av de i fält registrerade skadekoderna. En skadeklass blev således bestämd för varje träd och revisionstillfälle (SklassXX, där XX står för bedömningsåret).

Skadeklass (Sklass respektive Sklass-stam)

Bedömningen av tidigare skadors svårighetsgrad mildrades successivt med åren. Under de första försöksåren föranleddes detta ofta av en återhämtning av barrmassan på träd som hade haft kraftig barrutglesning som allvarligaste skada. Från och med 1983 berodde lägre satta skadeklasser nästan uteslutande på att stamskador bedömdes mildare. Ett träd med den högsta skadeklassen (3) vid 1979 års revision kunde exempelvis ha lindrigare skador (skadeklass 2 eller 1) vid revisionen 1991.

Vid denna utvärdering skapades därför två nya skadevariabler, Sklass respektive Sklass-stam. Båda dessa variabler avser den högsta noterade skadeklassen t.o.m.

det år som resultatredovisningen avser.

Sklass är identiskt med högsta noterade SklassXX. För resultat avseende t.ex. 1982 avser Sklass den högsta noterade SklassXX vid revisionerna 1979–1982. Ett träd med Sklass79=0, Sklass80=3, Sklass81=3 och Sklass82=2 fick exempelvis en "trea" för variabeln Sklass för år 1982.

Sklass-stam beräknades utifrån högsta noterade skadekod för stamskada. Exempelvis tilldelades ett träd med Sklass 3, bestämt utifrån högsta skadekod 3 för barrutglesning och skadekod 2 för stamskada, en "tvåa" för variabeln Sklass-stam.

Bestämning av älgbetesskadade träd

Den ackumulerade andelen stamskadade träd över tiden beräknades för varje försöksyta i Furudal för att i möjligaste mån kunna jämföra skadeomfattningen och beståndsutvecklingen med ÄBIN-inventeringar.

I betade bestånd finns det alltid träd som har sidoskottsbetats, men som klarat sig undan från stamskador. Vid större förlust av barrmassa genom t.ex. sidoskottsbetning påverkas trädets tillväxt negativt. Som ett mått på sidoskottsbetningen i Furudal beräknades andelen träd som hade haft en barrutglesning större än 50 %, men inga stamskador. I ÄBIN registreras bara stamskador, ej barrförlust p.g.a. sidoskottsbyte.

Fastställandet av stamskadade träd

Skadorna beskrevs noggrant vid varje inventeringstillfälle. För bestämningen av träd med gamla stamskador vid anläggningen 1979 uppstod det emellertid vid bearbetningen tveksamheter om träd med endast sprötkvist som stamdefekt kunde betraktas som "säkert" älgskadade. Detta var en effekt av att bestånden inte följdes från beståndsanläggningen. Sprötkvistförekomst är normalt vanligt förekommande på både tall och gran, och kan orsakas av klimatskador, trädkonkurrens ("piskning" av toppskott), svamp (t.ex. knäcksjuka), insekter eller trädens genetik (Ståhl m.fl., 1990).

Teoretiskt sett kan sprötkvist orsakas av älgbetning på två sätt, genom toppskottsbetning eller av stambrott. Studier av trädutveckling och sprötkvistförekomst före och efter skadetillfället för träd utsatta av toppskottsbetning eller stambrott fick därför ligga till grund för hur träden med endast sprötkvist skulle bedömas. Resultaten av dessa analyser presenteras nedan, före de övriga resultaten.

Akkumulerad andel stamskadade träd

Samtliga döda träd vid anläggningen klassades som stamskadade av älg. Av de totalt 136 döda träden fanns 135 på de kraftigt skadade ytorna. Detta talade för att älgbetet hade varit dödsorsaken för i princip varje dött träd. Den ackumulerade andelen stamskadade träd beräknades för varje provyta och för varje revisionstillfälle. Andelen stamskadade träd beräknades som summan av stamskadade träd (levande eller döda) dividerat med antalet levande och döda träd vid anläggningen.

Gallringens påverkan på skadeandelen

Beräkningar utfördes beträffande i vilken grad de simulerade gallringarna (enligt ovan) hade förändrat andel träd, grundyta respektive volym i olika skadeklasser (Sklass-stam).

Beräkningar av rotvärden

Beräkningar av rotvärden vid en omedelbar slutavverkning av bestånden genomfördes med beståndsdata från 2003 respektive 2007. Minimidiametern för avverkningsträd sattes till 10 cm på bark i brösthöjd. För både 2003 och 2007 användes priser och kostnader i 2009 års nivå. En kostnad på 850 kr per G₁₅-timme användes för avverkning med engreppsskördare. För skotningen (enkelt terrängtransportavstånd 200 m) användes kostnaden 585 kr per G₁₅-timme. Omkostnader som planerings- samt flyttningskostnader för maskiner ingick dock inte i beräkningarna. Drivningskostnaderna beräknades med tidsåtgångsfunktioner för prestation i slutavverkning och

skotning. De använda funktionerna finns redovisade i Pettersson (2008). För beräkning av gagnvirkesutbytet och medelstamvolym under bark användes omräkningstal från m³sk till m³fub. Dessa omräkningstal baserade sig på Cernolds utbytstabeller (Cernold, 1981). Massavedspriset sattes till 275 per m³fub. För de oskadade hägnade ytorna uppskattades ett visst utbyte (ca 20 %) av sågtimmer (400 kr per m³fub).

Statistisk analys

För att beräkna betningseffekter och statistisk signifikans genomfördes variansanalyser. För att testa om det fanns signifikanta skillnader mellan försöksleden användes Tukey-Kramers test för multipla jämförelser. Följande modellekvation användes:

$$y_{jk} = \mu + \mu_j + t_k + e_{jk}$$

där

$$y_{jk} = \text{värde på beroende variabel för yta } jk$$

$$\mu = \text{totalmedelvärde}$$

$$\mu_j = \text{fix effekt av block } j; j = 1, 2, 3$$

$$t_k = \text{fix effekt av behandling } k; k = 1, 2, 3, 4$$

$$e_{jk} = \text{residual för observation } jk, \text{NID}(0, \sigma_e^2)$$

Statistikpaketet SAS/STAT procedur GLM (SAS Institute Inc., 1999) användes för variansanalysen.

Resultat

Träd med sprötkvist 1979

Träd med sprötkvist som enda stamskada vid försöksanläggningen 1979 klassades inte som älgbetade, eftersom det inte fanns någon tydlig koppling mellan toppskottbetning, stambrytning och efterföljande sprötkvistförekomst.

Effekter av toppskottsbetning och stambrott

Under åren 1979–1982 drabbades klenare och kortare träd i högre grad av toppskottsbetning (tabell 2 samt bilaga 2). Andelen träd med sprötkvist blev i stort sett oförändrad p.g.a. toppskottsbetningen under de närmast påföljande åren efter skadetillfället. Däremot ökade andelen träd med bajonett i hög grad efter skadetillfället (tabell 2). Andelen träd med stor barrutglesning ökade påtagligt under skadeåret och de närmast påföljande åren. Efter skadetillfället var de toppskottsbedade träden avsevärt klenare och kortare än genomsnittsträdet.

Stambrotten under 1980–1982 drabbade i genomsnitt grövre och högre träd jämfört med toppskottsbetningen. I medeltal var de stambrutna träden minst lika grova och höga som genomsnittsträdet (tabell 3 samt bilaga 3). Effekterna av stambrotten var likartad med effekterna av toppskottsbetningen. Andelen träd med sprötkvist blev i stort sett oförändrad, medan andelen träd med bajonett ökade kraftigt (tabell 3). Vidare resulterade stambrotten i kraftig utglesning av barrmassan. Stambrotten medförde att trädhöjderna omedelbart reducerades kraftigt, samt att tillväxten av både diameter och höjd blev låg.

Redan under skadeåret, och under det närmast påföljande året, var de toppskottsbedade eller stambrutna träden påtagligt kortare än genomsnittsträdet. Dessutom hade de en kraftigt utglesad barrmassa. Gemensamt var också att sprötkvistförekomsten inte hade ökat nämnvärt till skillnad mot den kraftiga ökningen av bajonetter. För cirka 15 % av träden med bajonett ändrades klassningen av denna skada till sprötkvist vid de tre sista revisionerna (alltså ca 20–25 år efter skadetillfället).

Tabell 2.

Data för samtliga toppskottsbedade träd 1981 på de oskadade-ohägnade och skadade-ohägnade ytor i block 1–2 samt medelhöjd och medeldiameter för samtliga, ej toppskottsbedade eller stambrutna levande träd på dessa ytor.

<i>Variabel</i>	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Träd med toppskottsbetning 1981:						
Antal levande toppskottsbedade träd 1981	21	21	21	21	21	21
Andel av dessa med barrförlust 10–50 %, % -enheter	14	10	6	6	9	4
Andel av dessa med barrförlust 51–90 %, % -enheter	27	43	24	32	28	52
Andel av dessa med barrförlust > 90 %, % -enheter	4	20	70	62	63	33
Andel toppskottsbedade träd med sprötkvist, % -enheter	34	40	40	40	40	40
Andel toppskottsbedade träd med bajonett, % -enheter	27	32	37	70	84	84
Genomsnittlig skadeklass för respektive år (SklassXX)	0,54	0,54	2,64	2,55	2,56	2,32
Genomsnittlig skadeklass (Sklass)	0,62	0,62	2,68	2,84	2,9	2,9
Aritmetisk diameter toppskottsbedade träd 1981, mm	20	22	23	23	27	28
Aritmetisk höjd toppskottsbedade träd 1981, dm	18	19	20	20	20	20
Träd utan toppskottsbetning eller stambrott:						
Aritmetisk diameter för samtliga ej toppskottsbedade eller brutna, mm	26	32	34	38	44	46
Aritmetisk höjd för samtliga ej toppskottsbedade eller brutna, dm	22	24	26	28	31	33

Tabell 3.

Data för samtliga stambrutna träd 1981 på de oskadade-ohägnade ytorna i block 1–2 samt medelhöjd och medeldiameter för samtliga, ej stambrutna eller toppskottsbetade levande träd på dessa ytor.

<i>Variabel</i>	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Stambrutna träd:						
Antal levande stambrutna träd 1981	29	29	29	25	21	19
Andel av dessa med barrförlust 10–50 %, % -enheter	10	38	3	8	14	21
Andel av dessa med barrförlust 51–90 %, % -enheter	0	31	17	48	24	42
Andel av dessa med barrförlust > 90 %, % -enheter	0	0	80	46	62	37
Andel stambrutna träd med sprötkvist, % -enheter	38	38	38	38	41	41
Andel stambrutna träd med bajonett, % -enheter	0	0	3	83	83	83
Genomsnittlig skadeklass för respektive år (KlassXX)	0,24	0,24	2,83	2,59	2,76	2,66
Genomsnittlig skadeklass (Klass)	0,24	0,24	2,83	2,86	2,9	2,9
Aritmetisk diameter stambrutna träd 1981, mm	34	39	39	38	40	39
Aritmetisk höjd stambrutna träd 1981, dm	27	30	20	21	21	21
Träd utan stambrott eller toppskottsbetning:						
Aritmetisk diameter för samtliga ej toppskottsbetade eller brutna, mm	25	30	32	35	42	46
Aritmetisk höjd för samtliga ej toppskottsbetade eller brutna, dm	22	25	27	30	32	34

Tabell 4.

Data 1979 för samtliga träd som vid anläggningstillfället endast hade sprötkvist (228 st) som registrerad skada. Dessutom finns medeldiameter och medelhöjd redovisad för samtliga träd. Medeltal av tre block.

<i>Variabel</i>	Oska-Hägn	Oska-ohägn	Ska-hägn	Ska-ohägn
Träd med enbart sprötkvist:				
Antal träd per provyta	25	31	7	13
Andel av dessa med barrförlust 10–50 %, % -enheter	7	3	37	31
Andel av dessa med barrförlust 51–90 %, % -enheter	0	1	50	22
Andel av dessa med barrförlust > 90 %, % -enheter	0	0	3	27
Diameter, grundytamedelstam, för träd med enbart sprötkvist, mm	38	37	27	38
Höjd, grundytevägd, för träd med enbart sprötkvist, dm	34	38	27	37
Samtliga träd på ytorna:				
Diameter, grundytamedelstam, samtliga träd på ytan, mm	39	37	27	31
Höjd, grundytevägd, för samtliga träd på ytan, dm	35	35	30	37

Data för träd med sprötkvist som enda stamskada vid anläggningen

Vid anläggningen fanns det 168 träd på de oskadade ytorna och 60 träd på de skadade som hade sprötkvist som enda noterad stamskada (tabell 4). Medelhöjden och

medeldiametern var ungefär lika stor för sprötkvistträden som för genomsnittsträdet på såväl de oskadade ytorna som på de skadade ytorna. På de oskadade ytorna hade dessutom endast en mycket liten andel av träden barrmassautglesning.

Klassificering av träd med sprötkvist som enda stamskada

Analysen tyder på att träd med sprötkvist som enda stamskada inte ska klassas som stamskadade av älg. Orsaken är att såväl toppskottsbetning som stambrott inte hade resulterat i någon ökning av sprötkvistfrekvensen. Dessutom tillhörde sprötkvistträden inte heller de klenare och kortare träden på ytorna, vilket var fallet för de toppskottsbetade och stambrottna träden. Detta ställningstagande saknade praktisk betydelse för bedömningen av hur svårt skadade de skadade ytorna var vid anläggningen. Däremot hade det stor betydelse för bedömningen av de oskadade ytorna. Om sprötkvistträden hade klassats som älgskadade hade detta inneburit en stamskadeandel på ca 40 % vid anläggningen för de oskadade ytorna. Nu pekade alla träddata på att detta inte var fallet, och att stamskadeandelen istället var ca 10 %. Under försöksperioden drabbades 52 sprötkvistträd på de ohägnade ytorna av stamskador orsakade av älg, och blev därigenom älgskadeklassade.

Gamla betesskador vid försöksanläggningen

Stamskadade träd 1979 utan angiven skadeorsak klassades som toppskottbetade.

För stambrott och barkskador noterades om skadan inträffat under det senaste året eller under tidigare år (bilaga 1). Beträffande toppskottsbetning registrerades om detta hade inträffat under det senaste året, däremot noterades inte äldre toppskottsbetning. Vid anläggningen saknade 172 stamskadade träd skadeorsak. Av dessa träd hade 146 bajonett och 36 klyka (några träd hade båda skadetyperna). Rimligen borde träden ha varit utsatta för toppskottsbetning, eftersom de saknade registrering för stambrott eller barkskador. Ett ytterligare argument var att toppskottsbetningen gav en stor ökning av frekvensen

bajonetter. De 172 stamskadade träden som saknade skadeorsak klassades sålunda som toppskottsbetade.

Älgskador och skadeutveckling

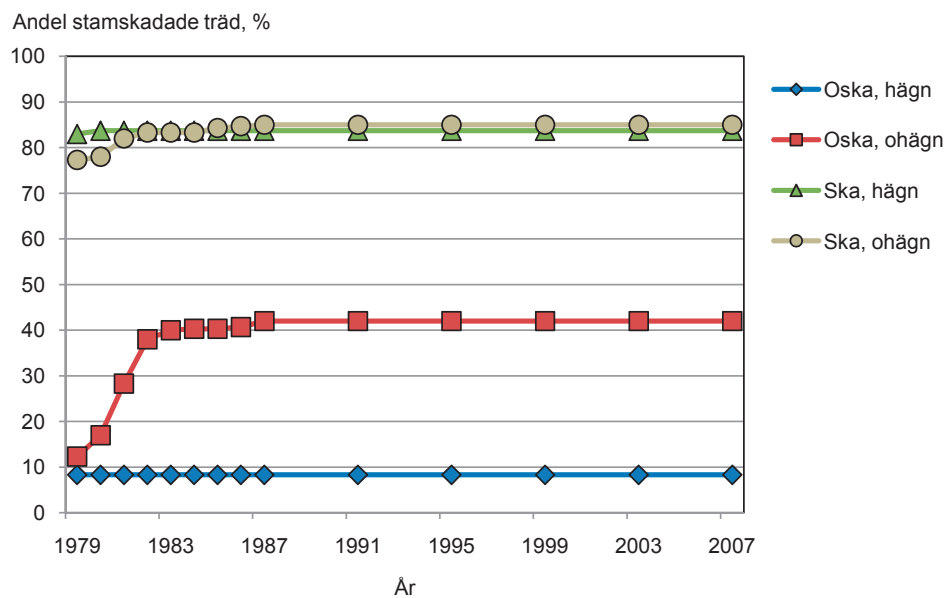
På de värst drabbade ytorna hade mer än 80 % av träden stamskador. Gamla stamskador bedömdes som allt lindrigare i takt med att träden växte ifrån skadorna.

Andel stamskadade träd och färska stamskador

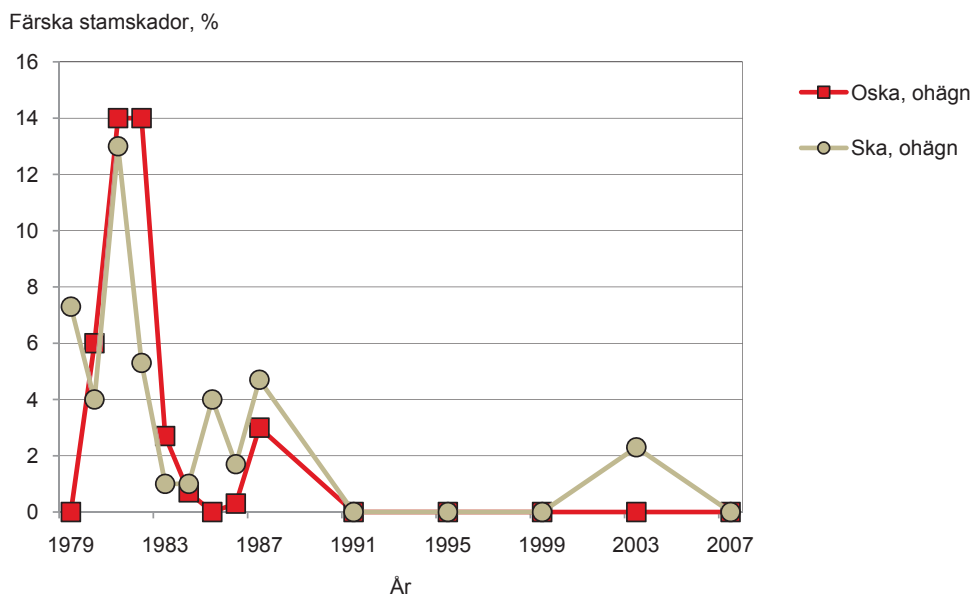
Älgbetning hade pågått under flera år i försöksbestånden då försöket anlades. Vid anläggningen registrerades att 487 provträd (motsvarande 43 %) hade gammal stamskada orsakad av älg. Totalt registrerades 227 färskabetningsskador vid anläggningen och under försökets gång. Av dessa färska skador var 131 nybetning och resterande 96 återbetning på redan skadade träd. Sammanlagt registrerades alltså 618 provträd (487+131) som stamskadade av älg. En stor andel av stamskadorna (79 %) hade således uppstått mer än ett år före försöksanläggningen.

Vid försöksanläggningen 1979 var andelen stamskadade träd i genomsnitt 8 % på oskadade-hägnade ytor, 12 % på oskadade-ohägnade ytor, 83 % på skadade-hägnade ytor och 77 % på skadade-ohägnade ytor (figur 5). De oskadade ytorna som inte hägnades i block 1 och 2 drabbades av omfattande betning under 1980–1982 (bilaga 4-5), vilket resulterade i en kraftig ökning av andelen stamskadade träd för detta försöksled (figur 5). Även träden på de skadade-ohägnade ytorna betades frekvent under framför allt den första delen av 1980-talet (figur 6). I dessa fall handlade det om en stor andel återbetning på tidigare skadade träd.

Vid revisionen 2007 var den ackumulerade andelen stamskadade träd i genomsnitt 8 % (variation 7–9 % mellan blocken) på de oskadade-hägnade ytorna, 42 % (10–66) på de oskadade-ohägnade, 84 % (80–94) på de skadade-hägnade samt 85 % (80–89) på de skadade-ohägnade ytorna (figur 5).



Figur 5. Ackumulerad andel stamskadade träd som procent av alla döda och levande träd vid anläggningen. Medeltal av tre block



Figur 6. Färska stamskador på ohägnade ytor, procent av antal levande stammar. Medeltal av tre block. Färska stamskador uppstod under den vinter-sommar som föregick varje revision, vilken utfördes på hösten.

Skillnader över tiden i bedömningen av stamskador

Stamskadorna bedömdes som allt lindrigare ju längre tid som gått sedan skadetillfället. Skillnaden mellan den högst uppmätta och den aktuella skadeklassen var lägst för de oskadade-ohägnade ytorna (figur 7). Orsaken är att dessa ytor hade den lägsta andelen skadade träd bland de skadade ytorna (figur 5). De skadade-ohägnade ytorna hade den största skillnaden mellan högst noterad skadeklass och aktuell skadeklass vid respektive revision (figur 8). Förklaringen är att andelen skadade träd på dessa ytor var högst (figur 5). Den största "återhämtningen" i skadeklass gjordes vid revisionen 2007. En viktig, bidragande orsak till detta torde ha varit att

träden då till stor del hunnit kvistrensa sina nedre torra grenar och kvistar. Då registrerades t.o.m. en del träd med "trea" för Sklass-stam som oskadade (Sklass07=0), (tabell 5).

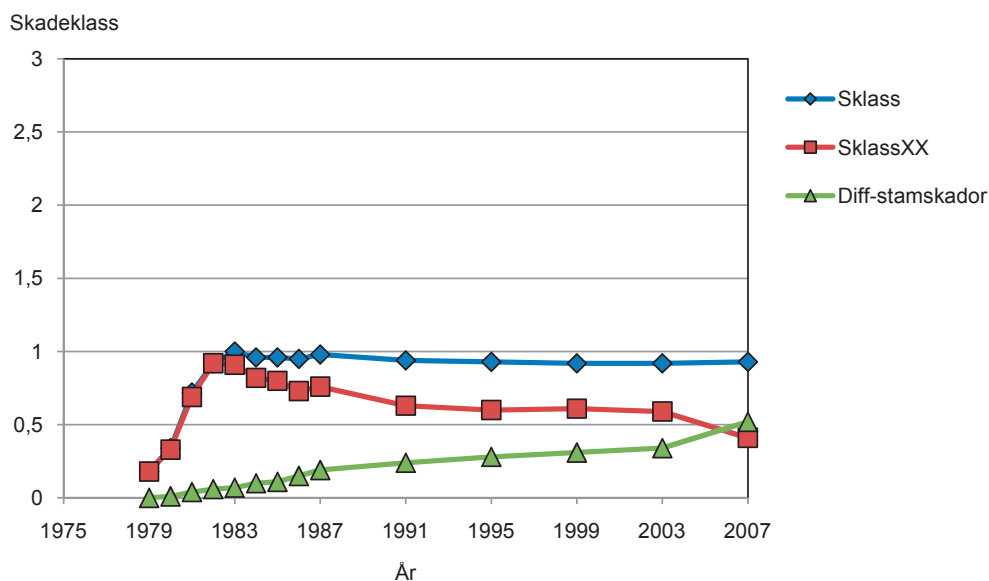
Orsaker till stambetesskador

Den vanligaste skadeorsaken var nedbrytning (stambrott) (tabell 6). Toppskottsbetning intog en mellanställning medan barknag var minst vanligt. Efter försökets anläggning toppskottsbetades relativt få träd (ca 50 träd). Ganska snart efter försöksanläggningen var de flesta träden högre än 2,5 m, och därför oåtkomliga för toppskottsbetning.

Tabell 5.

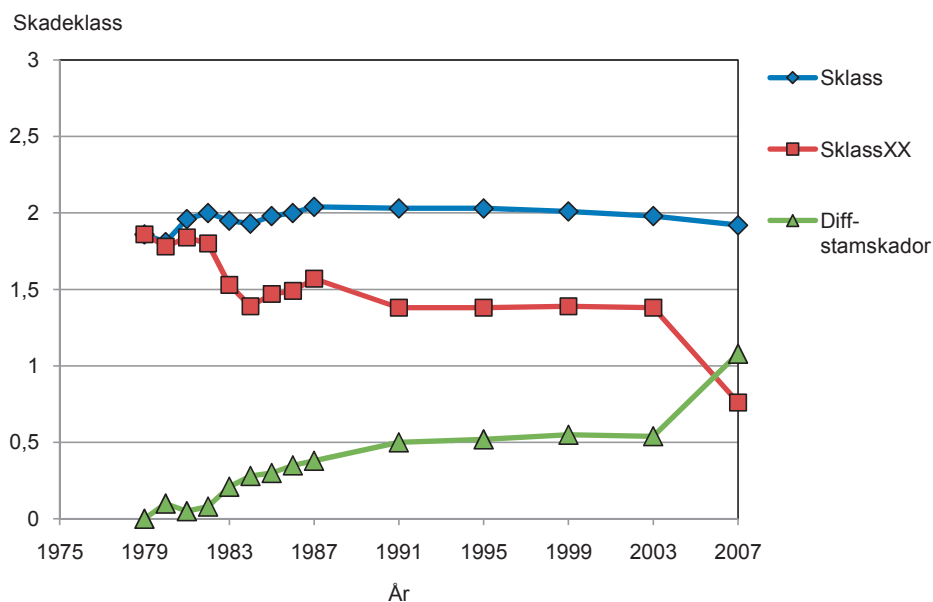
Antal och andel träd som bedömts tillhöra lägre skadeklass 1991 respektive 2007 jämfört med dittills högsta noterade skadeklass (Sklass-stam) det aktuella året. Med diff-träd avses träd där det aktuella årets skadebedömning var lägre än den dittills högsta noterade skadeklassen (d.v.s. träd som hade fått en mildare skadebedömning).

<i>Variabel</i>	Oska-ohägn		Ska-hägn		Ska-ohägn	
	1991	2007	1991	2007	1991	2007
Antal levande träd med Sklass-stam 1–3	95	90	183	178	137	112
Antal av dessa med lägre Sklass91 resp. Sklass07 än Sklass-stam (diff-träd)	54	76	110	126	83	90
Andel diff-träd med 1 klass	93	58	98	51	90	49
Andel diff-träd med 2 klasser	7	26	2	41	10	17
Andel diff-träd med 3 klasser	0	16	0	8	0	34
Medel Sklass-stam för samtliga diff-träd	2,46	2,46	2,39	2,33	2,86	2,71
Medel Sklass91 resp. Sklass07 för samtliga diff-träd	1,39	0,88	1,37	0,75	1,76	0,86



Figur 7.

Jämförelse av genomsnittlig skadeklass vid respektive revision (SklassXX) och medeltalet av dittills högsta noterade skadeklass för respektive träd (Sklass). Medeltal av oskadade-ohägnade ytor. Samtliga levande träd (även de oskadade) vid respektive revision ingår i underlaget.



Figur 8.

Jämförelse av genomsnittlig skadeklass vid respektive revision (SklassXX) och medeltalet av dittills högsta noterade skadeklass för respektive träd (Sklass). Medeltal av skadade-ohägnade ytor. Samtliga levande träd (även de oskadade) vid respektive revision ingår i underlaget.

Tabell 6.

Antal och andel stambrottna, toppskottsbetade och barkskadade träd (andel av samtliga levande träd 1979). Oskadade ytor = oskadade-hägnade ytor, Skadade ytor = oskadade-ohägnade, skadade-hägnade samt skadade-ohägnade ytor. Skadorna är registrerade under hela försöksperioden (1979–2007).

<i>Variabel</i>	Oskadade Ytor	Skadade ytor	% av träd på skadade ytor
Antal träd med stambrott	5	424	49
Antal träd med enbart stambrott	4	275	32
Antal träd med toppskottsbetning	10	221	26
Antal träd med enbart toppskottsbetning	10	127	15
Antal träd med barkskador	7	131	15
Antal träd med enbart barkskador	6	41	5
Antal träd med stambrott+toppskottsbetning	0	73	8
Antal träd med stambrott+barkskador	1	69	8
Antal träd med stambrott+toppskottsbetning+barkskador	0	7	1
Antal träd med toppskottsbetning+barkskador	0	14	2

Sidoskottsbetning

Den ackumulerade andelen sidoskottsbetade träd (som här definierades med barrutglesning >50 %, ej stamskador) var låg på ytorna med mycket hög andel stamskadade träd, d.v.s. på de skadade-hägnade och på de skadade-ohägnade ytorna. Andelen sidoskottsbetade träd var i genomsnitt 4 % på dessa ytor. På de oskadade-hägnade ytorna var andelen sidoskottsbetade träd i genomsnitt 1 %, medan denna andel var 12 % i genomsnitt på de oskadade-ohägnade ytorna.

Skogsproduktion

Volymtillväxten var bara en tredjedel så stor i de skadade-ohägnade ytorna som i de oskadade-hägnade. Tillväxten minskade med ökad andel stamskador. Tillväxtförlusterna orsakades av att träd antingen dog eller fick nedsatt tillväxt.

Avgångar

I genomsnitt dog 2 % (variation 0–3 % mellan blocken,

se bilaga 8) av träden på de oskadade-hägnade ytorna (figur 10). På de oskadade-ohägnade ytorna var avgången i genomsnitt 17 % (5–30 %). De skadade-hägnade ytorna hade haft en stor avgång före försöksanläggningen, däremot var avgången relativt måttlig under försöksperioden. I genomsnitt var avgången 36 % (31–45 %) på dessa ytor. De skadade-ohägnade ytorna hade haft en lägre initial avgång jämfört med de skadade-hägnade ytorna. Under den första hälften av 1980-talet var dock avgångarna höga på de skadade ytorna som inte inhägnats. Den ackumulerade avgången var i genomsnitt 56 % (27–79 %) på de skadade-ohägnade ytorna.

Under försöksperioden dog 241 träd. Dessa träd var skadeklassificerade vid åtminstone ett tillfälle. Andelen döda träd med Sklass 3 var mycket hög (tabell 7). Det var således nästan uteslutande allvarligt skadade träd med stamskador och stor barrutglesning som dog. Många träd hade kombinationsskador, t.ex. stambrott+barkskador (tabell 6). Den sammanlagda procentsumman för skadetyper kan därför överstiga 100 % för de skadade ytorna (tabell 7).



Figur 9.

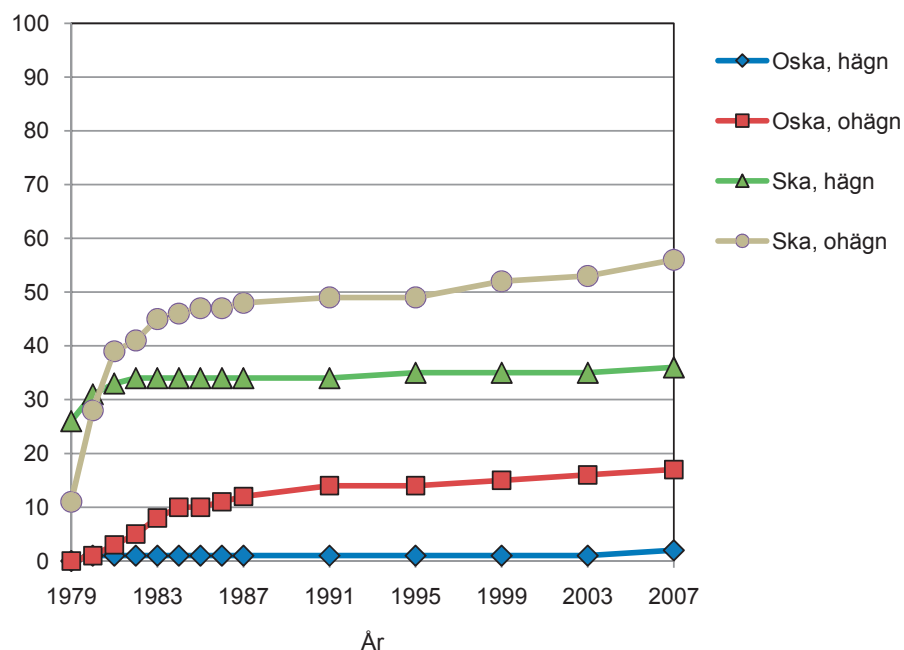
Svårt skadad tall med stambrott och allvarlig barrmasseförlust. Tallen har i senare skede drabbats av sekundär skada (snöskytte?) och dör. Fotograferingsår: 1980 (överst), 1981, nederst till vänster) och 1982 (nederst till höger). Foto: Hans Jernelid.



Tabell 7.

Akkumulerad avgång av stammar. Utgångsläget utgjordes av summan av antalet döda och levande stammar vid anläggningen. Medeltal av tre block. Skadeklass är den högst noterade skadeklassen fram till att trädet dog

Andel träd med skadeklass och skadetyper	Oska-hägn	Oska-ohägn	Ska-hägn	Ska-ohägn
Totalt antal döda träd	4	48	35	154
Skadeklass 0, %	50	23	3	5
Skadeklass 1, %	0	0	0	0
Skadeklass 2, %	0	0	0	1
Skadeklass 3, %	50	77	97	94
Toppskottsbetning, %	0	13	6	45
Stambrott, %	50	67	97	55
Barkskador, %	0	23	20	19
Max barrförlust 10–50 %, %	0	6	3	3
Max barrförlust 51–90 %, %	0	10	9	6
Max barrförlust > 90 %, %	50	73	89	91

Akkumulerad avgång, %**Figur 10.**

Akkumulerad avgång av stammar. Utgångsläget utgjordes av summan av antalet döda och levande stammar vid anläggningen. Medeltal av tre block.

Volymtillväxt per hektar

Älgskadorna orsakade volymtillväxtförluster och dessa var starkt kopplade till skadeandel och förekomsten av hägn (tabell 8). För de sex ohägnade ytorna förelåg ett ganska rätlinjigt samband mellan tillväxtnedsättning och andel skadade träd (figur 11).

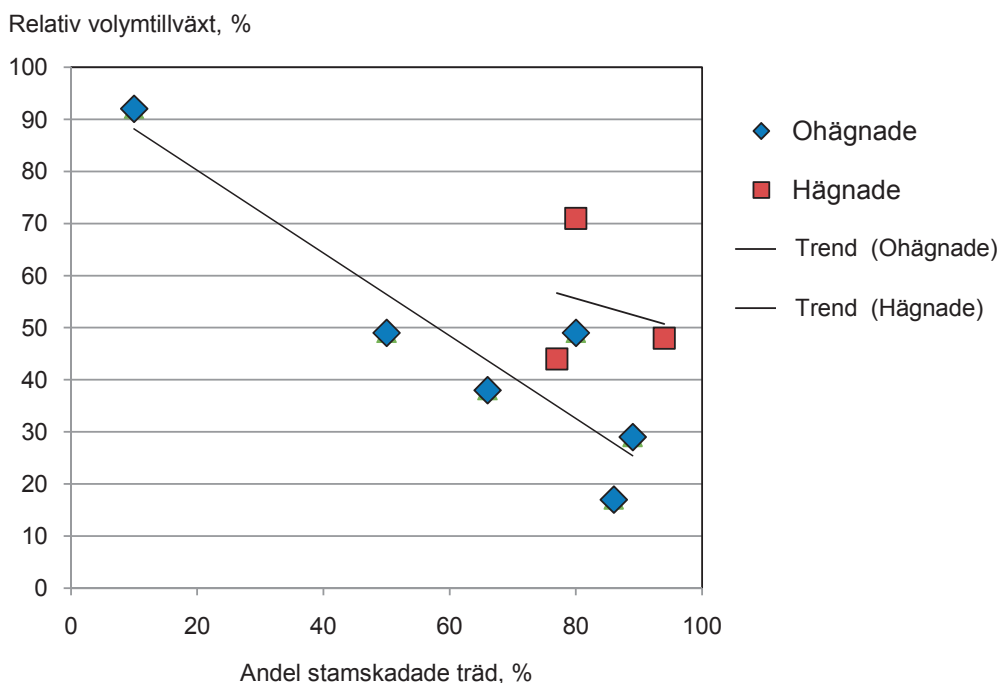
De största volymtillväxtförlusterna uppmättes på de skadade-ohägnade ytorna. I genomsnitt uppgick deras volymtillväxt under försöksperioden till 32 % (variation 17–48 % mellan blocken) av tillväxten på de oskadade-hägnade ytorna (tabell 8). De skadade ytorna som hägnades hade i genomsnitt en volymtillväxt som var 55 % (44–71 %) av tillväxten på de oskadade-hägnade ytorna.

De oskadade-ohägnade ytorna i block 1–2 fick som framgått omfattande skador under försöksperioden, medan ytan i block 3 klarade sig undan med små skador. I genomsnitt var andelen stamskadade träd 42 % på ytorna i block 1–2 vid försöksperiodens slut. Volymtillväxten var i genomsnitt 56 % (38–92) av tillväxten på

de oskadade-hägnade ytorna i samma block (tabell 8).

Hägnen hindrade fortsatt älgbetning, vilket således hade haft en tydlig positiv effekt på tillväxt och avgång. I genomsnitt hade volymtillväxten på de ohägnade ytorna varit 44 % lägre än på de hägnade ytorna (tabell 8).

Skillnaden mellan oskadade-hägnade ytor och skadade-ohägnade var statistiskt signifikant. Däremot kunde inga tillväxtskillnader beläggas för den 28-åriga försöksperioden mellan försöksleden oskadat-hägnat, oskadat-ohägnat och skadat-hägnat (tabell 8). En förklaring är att älgskadorna var små i den oskadade-ohägnade ytan i block 3. Som en direkt följd av detta blev tillväxtskillnaden liten mellan denna yta och den oskadade-hägnade ytan i samma block (–8 %, bilaga 8), vilket hade stor inverkan på analysresultatet. När den oskadade-ohägnade ytan i block 3 plockades bort vid den statistiska analysen blev tillväxtskillnaderna mellan oskadat-hägnat och samtliga övriga försöksled signifikanta.



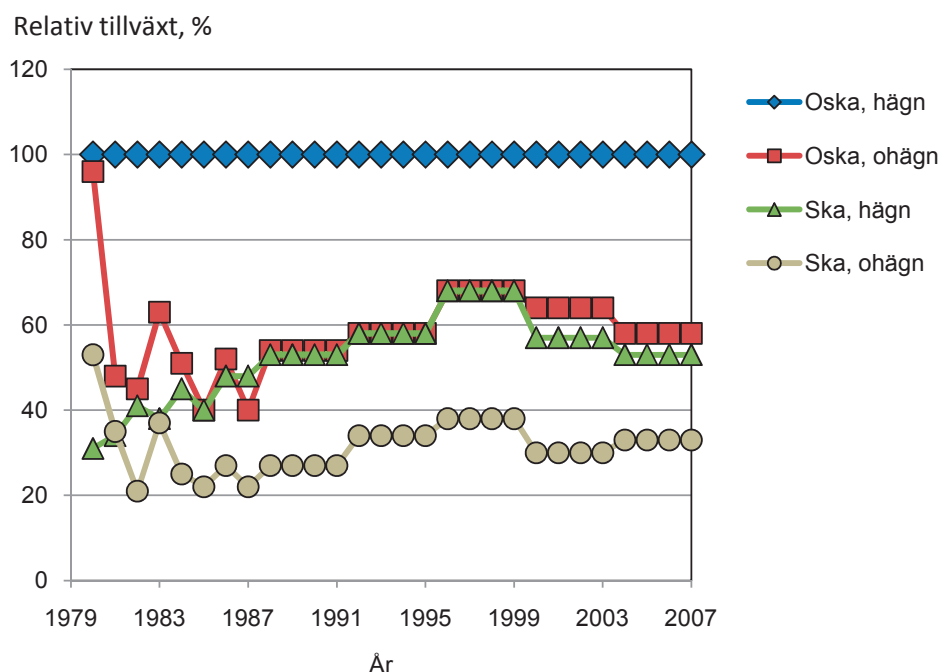
Figur 11.

Relativ volymtillväxt 1979–2007 för ohägnade respektive hägnade skadade ytor i jämförelse med den oskadade-hägnade ytan i samma block (=100 %). För respektive yta sattes tillväxten på den oskadade-hägnade ytan i samma block till 100 % (andelen stamskadade träd var 7–9 % på de oskadade-hägnade ytorna). Trendlinjerna visar de linjära sambanden för de hägnade respektive ohägnade ytorna.

Tabell 8.

Skogsproduktion 1979–2007. Medelvärden inom samma rad som saknar gemensam bokstav är signifikant åtskilda ($p < 0,05$ enligt Tukey-Kramers test för multipla jämförelser). Medeltal av tre block.

Medeltal av tre block:	Oska-hägn	Oska-ohägn	Ska-hägn	Ska-ohägn
Ackumulerade stambetesskadade träd, %	8a	42ab	84bc	85c
Ackumulerade sidokottsbetade träd; % (max. barrutglesning >50 %)	1a	12b	4ab	4ab
Levande träd 2007:				
Stam/ha	1 376	1 237	1 285	821
Volym, m ³ sk/ha	182,3a	101,4ab	100,6ab	57,9b
Grundyta, m ² /ha	26,4a	15,9ab	16,4ab	9,4b
Diameter, grundytamedelstam, mm	156	127	126	126
Övre höjd, dm	156	154	143	144
Grundtevägd höjd, dm	140	125	120	122
Avgång 1979–2007:				
Stam/ha (inklusive döda träd 1979)	27a	256ab	709ab	1019b
Volym, m ³ sk/ha	0,6	2,9	0,7	1,9
Grundyta, m ² /ha	0,1	0,6	0,2	0,6
Skogsproduktion:				
Volymtillväxt 1979–2007, m ³ sk/ha, 28 år	178,2a	99,5ab	98,8ab	56,5b
Relativ volymtillväxt 28 år, Oska-hägn=100	100a	56ab	55ab	32b
Volymtillväxt 2004–2007, m ³ sk/ha, år	9,1a	4,8b	4,8b	3,1b
Relativ volymtillväxt 2004–2007, Oska-hägn=100	100a	53b	53b	33b
Grundytetillväxt 1979–2007, m ² /ha, 28 år	24,9a	14,8ab	15,7ab	8,7b
Relativ grundytetillväxt 28 år, Oska-hägn=100	100a	59ab	63ab	35b
Kontraster, volymtillväxt 28 år:				
Skadade ytor (Oska-ohägn, Ska-hägn, Ska-ohägn) mot oskadade (Oska-hägn): –93,3 m ³ sk/ha (–48 %), $p < 0,01$				
Ohägnade mot hägnade ytor: –60,5 m ³ sk/ha (–44 %), $p < 0,05$				



Figur 12.

Volymtillväxtutveckling 1979–2007 i relativa tal. Tillväxten på den oskadade-hägnade ytan = 100 %. Medeltal av tre block.

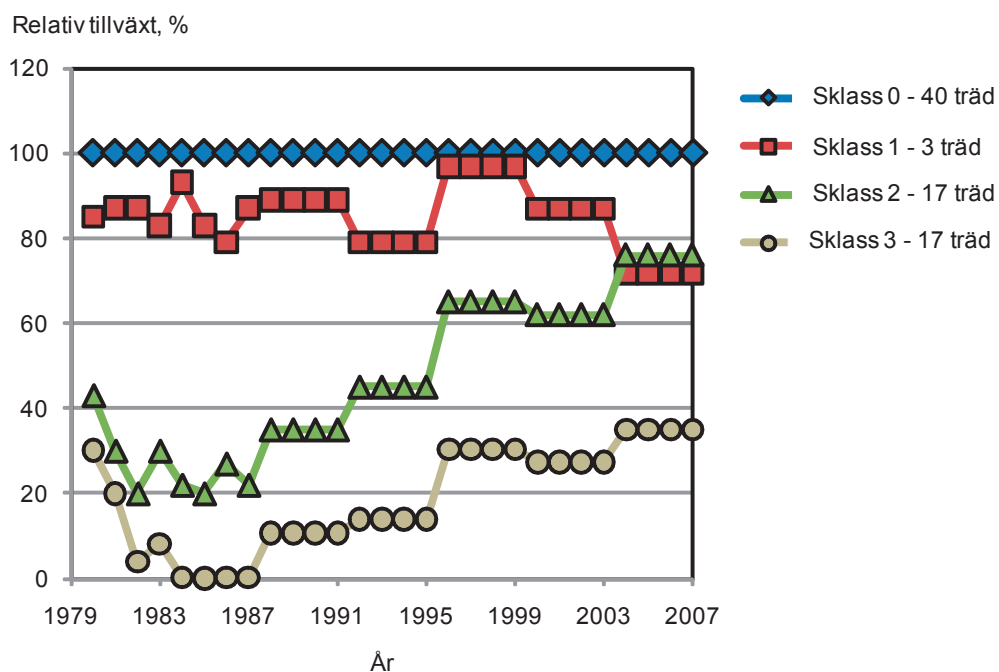
Den årliga relativa tillväxten var i stort sett konstant under hela försöksperioden för såväl de oskadade-ohägnade, de skadade-hägnade som de skadade-ohägnade ytorna (figur 12). En viss återhämtning av tillväxten kunde noteras från den senare delen av 1980-talet fram till slutet av 1990-talet. Därefter och fram till revisionen 2007 hade de flesta älgskadade ytorna tappat i tillväxt i förhållande till de oskadade-hägnade ytorna. För samtliga tre älgskadade försöksled var den procentuella, genomsnittliga tillväxtnedsättningen under perioden 2004–2007 lika stor som för försöksperioden i sin helhet (tabell 8). I bilaga 4–6 framgår volymtillväxtutvecklingen i relativa tal för de olika blocken. Som en följd av den lägre volymtillväxten var grundytan, medeldiametern och medelhöjden påtagligt lägre hos de älgskadade ytorna än hos de oskadade-hägnade ytorna vid revisionen 2007 (tabell 8).

Volymtillväxt, diameter och höjd för enskilda träd i olika skadeklasser

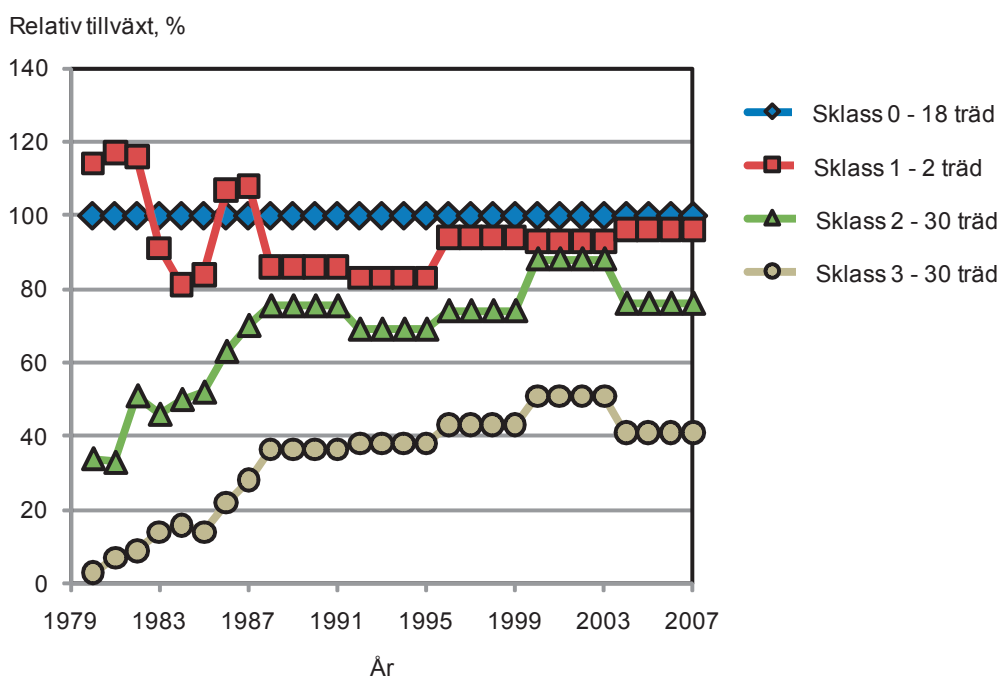
Volymtillväxtutvecklingen för träd i olika skadeklasser

redovisas i figur 13–14. Vi har valt att endast redovisa träd från de intermediärt skadade försöksleden (oskadat-ohägnat respektive skadat-hägnat). I bilaga 9 redovisas resultaten för leden oskadat-hägnat respektive skadat-ohägnat. Figurerna 13–14 visar den genomsnittliga, relativa tillväxten i de olika skadeklasserna. Volymtillväxten för de oskadade träden sattes till 100 %. Under hela försöksperioden var tillväxten avsevärt lägre hos de svårt skadade träden (Sklass 2–3) jämfört med de oskadade.

På de skadade-hägnade ytorna skedde en tillväxtåterhämtning hos träden i Sklass 2–3 fram t.o.m. 1987 (figur 14). Därefter var den relativa volymtillväxten för dessa skadeklasser tämligen konstant. På de oskadade-ohägnade ytorna kom denna tillväxtåterhämtning för de svårt skadade träden senare, från slutet av 1980-talet till slutet av 1990-talet (figur 13). Träden på de ohägnade ytorna hade ju varit utsatta för älgbetning under betydligt längre tid. Vid revisionen 2007 var den relativa tillväxten ca 40 % för träden i Sklass 3 och ca 75 % för träden i Sklass 2 på såväl de oskadade-ohägnade ytorna som de skadade-hägnade (figur 13–14).



Figur 13. Relativ volymtillväxt för enskilda träd med olika skadeklasser (Sklass), skadeklass 0 = 100 %. Oskadat-ohägnat, medeltal av tre block.



Figur 14. Relativ volymtillväxt för enskilda träd med olika skadeklasser (Sklass), skadeklass 0 = 100 %. Skadat-hägnat, medeltal av tre block.

På de älgskadade ytorna var medelhöjden och medeldiametern högst för de oskadade träden och lägst för de allvarligt skadade (tabell 9). Detta gällde såväl vid revi-

sionen 2007 som vid tidigare revisioner. Rangordningen mellan skadeklasserna i trädstorlek (diameter/höjd) var således stabil under försöksperioden.

Tabell 9.

Utveckling av genomsnittlig diameter och höjd för träd i olika skadeklasser (Sklass-stam) och för olika försöksled, levande träd 2007. Medeltal av tre block.

Oskadat-hägnat								
<i>Aritmetisk diameter, mm</i>				<i>Aritmetisk höjd, dm</i>				
	Sklass 0	Sklass 1	Sklass 2	Sklass 3	Sklass 0	Sklass 1	Sklass 2	Sklass 3
År	79 träd	3 träd	3 träd	1 träd	79 träd	3 träd	3 träd	1 träd
1979	35	35	31	32	27	22	25	21
1985	73	59	73	64	51	45	46	46
1995	119	97	126	99	89	81	85	88
2007	152	128	159	117	135	125	132	130

Oskadat-ohägnat								
<i>Aritmetisk diameter, mm</i>				<i>Aritmetisk höjd, dm</i>				
	Sklass 0	Sklass 1	Sklass 2	Sklass 3	Sklass 0	Sklass 1	Sklass 2	Sklass 3
År	40 träd	4 träd	18 träd	15 träd	40 träd	4 träd	18 träd	15 träd
1979	39	33	20	23	31	25	23	22
1985	72	60	39	31	54	45	30	20
1995	114	100	70	41	87	76	52	35
2007	143	127	106	70	128	116	95	77

Skadat-hägnat								
<i>Aritmetisk diameter, mm</i>				<i>Aritmetisk höjd, dm</i>				
	Sklass 0	Sklass 1	Sklass 2	Sklass 3	Sklass 0	Sklass 1	Sklass 2	Sklass 3
År	18 träd	2 träd	43 träd	17 träd	18 träd	2 träd	43 träd	17 träd
1979	37	41	22	21	25	30	18	16
1985	66	71	44	30	44	51	31	26
1995	112	117	88	70	77	82	65	57
2007	144	149	117	96	120	127	108	98

Skadat-ohägnat								
<i>Aritmetisk diameter, mm</i>				<i>Aritmetisk höjd, dm</i>				
	Sklass 0	Sklass 1	Sklass 2	Sklass 3	Sklass 0	Sklass 1	Sklass 2	Sklass 3
År	9 träd	3 träd	16 träd	24 träd	9 träd	3 träd	16 träd	24 träd
1979	57	46	29	20	39	30	19	16
1985	95	86	40	24	62	51	28	20
1995	144	118	72	43	94	80	54	38
2007	184	152	105	67	133	114	94	72

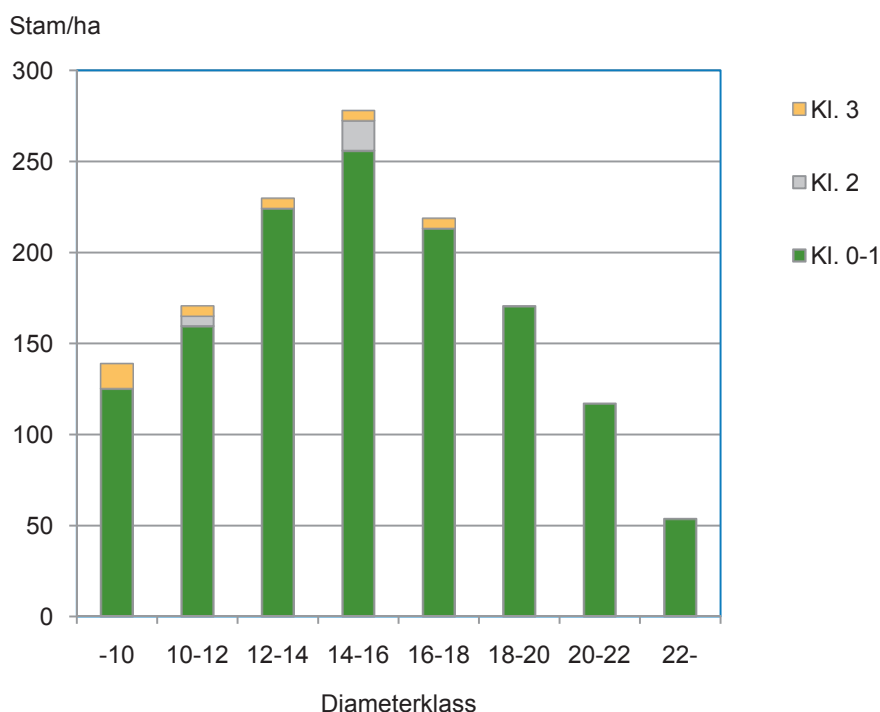
Stamfördelning på olika diameterklasser

På de oskadade-hägnade ytorna var stamfördelningen 2007 ungefär normalfördelad, motsvarande en förväntad stamfördelning i lindrigt skadade bestånd (figur 15).

De övriga, skadade ytorna hade en stor andel träd i den klenaste diameterklassen (figur 16–18). De mest skadade ytorna (skadade-ohägnade) hade en extrem stamfördel-

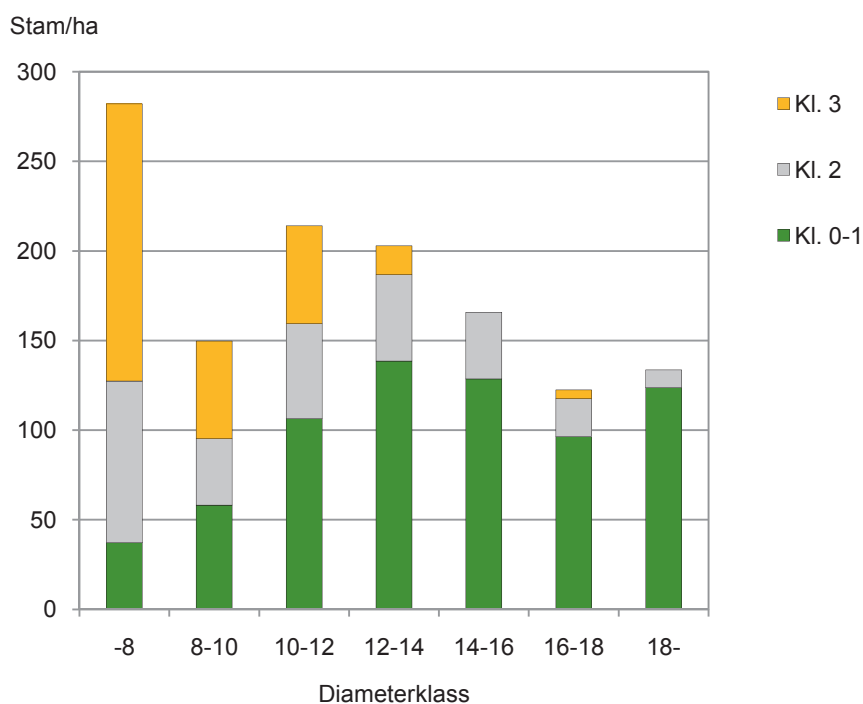
ning, med ett mycket stor antal klena träd, få träd i mellanregistret samt det näst högsta stamantalet i den grävsta diameterklassen (figur 18).

Andelen stamskadade träd var högst i de klena diameterklasserna och lägst bland de grova. Dessutom var de skadade träden i genomsnitt svårare skadade i de klenare diameterklasserna än i de grövre.



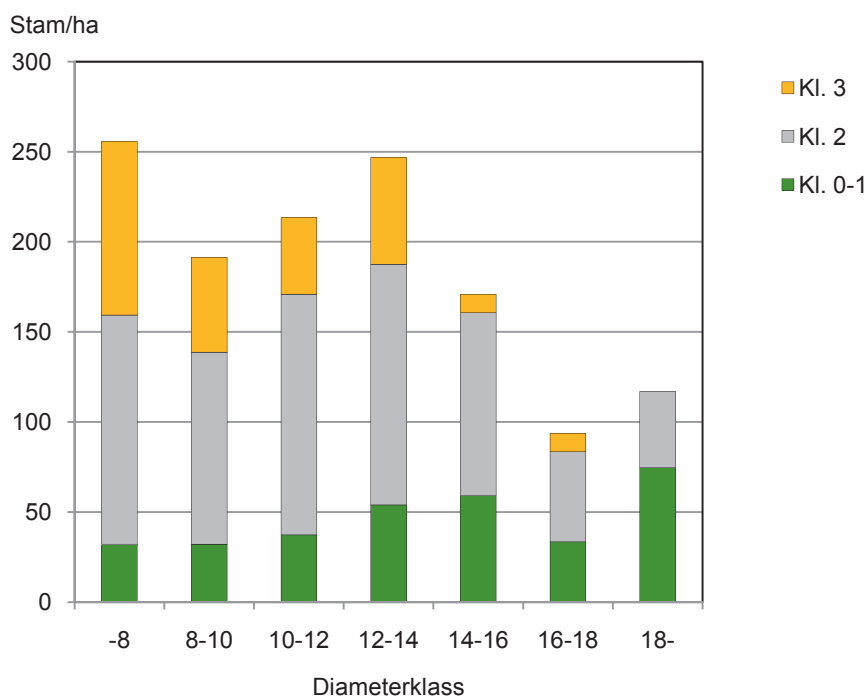
Figur 15.

Stammarnas fördelning på diameterklasser (cm) vid revisionen 2007. Fälten i staplarna visar hur träden är fördelade på olika skadeklasser (Sklass-stam; "Kl."). Oskadade-hägnade ytor, medeltal av tre block.



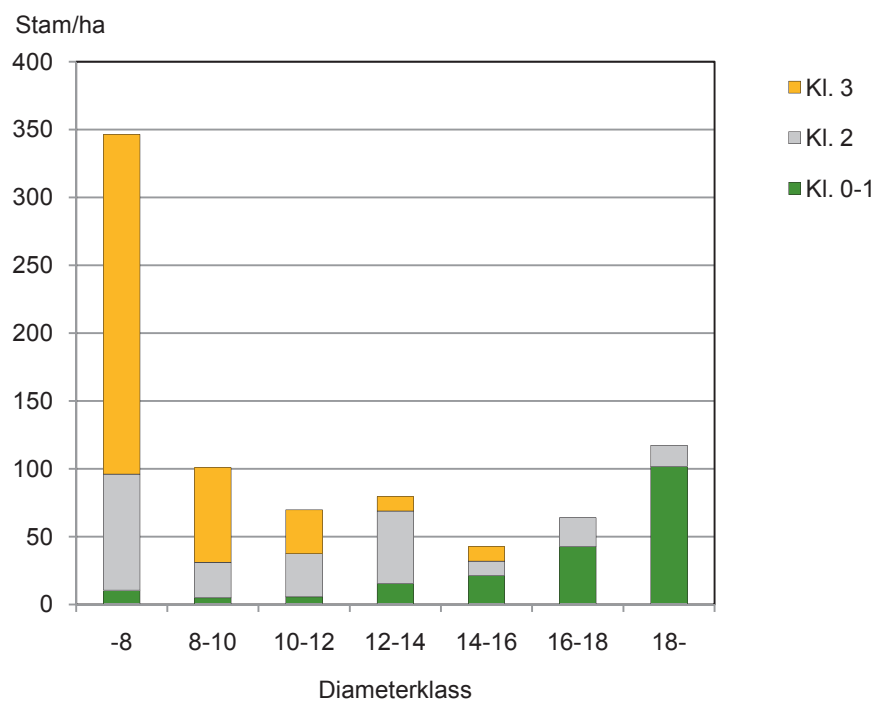
Figur 16.

Stammarnas fördelning på diameterklasser (cm) vid revisionen 2007. Fälten i staplarna visar hur träden är fördelade på olika skadeklasser (Sklass-stam; "Kl. "). Oskadade-ohägnade ytor, medeltal av tre block.



Figur 17.

Stammarnas fördelning på diameterklasser (cm) vid revisionen 2007. Fälten i staplarna visar hur träden är fördelade på olika skadeklasser (Sklass-stam; "Kl. "). Skadade-hägnade ytor, medeltal av tre block.



Figur 18.

Stammarnas fördelning på diameterklasser (cm) vid revisionen 2007. Fälten i staplarna visar hur träden är fördelade på olika skadeklasser (Sklass-stam; "Kl."). Skadade-ohägnade ytor, medeltal av tre block.



Figur 19.

Bilden överst visar en yta som var oskadad 1979 och som då hägnades. Nedre bilden är tagen på en yta som var skadad 1979 och som sedan utsattes för mer bete åren efter. Båda bilderna är tagna 2005. Observera den ojämna stamstorleken på den skadade ytan. Foto: Roger Bergström.

Effekter av olika stamskador och barrutglesningsgrader

Ökad barrutglesning gav högre avgångar och lägre tillväxt. Barknag påverkade tillväxten först om den översteg 50 % av omkretsen. En tredjedel av de stambrutna och 41 % av de toppskottbetade träden dog under perioden. Tillväxtförluster gav dålig dimensionsutveckling och klenare medelstam.

Såväl stambrott som toppskottsбетning resulterade i allvarliga stamskador och stor barrförlust, med dålig tillväxtutveckling och hög avgång som följd (tabell 10). I de hägnade ytor hade dock de toppskottsbetade eller stambrutna träden klarat sig bättre än i de ohägnade ytor. Avgången var lägre och medeldiametern på överlevande träd högre 2007 (11,5 cm mot 8,5 cm). Barkskador, med maximalt 50 % av omkretsen barkflängd, hade inte någon större påverkan på trädutvecklingen.

Effekterna yttrade sig främst i något förhöjd avgång samt i något lägre medelhöjd 2007 (tabell 10). Vid barkskador större än 50 % av omkretsen var dock trädavgången stor, samtidigt som framför allt höjdtillväxten (höjden 2007) påverkades negativt.

Graden av barrutglesning hade haft stor påverkan på tillväxten och avgången, såväl för de stamskadade träden som för de övriga träden på ytor. Den genomsnittliga diametern och höjden 2007 minskade med ökande barrutglesning för de stamskadade träden (tabell 11). För de övriga träden på ytor kunde tydliga negativa effekter på trädutvecklingen registreras först vid en barrutglesning överstigande 50 % (= sidoskottsbetade träd i denna utvärdering). För barrutglesningsgraderna 51–90 % respektive >90 % var det ingen större skillnad mellan de stamskadade träden och de övriga träden beträffande medeldiameter och medelhöjd på de träd som levde 2007. Avgången hade dock varit betydligt större bland de stamskadade träden.

Tabell 10.

Data för stambrutna, toppskottsbetade eller barkskadade träd. Träd med en kombination av dessa skador ingår inte i sammanställningen. Beståndsdata från de oskadade-hägnade ytor är redovisade som jämförelse i kolumnen längst till höger. Medelvärden inom samma rad som saknar gemensam bokstav är signifikant åtskilda ($p < 0,05$ enligt Tukey-Kramers test för multipla jämförelser).

<i>Variabel</i>	Stambrutna	Toppskottsbetade	Barkskadade <10 %	Barkskadade 10–50 %	Barkskadade >50 %	Oskadade hägnade ytor
Antal träd	279	137	11	22	14	262
Avgång 1979–2007, % av stamantal	33 _a	41 _a	9 _{abc}	9 _{ac}	43 _a	2 _c
Aritmetisk diameter levande träd 2007, mm	100 _a	99 _a	150 _b	154 _b	144 _b	151 _b
Aritmetisk höjd levande träd 2007, dm	97 _a	94 _a	127 _b	124 _b	116 _{ab}	134 _b
Medelstamvolym. m ³ sk	0,035 _a	0,032 _a	0,107 _{bc}	0,116 _{bc}	0,065 _{ac}	0,130 _b
Andel med barrförlust max. 10–50 %, % - enheter	2 _a	6 _a	54 _b	45 _{bc}	28 _c	5 _a
Andel med barrförlust max. 51–90 %, % - enheter	38 _a	23 _{bc}	9 _{abcd}	5 _{bcd}	29 _{abcd}	1 _d
Andel med barrförlust max. > 90 %, % - enheter	60 _a	61 _{ab}	18 _{cd}	14 _{cd}	43 _{ac}	2 _d
Genomsnittlig skadeklass (Sklass)	2,72 _a	2,53 _b	1,27 _c	1,59 _c	2,57 _{ab}	0,16 _d



Bild 1



Bild 2

Figur 20.

Tall med allvarlig barrmasseförlust, toppskottsbyte och barkgnag. Tallens övre del dör och två nya ojämnstora toppar bildas. Trädet återhämtar sig trots den ringa barrmängden, men blir ohjälpligt efter i utvecklingen. Fotograferingsår: 1980 (bild 1), 1983 (bild 2) 1987 (bild 3), 1991 (bild 4), 1995 (bild 5). Foto: Hans Jernelid.



Tabell 11.

Utveckling 1979–2007 av stamskadade och övriga träd med olika barrutglesning.

<i>Variabel</i>	Oskadade-hägnade ytor, max. barrutglesning:							
	<10 %		10–50 %		51–90 %		>90 %	
Trädtyp Stamskadade (Sk)/Övriga (Öv)	Sk	Öv	Sk	Öv	Sk	Öv	Sk	Öv
Antal levande träd 1979	13	228	4	10	1	2	3	1
Avgång 1979–2007, procent av stamantal	8	1	0	0	0	2	67	0
Aritmetisk diameter levande träd 2007, mm	133	153	134	156	138	148	99	120
Aritmetisk höjd levande träd 2007, dm	127	134	129	136	123	141	132	134

<i>Variabel</i>	Oskadade-ohägnade ytor, max. barrutglesning:							
	<10 %		10–50 %		51–90 %		>90 %	
Trädtyp Stamskadade (Sk)/Övriga (Öv)	Sk	Öv	Sk	Öv	Sk	Öv	Sk	Öv
Antal levande träd 1979	7	76	9	31	26	23	85	15
Avgång 1979–2007, procent av stamantal	0	0	0	0	15	4	39	13
Aritmetisk diameter levande träd 2007, mm	144	146	127	150	119	112	68	82
Aritmetisk höjd levande träd 2007, dm	131	134	109	120	104	105	75	82

<i>Variabel</i>	Skadade-hägnade ytor, max. barrutglesning:							
	<10 %		10–50 %		51–90 %		>90 %	
Trädtyp Stamskadade (Sk)/Övriga (Öv)	Sk	Öv	Sk	Öv	Sk	Öv	Sk	Öv
Antal levande träd 1979	2	5	10	40	115	17	85	2
Avgång 1979–2007, procent av stamantal	0	0	0	2	3	0	36	0
Aritmetisk diameter levande träd 2007, mm	159	191	145	148	121	115	87	46
Aritmetisk höjd levande träd 2007, dm	133	127	123	123	111	108	94	66

<i>Variabel</i>	Skadade-ohägnade ytor, max. barrutglesning:							
	<10 %		10–50 %		51–90 %		>90 %	
Trädtyp Stamskadade (Sk)/Övriga (Öv)	Sk	Öv	Sk	Öv	Sk	Öv	Sk	Öv
Antal levande träd 1979	4	8	11	19	39	6	204	16
Avgång 1979–2007, procent av stamantal	0	0	27	0	23	17	66	38
Aritmetisk diameter levande träd 2007, mm	180	197	157	185	109	138	63	68
Aritmetisk höjd levande träd 2007, dm	127	144	123	131	101	114	69	71

Effekter av gallring på betesskadade ytor

Låggallring ger flest oskadade träd i det kvarvarande beståndet.

Vid revisionen 2007 förelåg det gallringsbehov för den skadade-hägnade ytan i block 1. Ytterligare fem betesska-

dade ytor bedömdes eventuellt kunna bli "gallringsbara" i framtiden. I tabell 12 redovisas effekterna av de simulerade gallringarna på andelen träd i olika skadeklasser (Sklass-stam) för det kvarstående beståndet på dessa ytor.

Låggallring minskade påtagligt andelen träd och volym i skadeklass 2–3 (måttliga-kraftiga skador), medan höggallringen däremot ökade dessa andelar (tabell 12).

Tabell 12.

Effekter av den simulerade låg- respektive höggallringen på andelen träd i olika skadeklasser (Sklass-stam). Värden inom samma rad som saknar gemensam bokstav är signifikant åtskilda ($p < 0,05$ enligt Tukey-Kramers test för multipla jämförelser). Medeltal av oskadade-ohägnade ytor i block 1–2, skadad-ohägnad yta i block 1 samt samtliga skadade-ohägnade ytor.

Variabel	Låggallring	Höggallring
Gallringskvot	0,61	1,42
Före gallring:		
Andel grundyta i Sklass 0–1, %	44,6	44,6
Andel grundyta i Sklass 2–3, %	55,4	55,4
Andel volym i Sklass 0–1, %	47,6	47,6
Andel volym i Sklass 2–3, %	52,3	52,3
Andel stammar i Sklass 0–1, %	27,8	27,8
Andel stammar i Sklass 2–3, %	72,2	72,2
Efter gallring:		
Andel grundyta i Sklass 0–1, %	52,7	38,7
Andel grundyta i Sklass 2–3, %	47,3	61,3
Andel volym i Sklass 0–1, %	55,3	42,1
Andel volym i Sklass 2–3, %	44,7	57,9
Andel stammar i Sklass 0–1, %	40,7	24,5
Andel stammar i Sklass 2–3, %	59,3	75,5
Förändring på grund av gallring:		
Andel grundyta i Sklass 2–3, % -enheter	–8,1a	5,9b
Andel volym i Sklass 2–3, % -enheter	–7,7a	5,5b
Andel stammar i Sklass 2–3, % -enheter	–12,9a	3,3b

Rotvärden

Rotvärdet år 2007 var 24 800 kr per hektar för de oskadade-hägnade ytorna, men bara 4 400 kr för de skadade-ohägnade.

Vid revisionen 2007 var rotvärdet i genomsnitt ca 24 800 kr per hektar för de oskadade-hägnade ytorna (tabell 13). För de älgskadade ytorna varierade det genomsnittliga rotvärdet mellan 4 400 och 8 100 kr per hektar. En hel

del av de skadade ytorna skulle inte ha haft något positivt rotvärde alls om hänsyn skulle ha tagits till omkostnader som förflyttning av maskiner och planering. Vid tillämpning av skogsvårdslagen skulle skyldighet föreligga att slutavverka och föryngra de två skadade-ohägnade ytorna i block 2–3 p.g.a. för låga virkesförråd enligt skogsvårdslagens paragraf 5. Ökningen av rotvärdet från 2003 till 2007 var i genomsnitt drygt 9 000 kr per hektar för de oskadade-hägnade ytorna. För de älgskadade ytorna var värdeökningen i genomsnitt cirka 2 000–3 000 kronor per hektar.

Tabell 13.

Rotvärdesberäkningar för beståndsdata 2003 och 2007 vid en tänkt omedelbar slutavverkning. Medeltal av tre upprepningar. (Minimidiameter för avverkning sattes till 10 cm på bark i brösthöjd). Omkostnader för planering samt förflyttning av maskiner ingår inte i nettovärdesberäkningarna.

2003						
Försöksled	Uttag, m ³ fub/ha	Virkesvärde, kr/m ³ fub	Driv.kostn. kr/m ³ fub	Netto, kr/m ³ fub	Netto, kr/ha	
Oskadat-hägnat	104,9	291	143	148	15 500	
Oskadat-ohägnat	52,5	275	181	94	4 900	
Skadat-hägnat	50,6	275	194	81	4 100	
Skadat-ohägnat	29,6	275	184	91	2 700	
2007						
Försöksled	Uttag, m ³ fub/ha	Virkesvärde, kr/m ³ fub	Driv.kostn. kr/m ³ fub	Netto, kr/m ³ fub	Netto, kr/ha	Ökat netto 2003–2007, kr/ha
Oskadat-hägnat	135,6	305	122	183	24 800	9 300
Oskadat-ohägnat	68,1	275	156	119	8 100	3 200
Skadat-hägnat	65,7	275	166	109	7 100	3 000
Skadat-ohägnat	38,9	275	162	113	4 400	1 700

Diskussion

Hur omfattande var betesskadorna?

En mycket stor andel av stamskadorna (ca 80 %) hade uppkommit mer än ett år före försöksanläggningen. Det kan ibland vara svårt att säkert avgöra orsaken till gamla stamskador. För försöket i Furudal var det dock troligt att en mycket stor andel av de gamla stamskadorna var orsakade av älg.

Träd med enbart sprötkvist som gammal stamskada klassades dock inte som älgbetesskadade. Skälet var att det inte gick att påvisa någon koppling mellan toppskottsbetning eller stambrott och därpå följande uppkomst av sprötkvist. Ett annat argument var den goda volymtillväxten och den mycket låga trädavgången på de oskadade-hägnade ytorna, samtidigt som 40 % av träden hade sprötkvist. Sprötkvistar är vanliga i både tall- och granbestånd. Ett exempel är att cirka 50 % av träden hade sprötkvist i ett antal yngre tallbestånd som bedömdes ha varit oskadade av älg (Pettersson, 2001; 2003; 2008). I ett stort proveniensförsök med tall anlagt på 1950-talet på många försökslokaler över Sverige, och med många försök inhägnade mot älgbetning, hade nästan vartannat träd sprötkvist (Prescher & Ståhl, 1985; Ståhl m.fl., 1990).

Oavsett den osäkerhet som kan finnas kan det fastslås att de skadade-hägnade och skadade-ohägnade ytorna var svårt skadade av älg. De oskadade ytorna som inte hägnades fick alltifrån lätta (ca 10 % stamskadade av älg i block 3) till ganska svåra skador (ca 65 % i block 1). De oskadade-hägnade ytorna var inte helt oskadade av älg, men skadorna var sannolikt mycket små.

Vilka effekter gav skadorna på skogsproduktionen?

Älgbetning sänker både tillväxten och överlevnaden hos drabbade träd, eftersom stora delar av produktionsaparatens (barrmassan) oftast går förlorad. Detta visades tydligt i Furudal. De flesta betade träden får dessutom stamskador, vilket förstärker de negativa effekterna. Tillväxtnedsättningen i Furudal kan bedömas bli mycket långvarig, förmodligen under hela omloppstiden. Denna slutsats kan man dra av den relativa volymtillväxtutvecklingen (figur 12). Tillväxtförlusterna i relativa tal hade varit ganska konstanta under hela försöksperioden. Vid försöksperiodens slut syntes ännu inte något tecken på att tillväxten i de älgskadade ytorna skulle börja närma

sig den i de oskadade-hägnade ytorna.

Tillväxtnedsättningen för de älgskadade träden tycks således bli permanent under hela växttiden, vilket också visades av den relativa volymtillväxtutvecklingen för träd med olika skadeklasser (figur 13–14, bilaga 9). Det måste betecknas som lite oväntat att inte ens de skadade träden som inhägnades tycks kunna återhämta sig helt tillväxtmässigt.

Eftersom tillväxten sjunker hos ett betesskadat träd borde rimligen en tillväxtnedsättning per hektar uppstå redan vid få inträffade älgskador i beståndet. Dessutom borde tillväxtnedsättningen per hektar öka ganska rätlinjigt med stigande andel betesskadade träd i beståndet. Resultaten från Furudal (figur 11) pekade också på att så kan vara fallet.

I medeltal för de tre oskadade-ohägnade ytorna var volymtillväxten under försöksperioden 56 % av tillväxten på de oskadade-hägnade ytorna. Då de ohägnade ytorna hade en stamskadeandel på i genomsnitt 42 % mot 8 % på de hägnade ytorna kan den beräknade tillväxtnedsättningen på 44 % bedömas som orimligt stor. Andelen enbart sidoskottsbetade träd, med maximal barrutglesning >50 %, var 11 procentenheter högre på de ohägnade ytorna. Det gör den beräknade tillväxtnedsättningen mer rimlig, även om den fortfarande kan anses vara väl stor. Oavsett denna osäkerhet pekade de oskadade-ohägnade ytorna på att tillväxtförlusterna blir stora vid en skadenivå på 50 % ackumulerade stamskadade träd. Denna skadenivå motsvarar 5–7 % färska skador per år, vilket är en vanlig skadenivå i dag enligt Skogsstyrelsens ÄBIN-inventeringar. Jämförelsen är dock inte helt enkel eftersom man kan ha samma andel skadade stammar men olika betestryck (barrmasseförlust). I Furudal var betestrycket mycket hårt under ett antal år, säkert hårdare än på "normal" mark med motsvarande andel skadade stammar. I förhållande till de oskadade-hägnade ytorna hade de skadade-hägnade ytorna haft en tillväxtnedsättning på 45 % jämfört med 68 % för de skadade-ohägnade ytorna. Detta visar på betydelsen av betestrycket och antalet år som träden är utsatta för betning.

Tillväxtförlusterna blev mycket stora (68 %) på de skadade-ohägnade ytorna. Detta resultat är också av praktisk betydelse. Ett vanligt mönster är att älgskadorna ofta är gruppvis fördelade i bestånden (Lavsund, 2003). Det är inte ovanligt att det kan finnas starkt betade partier i be-

stånd som annars lämnats mer eller mindre orörda av älg. Som ett exempel fanns det mer eller mindre oskadade beståndspartier även i Furudal vid anläggningstillfället, medan andra partier var starkt skadade.

Såväl stambrott som toppskottsbetning är allvarliga skador av resultaten att döma. De negativa effekterna av toppskottsbetning blev lika stora som effekterna av stambrott. Detta resultat måste betecknas som förvånande. Rimligen borde de negativa effekterna ha varit mindre av toppskottsbetning. En möjlig förklaring är att träd med toppskottsbyte eller med stambrott oavsett skadetyper får stora barrförluster p.g.a. hårt bete. Sannolikt kommer endast en mindre andel av de stambrottna eller toppskottsbedade träden i Furudal att kunna nå sågtimmerdimension (främst klentimmer) vid framtida slutavverkning inom rimlig tid. För detta talade de klena träddimensionerna (ca 9–11 cm på bark i brösthöjd) vid åldern 44–49 samt den svaga tillväxten vid försöksperiodens slut.

Effekterna av barknag, upp till 50 % av trädets omkrets, på volymtillväxten blev däremot ganska små, vilket var i linje med resultat av Faber m.fl. (1996). För träd barknagda med mer än 50 % av omkretsen av stammen blev dock avgången hög (43 %). Det är rimligt att anta att avgången drabbade de träd som hade fått den största barkavflängningen (kanske 80 % av omkretsen eller mer). Dessa resultat talar för att en stor andel av träden med enbart barkskador upp till 50 % av trädets omkrets kommer att ha sågtimmerdimension vid slutavverkning.

Vad blir de ekonomiska konsekvenserna?

Beståndsdata och aktuell löpande tillväxt vid revisionen 2007 samt den relativa volymtillväxtutvecklingen talar för att det kommer att bli avsevärda skillnader i virkesproduktion, medelstam etc. under hela omloppstiden mellan de oskadade-hägnade ytor och de betesskadade ytor. De stora tillväxsförlusterna som kan förväntas under hela växttiden kommer i sin tur att resultera i stora intäktsförluster vid slutavverkningen. Vid en växttid på ytterligare 40–50 år handlar det förmodligen om ett antal 10 000 tals kronor per hektar, räknat i dagens priser och kostnader, och utan räntebelastning. Intäktsförlusterna uppstår först vid avverkning, och för att få nuvärdet måste diskontering till nutid med lämplig räntesats göras (förlusterna i nuvärde blir avsevärt mindre).

Stamskadorna drabbar den nedersta stocken i trädet

(upp till 3–4 m höjd). Den skadade stocken är dock långtifrån värdelös, eftersom den kan apteras till massa- eller brännved. Den andra och den tredje stocken från älgskadade sågtimmerträd är dock fria från älgskador. Av resultaten från Furudal att döma kommer problemet vid aptering av träd i första hand att uppstå i bestånd med stor andel barknagda träd som klarat sig undan från toppskottsbetning eller stambrott.

Tillväxsförlusterna kommer att medföra att det blir mindre volymer av sågtimmer och massaved vid slutavverkningen. Mycket talar således för att de ekonomiska förluster som kommer att uppstå för skogsägarna vid avverkning av svårt älgskadade bestånd till den största delen beror på volymtillväxsförlusterna. Fortsatta studier får visa hur förhållandena mellan förluster p.g.a. kvalitetsnedsättningar och volymminskningar ser ut utanför vinterkoncentrationsområden.

Betningsskadorna kommer att ställa till problem för tallsågverken i framtiden. Förklaringen är att mängden tallsågtimmer kommer att minska när slutavverkningarna utförs i en betydande andel älgskadade tallbestånd. Dessutom torde den genomsnittliga kvaliteten på rotstocken bli sämre än i dag, beroende på mer älgskador, och främst då sannolikt barkskador. Detta beror på att barkskador kan finnas på de större träden eftersom denna typ av skada inte nämnvärt sätter ned trädets tillväxt.

Det framgår av studien att svårt betesskadade tallungskogar har små möjligheter att repa sig tillväxtmässigt på längre sikt, med varaktigt svag värdeutveckling som följd. För tallungskogar med svåra betesskador bör man därför överväga avveckling och nyanläggning av bestånd. Detta kostar pengar men är lönsamt på sikt under förutsättning att man kan åstadkomma tillfredställande nya bestånd. Ett dilemma i sammanhanget är förstås om älgbetesstrycket är fortsatt stort, vilket då reser frågan om man törs "chansa" med tall igen. Från ekonomisk synpunkt bör en eventuell avveckling göras så snart som möjligt efter det att man konstaterat att skadorna är svåra. Detta bör vara bättre än att kanske senare tvingas avveckla beståndet vid 10 m grundtevägd höjd, då skogsvårdslagens bestämmelser om lägsta tillåtna virkesförråd enligt paragraf 5 träder i kraft (detta skulle ge ett större antal bortkastade år, utan ekonomisk skogsproduktion).

Den ekonomiskt optimala omloppstiden blir kortare för älgbetesskadade bestånd än för oskadade. Orsaken är den i alla åldersstadier lägre volymproduktionen, samt

den lägre andelen sågtimmer i äldre bestånd. Värdeutvecklingen över beståndsåldern är genomgående betydligt högre samt uthålligare för oskadade bestånd än för skadade.

Furudalsförsökets relevans

Registrerade älgstämningar och skogsskador på tall var mycket höga i Furudal. Man kan därför fråga sig vilken relevans Furudalsförsöket har för dagens skogsbruk och för andra områden. Vi diskuterar relevansen i detta och efterföljande avsnitt.

Först måste vi konstatera att det finns många hårt drabbade koncentrationsområden i landet, inte minst i de norrländska dalgångarna, där betestrycket torde ha varit ungefär lika högt som i Furudal. Det finns tyvärr dåligt med studier på sådana (ofta relativt små) områden så vi har inte mycket att jämföra Furudalsområdet med i detta avseende.

I koncentrationsområdet var högsta registrerade älgstämning sedan försöksstart 70 älgar/1 000 ha. I den centrala delen av området var tätheterna ännu högre. Sett utifrån betestryck på tall så "mildras" dock denna täthet något genom att andelen ungskog var förhållandevis hög. Med 24 % ungskog under 20 års ålder hade varje vinterälg 3,5 ha ungskog (mest tall) till sitt förfogande, att jämföra med 10–15 ha (gran och tall) sett på nationell nivå (Lavsund, 2003). Det var med andra ord 3–4 gånger mer älg per hektar ungskog i Furudal än för nationen i genomsnitt. Älgvandringstudier i Furudal under studietiden visade att älgarna ofta anländer till och lämnar koncentrationsområdet så att älgarna var kortare tid i koncentrationsområdet (Sandegren m.fl., 1986) än vad de tillbringar i ungskogar på icke koncentrationsområden.

I Figur 11 i denna rapport framgår att den genomsnittliga andelen skadade stammar 2007 var mellan 8 och 85 %, beroende på försöksled. De flesta enskilda ytorna låg över 45 %. Denna inventering gjordes vid en trädstorlek då inga mer skador var att vänta. I Riksskogstaxeringens inventeringar med ÄBIN-variabler är andelen skadade tallstammar (summa färsk och gamla skador; medeltal för perioden 2003–2007 och för beståndshöjd 1–4 m) 40–45 % beroende på region (Skogsstatistik årsbok 2008, tabell 4.5). Bergqvist m.fl. (2001) fann att ca 25 % av huvudstammarna i tallungskog var skadade,

antingen senaste vintern eller före denna. Värdena från Riksskogstaxeringen och från Bergqvist m.fl. (2001) är minimivärden eftersom de omfattar bestånd som är 1–4 m höga och därmed inte är "färdigskadade". Tjugofem slumpmässigt valda bestånd med mer än 40 % tall och en medelhöjd mellan 0,5 – 3,0 m inventerades med ca 50 provytor per bestånd i Bergslagen. Sju av bestånden hade >50 % ackumulerade skador. Av dessa sju hade fyra bestånd >60 % och ett bestånd >80 % (Olsson, 2008).

Andelen skadade stammar på ytorna i Furudal ligger alltså högt i förhållande till vad som observerats på andra håll över större områden, men på samma nivå som kan förekomma i enskilda bestånd utanför vinterkoncentrationsområden. Hur är det då med betet på de undersökta tallarna? Bergström m.fl. (1983) rapporterade att betestrycket på tallen i koncentrationsområdet låg på ca 50 % (här uttryckt som vikten av konsumerade årsskott). I enskilda bestånd kunde den siffran vara betydligt högre. Under de första nio åren räknades antalet färsk bett på ohägnade ytor i vår studie. Antalet bett per träd var inte fler än man i genomsnitt ser på andra områden, men det torde bero på att många tallar redan var hårt betade då studien började så det fanns inte så mycket att äta. Dessutom minskade älgstammen betydligt redan 3–4 år efter försöksstart. Betestrycket var dock högt, vilket indikeras av skattningarna av barrförlust i tabellerna i denna rapport.

Var betesmönstret i övrigt annorlunda i Furudalsområdet jämfört med områden med lägre betestryck? Ja, en skillnad var att i Furudal var andelen stambrott mycket hög i förhållande till andelen toppskottsbete. Vid skadeinventeringar över större arealer och på icke koncentrationsområden har vi registrerat att toppskottsbete är 5–10 gånger vanligare än stambrott räknat som antal stammar (Bergqvist m.fl., 2001), medan det på Furudal var mera stambrott än toppskottsbete. Detta är ett förväntat mönster vid hårt betet. Å andra sidan visar Furudalsstudien att dessa två skadetyper ger ungefär likartade effekter på tallen, vilket i sin tur antagligen mest förklaras av ett generellt hårt betestryck.

Slutsatserna blir att Furudal vad gäller skadenivåer och skademönster troligen var representativt för andra älgkoncentrationsområden och för enskilda bestånd eller fläckar i bestånd utanför koncentrationsområden. Därmed kan resultaten inte direkt okritiskt sägas representera större områden. Men variationen i vårt material har varit

stor, från helt oskadade till döda träd och från svagt till svårt skadade ytor. Detta faktum har vi försökt utnyttja vid vår resultatredovisning. Därigenom har vi inte bara kunnat visa vad hårt älgbete i vinterkoncentrationsområde medför för unga tallar, utan också kunnat belysa ett antal mönster och mekanismer som är tillämpliga även på mindre svårt skadade områden.

Skador förr och nu

Älgskadorna på tallungskog har varit betydande sedan 1980 och är fortsatt stora än i dag, trots den stora nedgången av älgstammen som har skett sedan toppåren i början på 1980-talet. Detta har framkommit i t.ex. Riksskogstaxeringens älgbetesinventeringar samt i de sentida ÄBIN-inventeringarna under 2000-talet (Skogsstatistisk årsbok).

Skogens sammansättning av bestånd är viktig för skadebilden. Enligt Ingemarson, m.fl. (2007) har arealen ungskogar, främst talldominerade, störst betydelse för hur stor älgstam ett område kan bära, utan att det blir omfattande betesskador. Orsaken till varför älgskadorna legat kvar på hög nivå, trots den kraftiga minskningen av älgstammen, torde kunna förklaras av de förändringar som har skett under denna tid beträffande skogens åldersklassammansättning. Den årliga slutavverkningsarealen i landet var hela 300 000 hektar under slutet av 1960-talet och större delen av 1970-talet (Skogsstatistisk årsbok). Under den s.k. älgexplosionen i slutet på 1970-talet fanns det således stora arealer med hyggen och ungskogar som kunde föda älgarna. I Furudalsområdet fanns det då också som nämnts mycket gott om yngre tallbestånd.

I slutet på 1970-talet minskade slutavverkningsarealen i landet snabbt ner till 200 000 hektar per år, en nivå som behållits sedan dess. Enligt avskjutningsstatistik och data från Riksskogstaxeringen har antalet skjutna älgar per hektar hygge och ungskog varit ganska oförändrat sedan början på 1980-talet (Lavsund, 2003). Detta torde i sin tur vara förklaringen till den fortsatt höga nivån på älgskador. En annan förändring av betydelse är att andelen tall i ungskogarna minskat under de senare åren av flera skäl. Till exempel förnygrades en stor andel av arealen med tall under 1970-talet, som följd av de rekommendationer som då gavs till skogsägarna. En annan förändring som påverkat tallandelen är att en del skogsägare har planterat gran på tallmarker i betesutsatta om-

råden under senare år. Den här inriktningen leder till en ”ond cirkel”, med tillväxtförluster p.g.a. felaktigt trädslag samt ökade betesskador på den befintliga tallungskogen. Generellt sett torde således betestrycket och älgskadorna i tallungskogarna i landet ha varit tämligen konstant sedan slutet på 1970-talet. Detta talar för att Furudalsförsöket borde ha hög relevans vid älgskadediskussioner och vid diskussioner om skötsel av älgskadade bestånd. Försöket är dessutom unikt, eftersom det är det första i sitt slag som kunnat belysa skogsproduktionseffekter på kort och lång sikt av älgbetning.

Gallring i älgskadade bestånd?

Många tallungskogar i landet har således sedan slutet på 1970-talet drabbats av mer eller mindre allvarliga älgskador. Detta innebär att förstagallringarna i tallbestånd redan berör, samt kommer att beröra älgskadade bestånd i ganska stor utsträckning under de kommande decennierna. En aktuell fråga för skogsägarna är om, och i så fall hur, älgskadade bestånd bör gallras. Gallring är en åtgärd som bör genomföras, om man kan kalkylera med att åtgärden kommer att resultera i en ökad total avkastning av beståndet.

För att få önskvärd långsiktig effekt av gallring är det viktigt att uttaget görs bland de träd som är skadade, kvalitetsmässigt sämre eller som har dålig tillväxtpotential. För att en gallring ska kunna bli lönsam krävs att gallringsreaktionen på de kvarstående träden blir tillräckligt stor. En viktig faktor att ta hänsyn till vid gallringsbeslut för älgskadade bestånd, är om gallringsreaktionen på de kvarstående träden blir lika stor som i oskadade bestånd. Det kan dock befaras att reaktionen blir sämre i betesskadade bestånd. De uthålligt svaga tillväxterna på betesskadade träd i Furudal är ett varningstecken på detta. Bestånd med omfattande skador bör man inte gallra av denna anledning, dessutom är virkesförråden i sådana bestånd sannolikt alltför låga för att motivera gallring.

I älgskadade bestånd bör man tillämpa låggallring, eftersom de skadade träden i så stor utsträckning finns bland de klenare träden i beståndet. Det är dock inget avsteg från lämplig gallringsform i oskadade tallbestånd eftersom låggallring tycks ge den bästa långsiktiga ekonomin. Skogsforsks gallringsförsök i det oskadade tallbeståndet Kolfallet visade att låggallring där kommer att ge den högsta totalavkastningen (Pettersson, 2008). Förutom bättre virkeskvalitet ger låggallring fördelar, bl.a. snabbare

dimensionsutveckling, högre tillväxt, kortare omloppstid samt bättre motståndskraft mot snö- och vindskador.

Vid gallring i älgskadade bestånd kan det vara lönsamt på sikt att tillämpa stora stickvägsavstånd (=hög andel selektivt uttag) och därigenom låta en större andel av de grövre träden stå kvar i beståndet. Detta torde ge den största möjliga förbättringen av beståndskvaliteten, liksom den bästa möjliga tillväxten efter gallring. En god stickvägsplanering, genom att dra stickvägarna i de stamglesaste partierna så gott det är möjligt, bidrar också till ett högt selektivt uttag och därmed till ett bra resultat av gallringen.

Skogforsks gallringshjälpmedel INGVAR (Jacobson m.fl., 2008) är till god hjälp vid gallringsbeslut. Detta datorprogram med tillhörande användarhandledning/-manual kan laddas ned gratis från Skogforsks hemsida www.skogforsk.se eller via www.kunskapdirekt.se. Gallringshjälpmedlet omfattar både grundyte- och stamantalsmallar. Vid bedömningen av gallringsbehov för älgskadade bestånd bör de traditionella grundytemallarna användas. Detta beror på att stamantalsmallarna bygger

på tillväxten i oskadade bestånd. Resultaten från Furudal visade att vid given övre höjd och stamantal per hektar är grundytan och volymen väsentligt lägre i älgskadade bestånd än i jämförbara oskadade bestånd. Detta p.g.a. lägre medeldiameter och medelhöjd till följd av den reducerade tillväxten.

Det är viktigt att ha tillgång till nyligen uppmätta beståndsdata som grundyta för att kunna göra bra gallringsbeslut för älgskadade bestånd. Framskrivning med tillväxtfunktioner av beståndsdata uppmätt i unga, älgskadade bestånd, ger alltför höga tillväxter, och därmed överskattade grundytor och volymer i tillväxtprognoserna. Det kan leda till att allför glesa och skadade bestånd tas ut för gallring. Vid besiktning av älgskadade bestånd aktuella för gallring bör man utgå från att betesskadorna varit mer omfattande samt mer allvarliga än vad det aktuella synintrycket säger. Det kan antas att det är ett allmängiltigt fenomen att älgskadornas omfattning och allvarlighet bedöms allt mildare med ökad förfluten tid sedan skadetillfället, såsom fallet var i Furudal.

Slutsatser

Försöket i Furudal bör ha hög relevans vid älgskadediskussioner och vid diskussioner om skötsel av älgskadade bestånd. Furudal gav en tydlig bild av beståndsutvecklingen från älgbetning i ungskogsstadiet till normal tidpunkt för förstagallring. Allvarligt skadade träd dog i ganska stor utsträckning under de närmast påföljande åren efter inträffad skada. Vid förstagallringsstadiet utgjordes de grövre och högre träden i beståndet av de träd som bäst hade klarat sig undan från älgbetning. Överlevande träd med svårare skador återfanns i mycket stor utsträckning bland de klenare och kortare träden.

Älgbetesskadade träd tycks aldrig kunna återhämta sig helt tillväxtmässigt. Betningen orsakar volymtillväxtförluster förmodligen under hela omloppstiden. Av försöksresultaten att döma uppstår tillväxtförluster redan vid små inträffade skador, och vid en nivå på 50 % stamskadade träd förefaller tillväxtförlusterna kunna bli kännbara. Med det hårda betet som varit i Furudal kommer de ekonomiska förlusterna till största delen att bero på den lägre tillväxten. Det blir mindre volymer av massaved och timmer att avverka.

Enligt försöket resulterar toppskottsbetning och stambrott i allvarliga stamskador (bajonetter). Hårt bete tillsammans med andra skador leder till kraftig barrutglesning, stor avgång samt dålig tillväxtutveckling hos överlevande träd. Barknag förefaller däremot ge en

avsevärt mindre negativ påverkan på överlevnad och tillväxt, åtminstone upp till en skada på 50 % barkflängd omkrets av stammen. Av dessa resultat att döma är det endast en mindre andel toppskottsbetade träd eller träd med stambrott som kan förväntas nå sågtimmerdimension under "normal" omloppstid. Andelen barkskadade träd som når sågtimmerdimension kan däremot förväntas kunna bli ganska stor.

Betningsskadorna kommer att ställa till problem för tallsågverken i framtiden, eftersom mängden tallsågtimmer kommer att minska när slutavverkningarna kommer att utföras i en betydande andel älgskadade bestånd. Dessutom torde den genomsnittliga kvaliteten på rotstocken att bli sämre än i dag, beroende på mer älgskador, och främst då sannolikt barkskador.

I älgskadade bestånd bör låggallring tillämpas, eftersom de skadade träden i stor utsträckning kommer att finnas bland de klenare träden. Det kan befaras att gallringsreaktionen blir sämre än normalt i älgskadade bestånd. De uthålligt svaga tillväxterna på de skadade träden i Furudal är ett varningstecken på detta. Bestånd med omfattande skador bör man inte gallra av denna anledning, dessutom är virkesförråden i sådana bestånd sannolikt alltför låga för att motivera gallring. Bedömningen av gallringsbehov för älgskadade bestånd bör baseras på fältbesiktning med uppmätning av grundytan samt med traditionella grundtytemallar.

Referenser

- Andersson, S.-O. 1954. Funktioner och tabeller för kubering av småträd. Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut, band 44, nr 12. Stockholm.
- Bergqvist, G., Bergström, R. & Edenius, L. 2001. Patterns of stem damage by moose (*Alces alces*) in young *Pinus sylvestris* stands in Sweden. *Scandinavian Journal Forest Research* 16:363–370.
- Bergström, R., Lavsund, S., Sandegren, F. & Stålfelt, F. 1983. Furudalsprojektet. Några preliminära resultat. Aug. 1983. Stencil 80 s.
- Cernold, Å. 1981. Utbytstabeller för rotstående skog. Centrala sågverksföreningen, Falun.
- Faber, W., Edenius, L. & Pehrson, Å. 1996. Älgens barknag på tall. Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta Skog nr 9, 1996, 4 s. Uppsala.
- Ingemarson, F., Claesson, S. & Thuresson, T. 2007. Älg- och rådjursstammarnas kostnader och värden. Skogsstyrelsen, Rapport 3, 2007.
- Jacobson, S., Pettersson, F., Sikström, U., Nyström, K. & Övergaard, B. 2008. INGVAR-gallringsmall och planeringsinstrument. Skogforsk, Resultat nr 10, 2008, 4 s. Gävle.
- Lavsund, S. 2003. Skogsskötsel och älgskador i tallungskog. Skogforsk, Resultat Nr 6, 2003, 4 s.
- Lavsund, S. & Jernelid, H. 1988. Älgens relationer till skogsbruket. Arbetsrapport 88 03 28, 48 s. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för viltekologi.
- Näslund, B.Å. 1947. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd: tall, gran, björk i södra Sverige samt i hela landet. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 36:3, 81 s. Stockholm.
- Olsson, M. 2008. Variation of moose (*Alces alces*) damage to Scots pine (*Pinus sylvestris*) in young forest stands. Examensarbete vid Institutionen för vilt, fisk och miljö, SLU, 2008:16.
- Pershagen, P. 1969. Snötäcket i Sverige 1931-1960. Sveriges Meteorologiska och hydrologiska institut. Meddelanden, Serie A, nr 5. 54 s.
- Pettersson, F. 2001. Effekter av olika röjningsåtgärder på beståndsutvecklingen i tallskog Skogforsk, Redogörelse nr 4, 2001, 28 s.
- Pettersson, F. 2003. Effekter på beståndsutvecklingen och ekonomin av olika förstagallringsåtgärder i tallskog – Redovisning av försöksresultat och synpunkter på dagens röjnings- och gallringsverksamhet. Skogforsk, Redogörelse nr 3, 2003, 67 s.
- Pettersson, F. 2008. Effekter av gallringsform i tallförsöket Kolfallet. Ett underlag för utformningen av olika gallringsstrategier. Skogforsk, Redogörelse nr 4, 2008, 46 s.
- Prescher, F. & Ståhl, E.G. 1985. The effect of provenance and spacing on stem straightness and number of spike knots of Scots pine in South and Central Sweden. *Studia Forestalia Suecia* 172, 12 s.
- Sandegren, F., Bergström, R., & Sweanor, P. 1986. Seasonal moose migration in relation to snow. *Alces* 21: 321–338.
- Ståhl, E.G., Persson, B. & Prescher, F. 1990. Effect of provenance and spacing on stem straightness and number of stems with spike knots in *Pinus sylvestris* L. – Northern Sweden and countrywide models. *Studia Forestalia Suecia* 184, 16 s.
- Stålfelt, F. 1975. Älgpopulationerna och deras reglering. I: Hermansson m.fl. (red.). Älgen. Näring och miljö – jakt och vård. Svenska Jägarförbundet s. 97–124.
- Skogsstyrelsen, 2008. Skogsstatistisk årsbok 2008 – Sveriges officiella statistik. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Svenska Jägarförbundets viltövervakning.
www.jagareforbundet.se

Bilaga 1

Fältinstruktion älgskador Furudal

Hägnummer finns vid öppningsstolpe och kontrolltytenummer på NV-hörnstolpen. Trädnummer finns på metallbrickor på ca 130 cm höjd.

Höjd – mäts med mätkäpp i fallande dm; d.v.s. sista hela dm anges som höjd.

Toppskott – Alla toppskott inom räckhåll mäts med klaven i mm-mått.

Toppskott utom räckhåll – mäts med mätkäpp och anges på 50 mm när.

Brösthöjdsdiameter – mäts med klaven vid övre röda pricken om sådan finns.

Ett andra brh-mått – tas med klaven vinkelrätt mot första mätningen. Brh-diameter anges i mm.

Diameter 10 – mäts med klaven vid nedre röda pricken. Ett andra mått tas med klaven vinkelrätt mot första mätningen.

Skadekoder

Toppskottsbetning sker ovanför översta grenvarvet och avser betning eller brott på skott, som vuxit senaste år.

11 Toppskottsbetning, senaste år

Stambrott avser brott nedanför översta grenvarvet.

21 Stambrottsskada, senaste år

22 Stambrottsskada, tidigare år

Barrmasseförlust bedöms på maximalt de 6 översta grenvarven.

30 Barrmasseförlust <10 %

31 Barrmasseförlust 10–50 %

32 Barrmasseförlust 51–90 %

33 Barrmasseförlust >90 %

Barkskador avser både gnag och fejning.

41 Barkskador, senaste år, <10 % av omkretsen

42 Barkskador, senaste år, 10–50 % av omkretsen

43 Barkskador, senaste år, >50 % av omkretsen

Spröt utgår i mycket spetsig vinkel i förhållande till huvudstammen,

51 Spröt, enkel spröt, <20 mm diameter och <50 cm långt

52 Spröt, enkel spröt, >20 mm diameter och/eller >50 cm långt

53 Spröt, upprepad

Bajonett är en tvärkrök som uppkommit genom topp- eller stamskada.

61 Bajonett, enkel bajonettavvikelse <20 cm från tänkt stam

62 Bajonett, enkel bajonettavvikelse >20 cm från tänkt stam

63 Bajonett, upprepad

Klyka avser att huvudstammen är uppdelad i två eller flera delstammar, där den näst grövsta delstammens diameter inte understiger 3/4 av den grövstas.

71 Klyka, enkel

72 Klyka, mångstammig

73 Klyka, upprepad

81 Barkskador, tidigare år, <10 % av omkretsen

82 Barkskador, tidigare år, 10–50 % av omkretsen

83 Barkskador, tidigare år, >50 % av omkretsen

93 Dött träd

Bilaga 2

Data för samtliga toppskottsbetade träd 1979 på de skadade-ohägnade ytorna i block 1–3 samt medelhöjd och medeldiameter för samtliga, ej toppskottsbetade eller stambrutna levande träd på dessa ytor.

<i>Variabel</i>	1979	1980	1981	1982
Antal levande toppskottsbetade träd 1979	22	14	11	10
Andel av dessa med barrförlust 10-50 %, % -enheter	0	0	18	30
Andel av dessa med barrförlust 51-90 %, % -enheter	14	36	18	30
Andel av dessa med barrförlust > 90 %, % -enheter	86	64	64	40
Andel toppskottsbetade träd med sprötkvist, % -enheter	55	55	55	55
Andel toppskottsbetade träd med bajonett, % -enheter	23	32	32	45
Genomsnittlig skadeklass för respektive år (SklassXX)	2,86	2,77	2,77	2,68
Genomsnittlig skadeklass (Sklass)	2,86	2,86	2,91	2,91
Aritmetisk diameter toppskottsbetade träd 1979, mm	16	16	11	8
Aritmetisk höjd toppskottsbetade träd 1979, dm	13	12	12	10
Aritmetisk diameter för samtliga ej toppskottsbetade eller brutna, mm	28	33	36	41
Aritmetisk höjd för samtliga ej toppskottsbetade eller brutna, dm	21	22	25	27

Data för samtliga toppskottsbetade träd 1982.

<i>Variabel</i>	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Antal levande toppskottsbetade träd 1979	6	6	6	6	6	6
Andel av dessa med barrförlust 10-50 %, % -enheter	0	17	0	0	0	17
Andel av dessa med barrförlust 51-90 %, % -enheter	0	0	33	67	83	83
Andel av dessa med barrförlust > 90 %, % -enheter	0	17	17	33	17	0
Andel toppskottsbetade träd med sprötkvist, % -enheter	83	83	83	83	83	83
Andel toppskottsbetade träd med bajonett, % -enheter	0	17	17	67	83	83
Genomsnittlig skadeklass för respektive år (SklassXX)	0	0	0	2,33	2,17	1,83
Genomsnittlig skadeklass (Sklass)	0	0	0	2,33	2,33	2,33
Aritmetisk diameter toppskottsbetade träd 1979, mm	12	17	22	22	27	28
Aritmetisk höjd toppskottsbetade träd 1979, dm	16	19	23	20	22	23

Bilaga 3

Data för samtliga stambrutna träd 1980 på de oskadade-ohägnade i block 1–2 samt medelhöjd och medeldiameter för samtliga, ej stambrutna eller toppskottsbetade levande träd på dessa ytor.

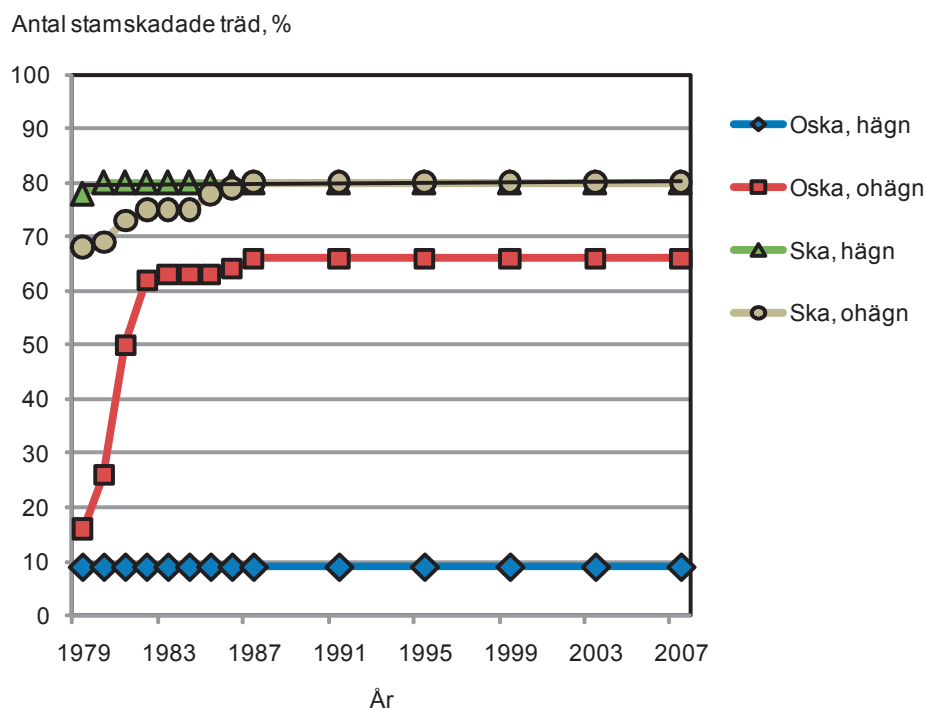
<i>Variabel</i>	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Antal levande stambrutna träd 1980	17	17	17	17	15	13
Andel av dessa med barrförlust 10-50 %, % -enheter	24	0	0	0	0	0
Andel av dessa med barrförlust 51-90 %, % -enheter	12	18	12	6	7	31
Andel av dessa med barrförlust > 90 %, % -enheter	6	82	88	94	93	69
Andel stambrutna träd med sprötkvist, % -enheter	29	29	35	35	35	35
Andel stambrutna träd med bajonett, % -enheter	12	47	53	100	100	100
Genomsnittlig skadeklass för respektive år (SklassXX)	0,47	2,82	2,88	2,94	2,94	2,76
Genomsnittlig skadeklass (Sklass)	0,47	2,82	3	3	3	3
Aritmetisk diameter levande stambrutna träd 1980, mm	26	27	27	26	28	28
Aritmetisk höjd levande stambrutna träd 1980, dm	24	21	22	20	19	19
Aritmetisk diameter för samtliga ej toppskottsbetade eller brutna, mm	25	30	32	35	42	46
Aritmetisk höjd för samtliga ej toppskottsbetade eller brutna, dm	22	25	27	30	32	34

Data för samtliga stambrutna träd 1982 på de oskadade-ohägnade i block 1–2 samt medelhöjd och medeldiameter för samtliga, ej stambrutna eller toppskottsbetade levande träd på dessa ytor.

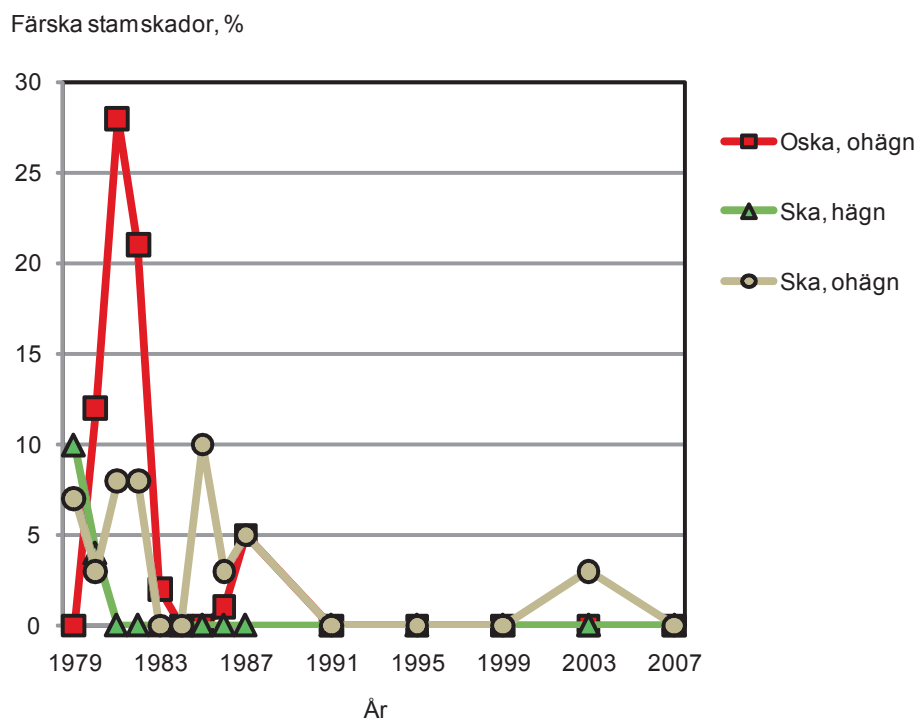
<i>Variabel</i>	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Antal levande stambrutna träd 1982	28	28	28	28	26	24
Andel av dessa med barrförlust 10-50 %, % -enheter	4	7	18	4	0	4
Andel av dessa med barrförlust 51-90 %, % -enheter	0	7	61	39	50	58
Andel av dessa med barrförlust > 90 %, % -enheter	0	7	18	57	50	38
Andel stambrutna träd med sprötkvist, % -enheter	46	46	46	46	46	46
Andel stambrutna träd med bajonett, % -enheter	21	21	21	100	100	100
Genomsnittlig skadeklass för respektive år (SklassXX)	0,21	0,25	0,46	2,57	2,54	2,5
Genomsnittlig skadeklass (Sklass)	0,21	0,25	0,46	2,61	2,71	2,71
Aritmetisk diameter stambrutna träd 1982, mm	25	31	34	34	38	39
Aritmetisk höjd stambrutna träd 1982, dm	22	26	29	21	20	21
Aritmetisk diameter för samtliga ej toppskottsbetade eller brutna, mm	25	30	32	35	42	46
Aritmetisk höjd för samtliga ej toppskottsbetade eller brutna, dm	22	25	27	30	32	34

Bilaga 4

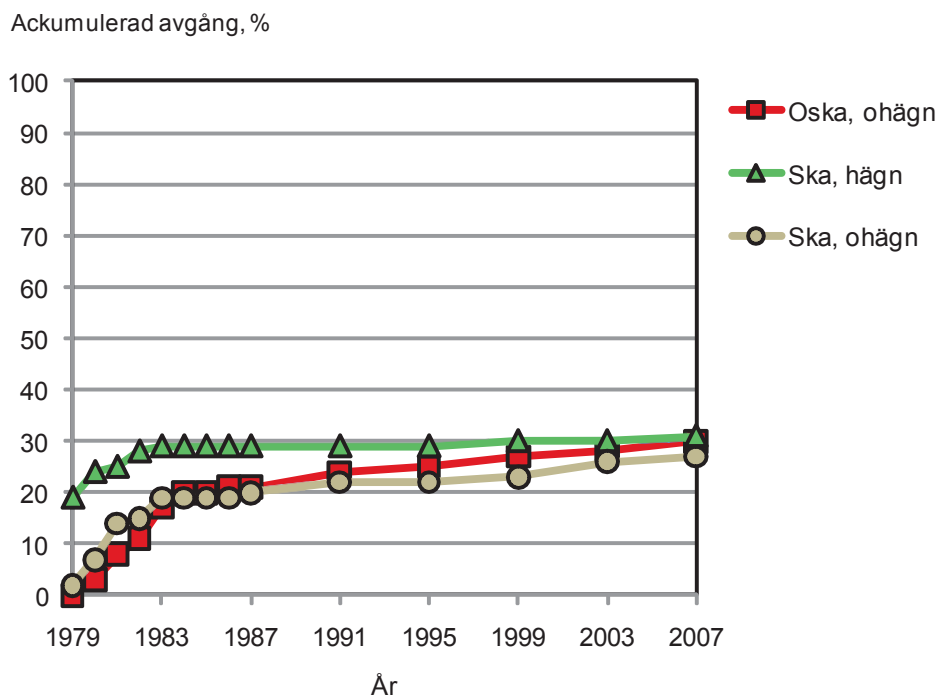
Ackumulerad andel stamskadade träd, block 1. Stammarna utgjordes av alla döda och levande träd vid anläggningen.



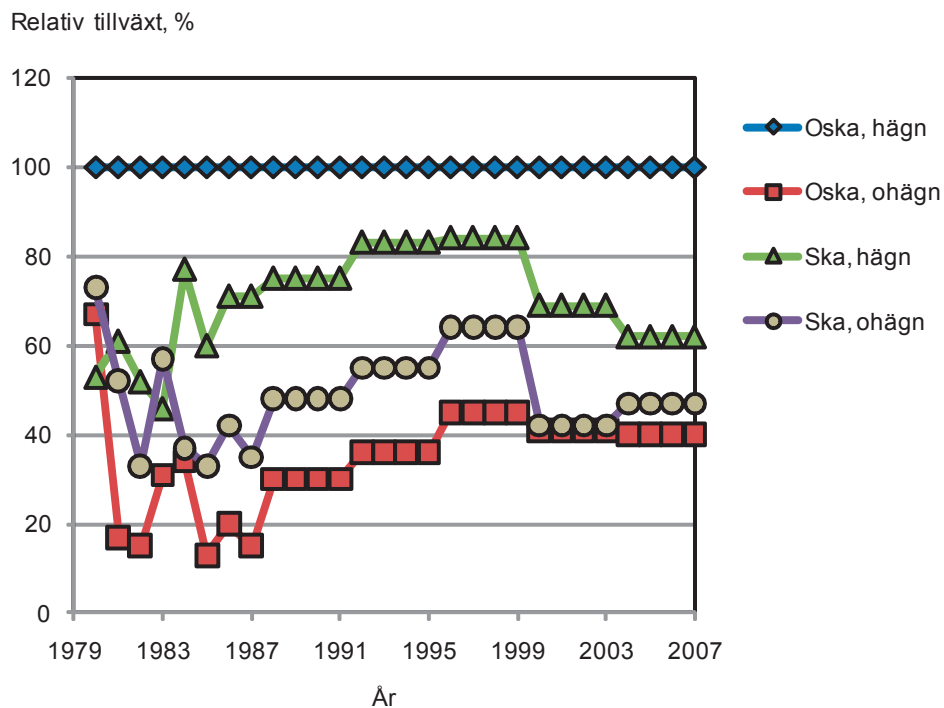
Färskastamskador, procent av levande stamantal. Block 1. (En älg tog sig 1980 innanför hägnet på den skadade-hägnade ytan, och orsakade stamskador på 4 % av träden).



Akkumulerad avgång av stammar i block 1 (den oskadade-hägnade ytan saknade avgång). Utgångsläget utgjordes av summan av antalet döda och levande stammar vid anläggningen.



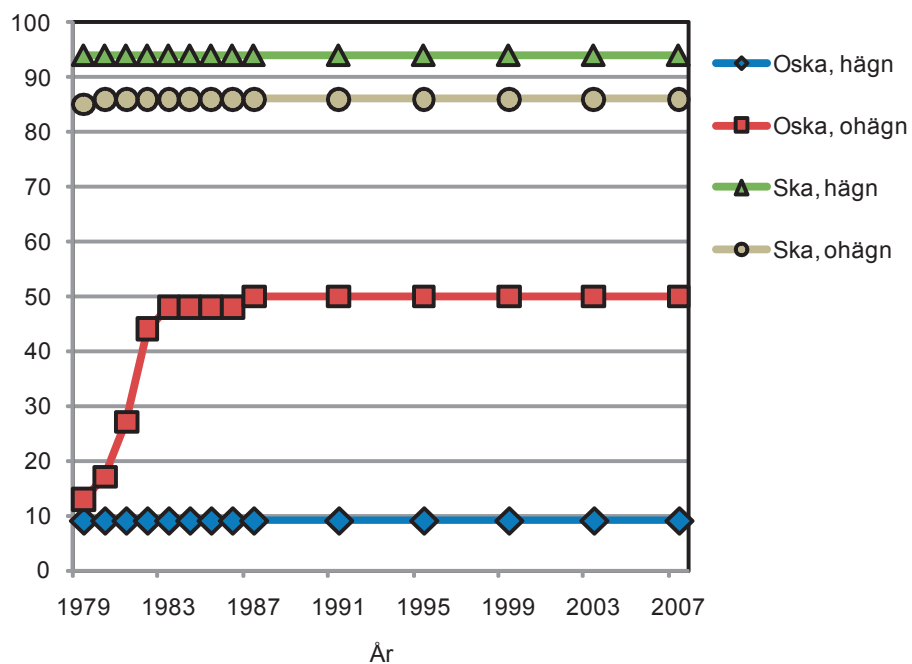
Volymtillväxtutveckling 1979–2007 i relativa tal, block 1. Tillväxten på den oskadade-hägnade ytan = 100 %.



Bilaga 5

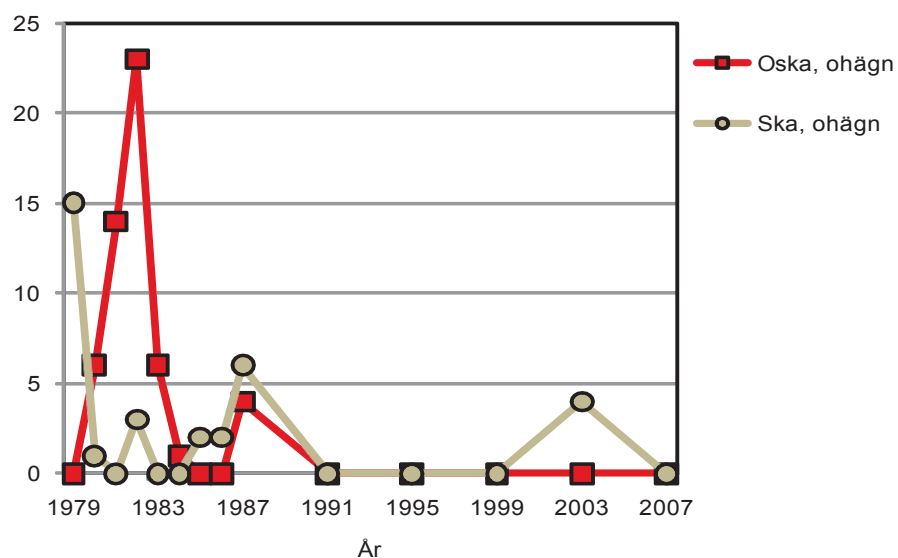
Ackumulerad andel stamskadade träd, block 2. Stammarna utgjordes av alla döda och levande träd vid anläggningen.

Antal stamskadade träd, %

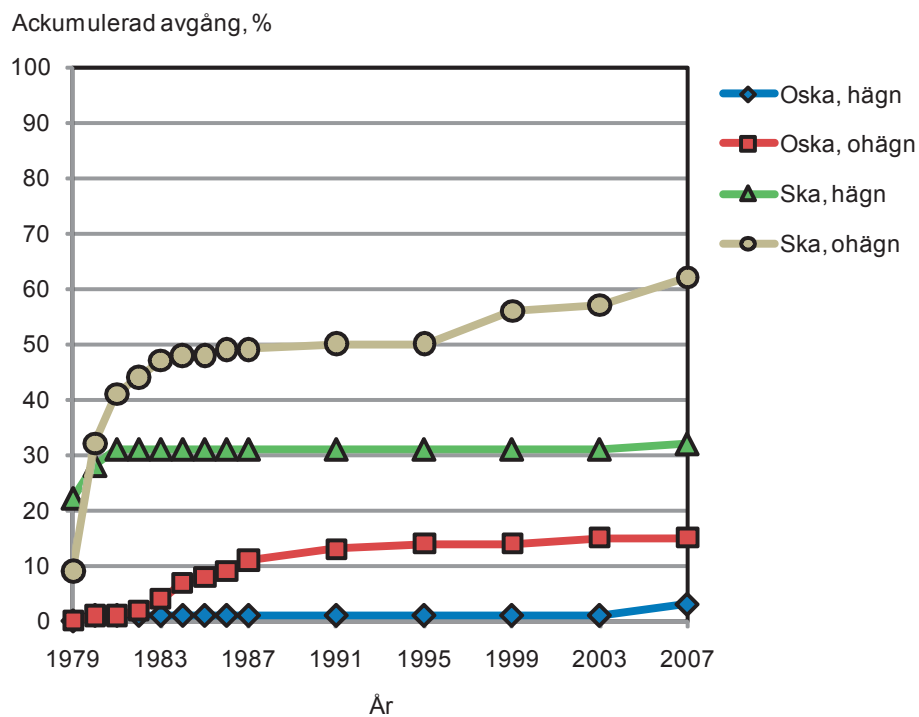


Färska stamskador, procent av levande stamantal. Block 2.

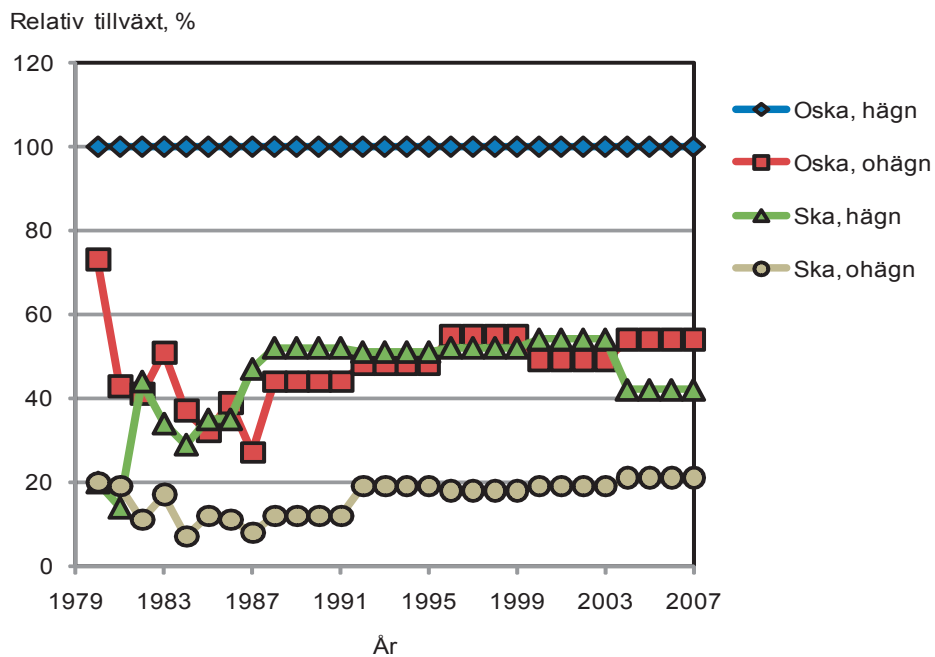
Färska stamskador, %



Akkumulerad avgång av stammar i block 2. Utgångsläget utgjordes av summan av antalet döda och levande stammar vid anläggningen.

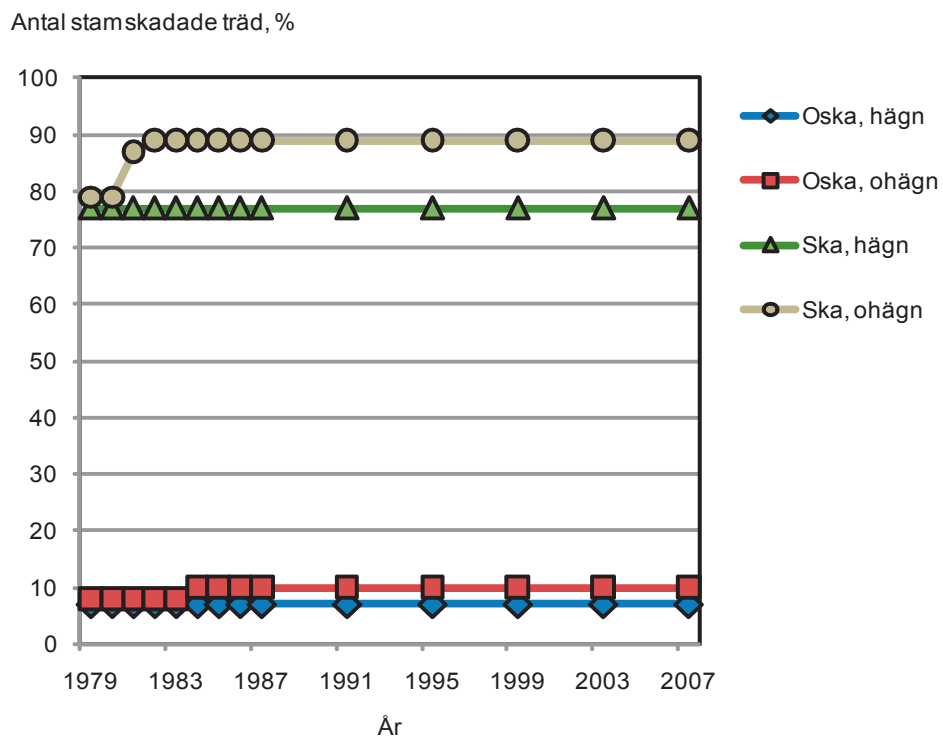


Volymtillväxtutveckling 1979–2007 i relativa tal, block 2. Tillväxten på den oskadade-hägnade ytan = 100 %.

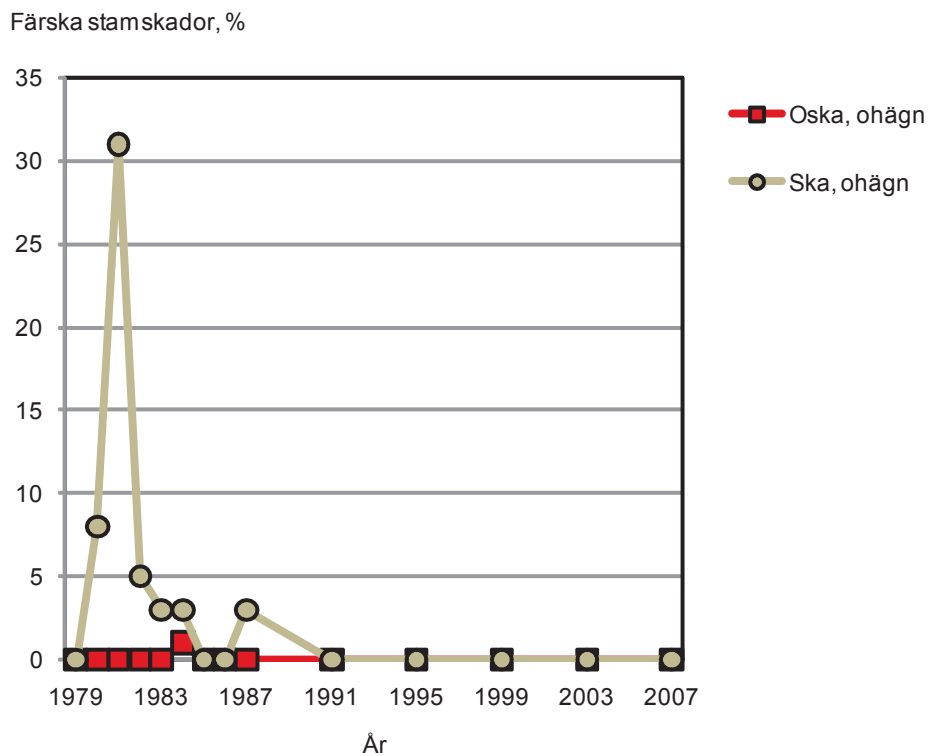


Bilaga 6

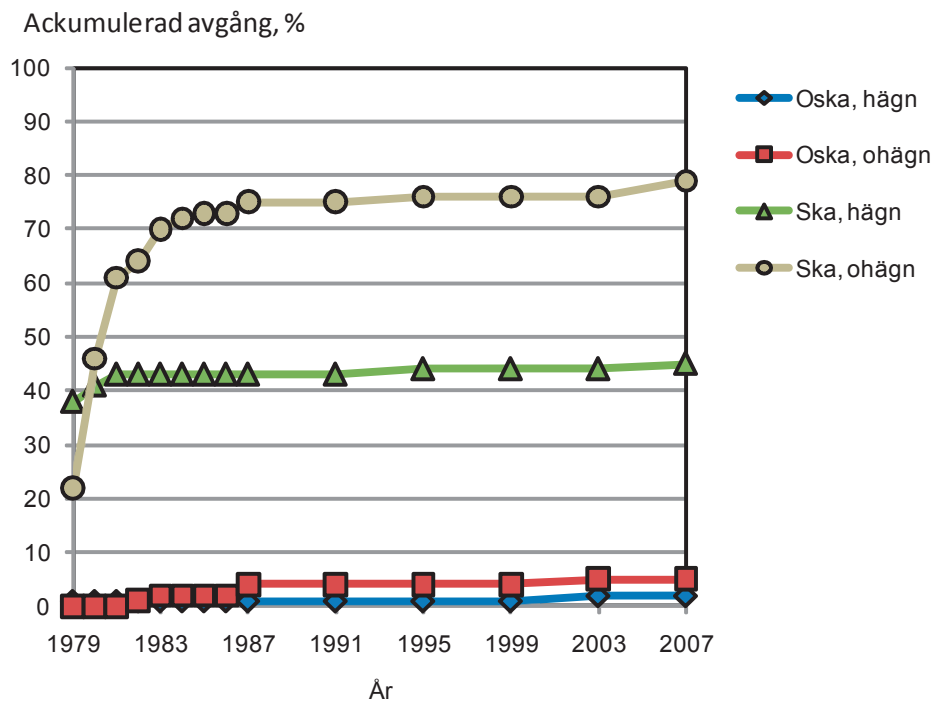
Ackumulerad andel stamskadade träd, block 3. Stammarna utgjordes av alla döda och levande träd vid anläggningen.



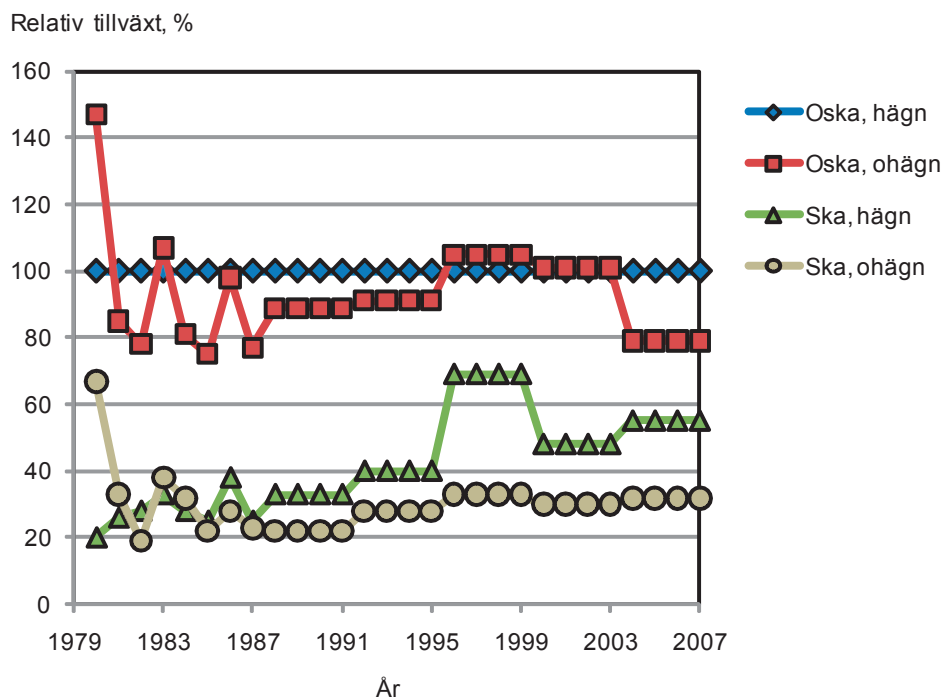
Färska stamskador, procent av levande stamantal. Block 3.



Akkumulerad avgång av stammar i block 3. Utgångsläget utgjordes av summan av antalet döda och levande stammar vid anläggningen.

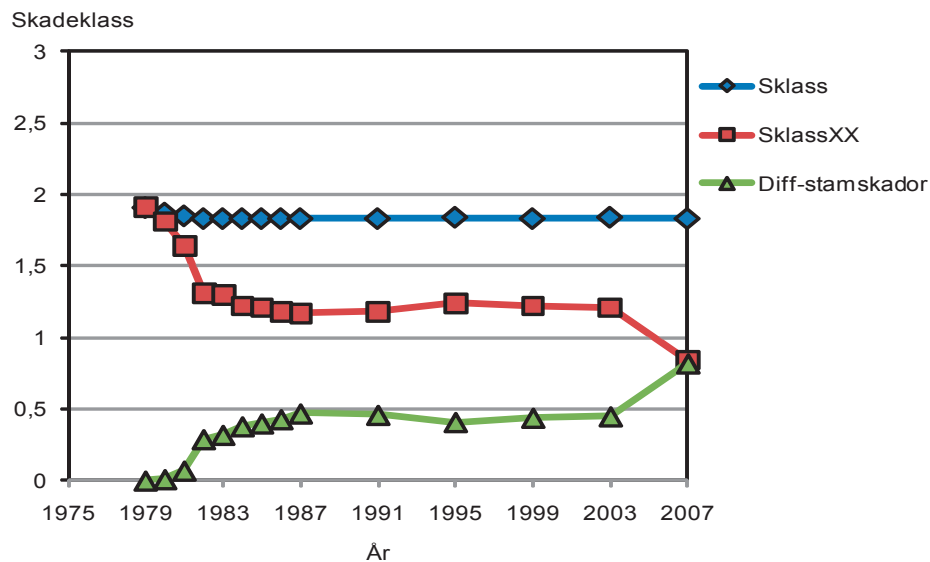


Volymtillväxtutveckling 1979–2007 i relativa tal, block 3. Tillväxten på den oskadade-hägnade ytan = 100 %.



Bilaga 7

Jämförelse av genomsnittlig skadeklass vid respektive revision (SklassXX) och medeltalet av dittills högsta noterade skadeklass för respektive träd (Sklass). Samtliga levande träd (även de oskadade) vid respektive revision ingår i underlaget. Med Diff-stamskador avses hur stor skillnad mellan Sklass och SklassXX som berodde på en mildare bedömning av stamskador (differensen mellan Sklass-stam och SklassXX). Medeltal av skadade, hägnade ytor



Bilaga 8

Skogsproduktion 1979–2007, block 1.

Block 1:	Oska-hägn	Oska-ohägn	Ska-hägn	Ska-ohägn
Ackumulerade stambetesskadade träd, %	9	66	80	80
Ackumulerade sidoskottsbetade träd; % (max. barrutglesning >50 %)	0	15	4	5
Levande träd 2007:				
Stam/ha	1 312	1 136	1 632	1 440
Volym, m ³ sk/ha	197,8	70,3	141	94,8
Grundyta, m ² /ha	29,2	12,2	22,1	15,2
Diameter, Dg, mm	168	117	131	116
Övre höjd, dm	156	153	151	150
Grundytevägd höjd, dm	138	113	127	123
Avgång 1979-2007:				
Stam/ha (inklusive döda träd 1979)	0	480	720	544
Volym, m ³ sk/ha	0	5,7	0,5	2,9
Grundyta, m ² /ha	0	1,2	0,1	0,7
Skogsproduktion:				
Volymtillväxt 1979-2007, m ³ sk/ha, 28 år	194,2	72,9	138,6	94,4
Relativ volymtillväxt, Oska-hägn=100	100	38	71	49
Volymtillväxt 2004-2007, m ³ sk/ha, år	11,2	4,5	6,9	5,3
Relativ volymtillväxt 2004-2007, Oska-hägn=100	100	40	62	47
Grundytetillväxt 1979-2007, m ² /ha, 28 år	27,9	12,1	21,2	14,7
Relativ grundytetillväxt 28 år, Oska-hägn=100	100	43	76	53

Skogsproduktion 1979–2007, block 2.

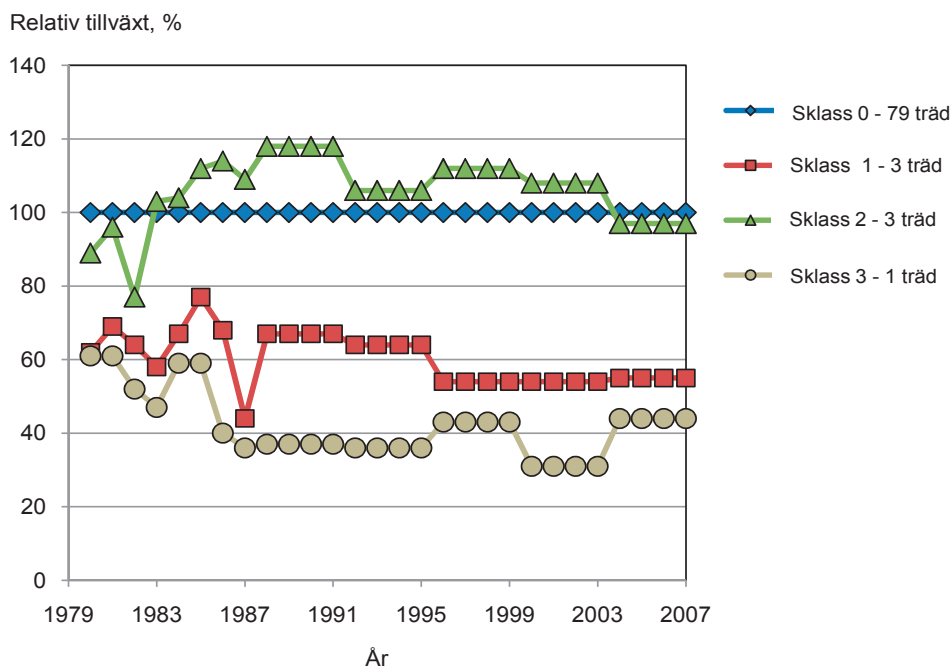
Block 2:	Oska-hägn	Oska-ohägn	Ska-hägn	Ska-ohägn
Ackumulerade stambetesskadade träd, %	9	50	94	86
Ackumulerade sidoskottsbetade träd; % (max. barrutglesning >50 %)	3	17	2	6
Levande träd 2007:				
Stam/ha	1 488	1 296	1 136	640
Volym, m ³ sk/ha	203,9	100,3	96,9	35,4
Grundyta, m ² /ha	29,1	16,2	16,2	6,3
Diameter, Dg, mm	158	126	135	112
Övre höjd, dm	158	153	137	133
Grundytevägd höjd, dm	142	122	117	110
Avgång 1979-2007:				
Stam/ha (inklusive döda träd 1979)	48	224	528	1 056
Volym, m ³ sk/ha	0,6	0,5	1,4	1,2
Grundyta, m ² /ha	0,1	0,1	0,3	0,4
Skogsproduktion:				
Volymtillväxt 1979-2007, m ³ sk/ha, 28 år	200,8	97,5	96,4	34,7
Relativ volymtillväxt 28 år, Oska-hägn=100	100	49	48	17
Volymtillväxt 2004-2007, m ³ sk, år	10,4	5,6	4,4	2,2
Relativ volymtillväxt 2004-2007, Oska-hägn=100	100	54	42	21
Grundytetillväxt 1979-2007, m ² /ha, 28 år	27,9	15,1	15,8	5,9
Relativ grundytetillväxt 28 år, Oska-hägn=100	100	54	57	21

Skogsproduktion 1979–2007, block 3.

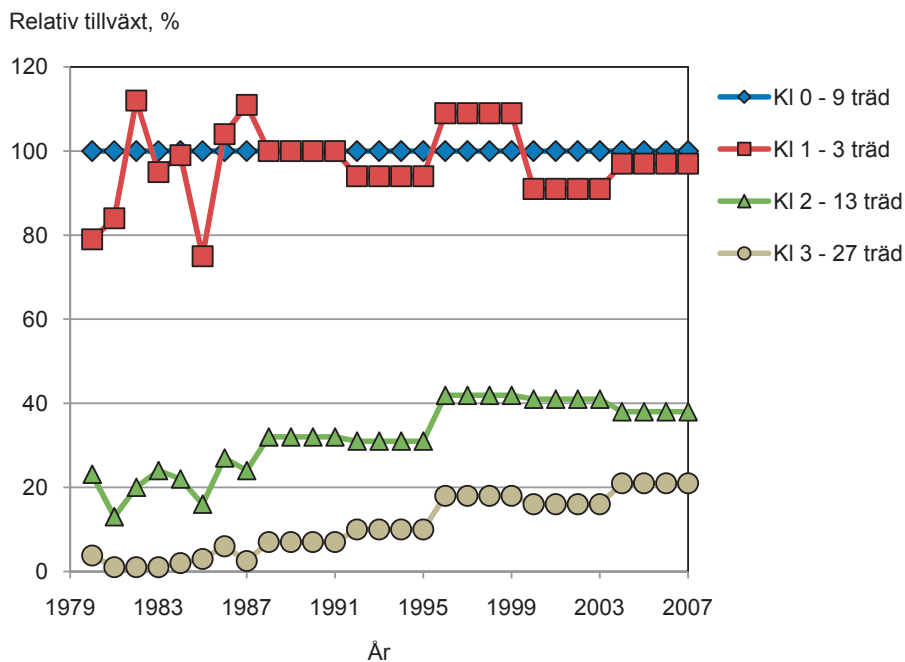
Block 3:	Oska-hägn	Oska-ohägn	Ska-hägn	Ska-ohägn
Ackumulerade stambetesskadade träd, %	7	10	77	89
Ackumulerade sidoskottsbetade träd; %	0	4	6	1
(max. barrutglesning >50 %)				
Levande träd 2007:				
Stam/ha	1 328	1 280	1 088	384
Volym, m ³ sk/ha	145,3	133,5	63,8	43,5
Grundyta, m ² /ha	20,9	19,2	10,8	6,7
Diameter, Dg, mm	142	138	112	149
Övre höjd, dm	155	157	141	148
Grundytevägd höjd, dm	139	139	115	132
Avgång 1979-2007:				
Stam/ha (inklusive döda träd 1979)	32	64	880	1 456
Volym, m ³ sk/ha	1,1	1,7	0,1	1,8
Grundyta, m ² /ha	0,2	0,4	0,1	0,6
Tot. produktion 1979-2007:				
Volymtillväxt 1979-2007, m ³ sk/ha, 28 år	139,7	128,2	61,4	40,4
Relativ volymtillväxt 28 år, Oska-hägn=100	100	92	44	29
Volymtillväxt 2004-2007, m ³ sk/ha, år	5,6	4,4	3,1	1,8
Relativ volymtillväxt 2004-2007, Oska-hägn=100	100	79	55	32
Grundytetillväxt 1979-2007, m ² /ha, 28 år	18,8	17,2	10	5,6
Relativ grundytetillväxt 28 år, Oska-hägn=100	100	91	53	30

Bilaga 9

Relativ volymtillväxt för träd med olika skadeklasser (Sklass), skadeklass 0 = 100 %. Oskadat-hägnat, medeltal av tre block.



Relativ volymtillväxt för träd med olika skadeklasser (Sklass), skadeklass 0 = 100 %. Skadat-ohägnat, medeltal av tre block.



TIDIGARE REDOGÖRELSE FRÅN SKOGFORSK

2010

Nr 1 Bergkvist, I.: Drivare i svenskt skogsbruk

2008

Nr 1 Furness-Lindén, A.: Affärsutveckling i relationen stor kund / liten leverantör – vad kan skogsbruket lära?

Nr 2 Simonsen, R. Rosvall, O. Gong, P.: Lönsamhet för produktionshöjande skogsskötselåtgärder.

Nr 3 Ring, E. Löfgren, S. Sandin, L. Högbom, L. Goedkoop, W.: Skogsbruk och vatten – en kunskapsöversikt.

Nr 4 Pettersson, F.: Effekt av gallringsform i tallförsöket Kolfallet

Nr 5 Möller, J.J. Arlinger, J. Hannrup, B. Jönsson, P.: Virkesvärdestest 2006

Nr 6 Thorsén, Å. Frisk, M. Furness-Lindén, A. Iwarsson, M. Thorsén, Å.: Snabbare tillämpning av FoU-resultat i skogsbruket

2007

Nr 1 Bergkvist, I.: Stråkröjning i praktisk drift 2005–2006.

Nr 2 Brunberg, T.: Underlag för produktionsnorm för extra stora engreppsskördare i slutavverkning.

2006

Nr 1 Kroon, J. Rosvall, O.: Förflyttningseffekter hos vit- och svartgran i norra Sverige.

Nr 2 Skogforsk: Utvecklingskonferens 2006, dokumentation.

Nr 3 Granlund, P.: CTI på virkesfordon.

Nr 4 Karlsson, B.: Trakthyggesbruk med gran och självföryngrad björk, en jämförande studie.

Nr 5 Karlsson, B.: Trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk med gran, en jämförande studie.

2004

Nr 1 Utvecklingskonferens 2004.

Nr 2 Werner, M. Heurlin Karlsson, L.: Skånska strövområden – vistelse, preferenser och värderingar.

Nr 3 Brunberg, T.: Underlag till produktionsnormer för skotare.

Nr 4 Rytter, L.: Produktpotential hos asp, björk och al.

Nr 5 Kroon, J. Rosvall, O.: Optimal produktion vid nordförflyttning av gran i norra Sverige.

2003

Nr 1 Hallonborg, U.: Maskinsågkedjor i praktisk drift.

Nr 2 Aulén, G. Gustafsson, L.: Skogliga naturvärdesregioner för södra Sverige.

Nr 3 Pettersson, F.: Effekter på beståndsutvecklingen och ekonomin av olika förstagallringsåtgärder i tallskog – Redovisning av försöksresultat och synpunkter på dagens röjnings- och gallringsverksamhet.

Nr 4 Glöde, D. Bergkvist, I.: 30 år med maskinell röjning – summering av utförd FoU och analys av framtida potential.

Nr 5 Hallonborg, U.: Semiautonoma kortvikessystem – En systemanalys.

Nr 6 Thorsén, Å.: Mellanchefer i skogsbruket – arbetet i "gränslandet" gentemot chefen.

Skogforsk arbetar för ett lönsamt, uthålligt bruk
av skogen. Vår verksamhet består av tillämpad FoU,
uppdrag och kunskapsöverföring.



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
Tel. 018-18 85 00. Fax. 018-18 86 00
E-post. skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se