



Älgskadornas inverkan på volymproduktionen i landets skogar

– Resultat baserade på Riksskogstaxeringens
permanenta provytor

Göran Kempe



Arbetsrapport 381 2012



Älgskadornas inverkan på volymproduktionen i landets skogar

– Resultat baserade på Riksskogstaxeringens
permanenta provytor

Göran Kempe

Arbetsrapport 381 2012



Förord

År 2010 fick Skogsstyrelsen i regeringsuppdrag att förbättra det beslutsunderlag som ska ligga till grund för en väl avvägd förvaltning avseende landskapets foderproduktion och skador på skogen. Riksskogstaxeringen kontaktades om möjligheterna att med uppgifter från återinventerade permanenta provytor kunna uppskatta de långsiktiga förlusterna i volymproduktion vid olika nivåer på älgskadorna. Eftersom älgskadornas omfattning registrerades vid den första inventeringen under perioden 1983-1987 och återinventerades för fjärde gången 20 år senare 2003-2007, bedömdes att det fanns förutsättningar för en sådan analys. I denna arbetsrapport redovisas resultaten av denna analys.

Umeå den 18 oktober 2012

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	2
Sammanfattning	4
1. Bakgrund	5
2. Material	6
3. Metod	9
4. Resultat	11
4.1 Älgskadornas inverkan på volymproduktionen i yngre skog.....	11
4.2 Älgskadornas inverkan på volymproduktionen i äldre skog.....	12
4.3 Älgskadornas inverkan på volymproduktionen i landets skogar.....	13
4.4 Produktionsförluster med dagens älgskador	17
5. Diskussion	20
6. Referenser	23
Bilaga 1. Instruktion för älgskadeinventering 1983-1992	24
Bilaga 2. Metod för skattning av produktionsförluster orsakade av älgskador	25

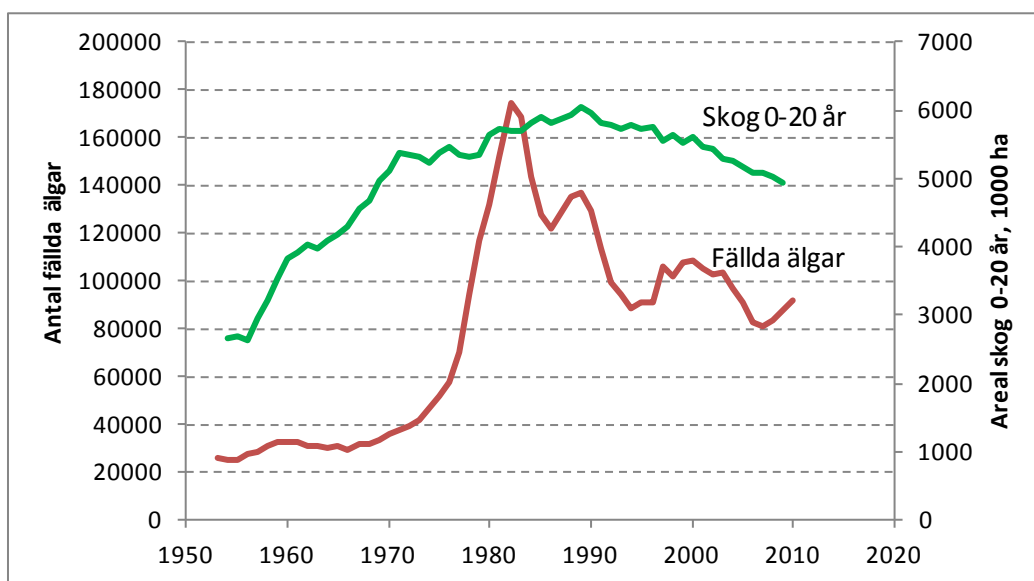
Sammanfattning

I takt med att en allt större areal tallskogar har skadats av älg har frågor runt hur detta påverkar volymproduktionen blivit allt mer aktuella. På uppdrag av Skogsstyrelsen gjordes en analys av hur volymproduktionen på Riksskogstaxeringens älgskadeinventerade permanenta provytor påverkats av älgskadornas omfattning. Genom framskrivning av ytornas tillstånd med Heureka i 60 år kunde även älgskadornas inverkan på volymproduktionen i den äldre skogen skattas. Med framtagna funktionssamband för yngre och äldre skog tillämpade på Riksskogstaxeringens provytor med tall perioden 2006-2010, kunde den årliga förlusten i volymproduktion vid olika nivåer på älgskadorna under beståndens ungskogsfas uppskattas.

Beräkningarna påvisar en minskad volymproduktion på grund av älgskador i landets skogar på i storleksordningen 1 milj. m³sk/år på lång sikt. Den beräknade produktionsminskningen bygger på antagande om att all tallskog – även dagens medelålders och äldre tallskogar – har drabbats av älgskador under ungskogsfasen motsvarande älgskadenivån i tallungskogarna under senare decennier. Det ska poängteras att den här uppskattade förlusten i volymproduktion orsakad av älgskadorna är den som tillkommer utöver dålig föryngring och andra tillväxtnedsättande skador som exempelvis snöbrott och snöskytte. Förlusten på grund av älgskadorna gäller även förutsatt att skogsskötselåtgärder som normalt görs för att minimera effekterna av skador i ungskog har gjorts. Genom exempelvis trädslagsval och val av oskadade stammar vid röjning kan skadeeffekterna minskas och i extremfall kan även omplantering av totalskadade bestånd ha skett.

1. Bakgrund

Med hyggeskogbrukets introduktion och etablering under 1950- och 60-talet har älgens födosök i tallungskogarna blivit ett betydande problem för många av landets skogsägare. De ökande arealerna hyggen och ungsskogar skapade underlag för en allt större älgstam som kulminerande i början av 1980-talet, varefter stammen har sjunkit men behållits på en relativt sett hög nivå (Figur 1). Landsomfattande inventeringar utförda av Riksskogstaxeringen (RT) och Skogsstyrelsen visar att skadornas omfattning har legat på en hög nivå sedan 1980-talet. Många yngre tallar i de nya skogar som skapats efter avverkning av de äldre skogarna har betats och skadats eller t o m dött genom älgens födosök, vilket naturligtvis har medfört att skogens utveckling i olika avseenden påverkats.



Figur 1. Förändringar av areal ung skog (glidande treårsmedelvärde) och antal skjutna älgar i Sverige sedan 1953.

Älgens födosök på unga tallar sker genom betning av topp- och sidokott samt barknag. Ibland böjs även hela träd ned och bryts av. Genom topp-/sidokottsbetning och barknag skapas störningar i stammen som påverkar sågtimmerkvaliteten negativt och tillväxten sätts ned, åtminstone innan barmmassan har hunnit återskapas. Om trädet har skadats allvarligt eller brutits av är det naturligtvis förlorat som produktionsträd. Att sågtimmerkvaliteten sjunker i älgbetade bestånd och ger underlag för kalkyler över de ekonomiska förlusterna på grund av detta återges i flera studier (Glöde m.fl. 2004). Studier som visar älgbetningens långsiktiga inverkan på volymproduktionen i landets skogar är dock fåtaliga och visar på delvis motstridiga resultat.

I Åselestudien jämfördes tillväxten i en tallföryngring (sådd) från 1950 som betades hårt av älg vintern 1956-57 med tillväxten i ett likartat av älg oskadat bestånd i närheten (Sandgren 1980). Analyserna visade att det skadade beståndet drygt 20 år efter skadetillfället inte

uppvisade någon märkbar tillväxtnedsättning jämfört med det oskadade beståndet. Näslund (1986) påvisar emellertid betydande tillväxtförluster till följd av älgskador med ledning av resultat från återinventering av HUGIN:s ungskogsytor. Älgskadorna står för minst 40 procent av tillväxtförlusterna i tallföryngringar. I en redogörelse från Skogforsk redovisas resultaten från en uppföljning av utvecklingen för olika yngre tallskogsytor med varierande betnings-skador av älg kring Furudal (Pettersson m.fl. 2010). Efter 28 år kunde slås fast att älgskadorna gav upphov till:

- Kraftiga tillväxtförluster på betade ytor
- Stor påverkan på diameterfördelning och höjdfördelning

2. Material

Under perioden 1983-1987 lade Riksskogsstaxeringen (RT) ut ett riksstäckande provytenät tänkt att återinventeras vart femte år. Vid denna inventering bedömdes älgskadornas omfattning på alla provytor (radie 10 m) i huggningsklasserna A-B3 (kalmark, plant- och ungskog). Inventeringsmetoden framgår av Bilaga 1.

Eftersom dessa provytor återinventerades under perioden 2003 – 2007, är det nu möjligt att analysera effekterna av älgens betning på bl. a. volymproduktionen under en 20-årsperiod. Genom att skriva fram de provytor som ingick i studien med Heureka RegVis (Wikström m.fl. 2011) kunde även de långsiktiga effekterna på volymproduktionen kvantifieras.

I bruttomaterialet (1326 provytor) ingick alla provytor som älgskadeinventerades i 1983-1987 års RT. Ett inventeringsmaterial som RT:s innehåller många provytor med egenskaper som försvårar möjligheterna att kunna identifiera samband av olika slag. Primärbearbetningen innebar därför i första hand bortsortering av vissa ytor men även åtgärder med syfte att förbättra älgskadeuppgiften.

Då tallen har växt över 3-4 m:s höjd blir fortsatt älgbetning av allt mindre betydelse för trädets fortsatta utveckling. Det vore därför önskvärt att uppgiften om älgskadornas omfattning på de enskilda provytorerna avsåg just vid denna höjd på träden. En sådan avgränsning skulle dock reducera antalet användbara provytor i materialet alltför mycket. För att i viss mån kompensera för att uppgiften om älgskadegraden registrerades för tidigt eller för sent i skogens utveckling gjordes följande åtgärder:

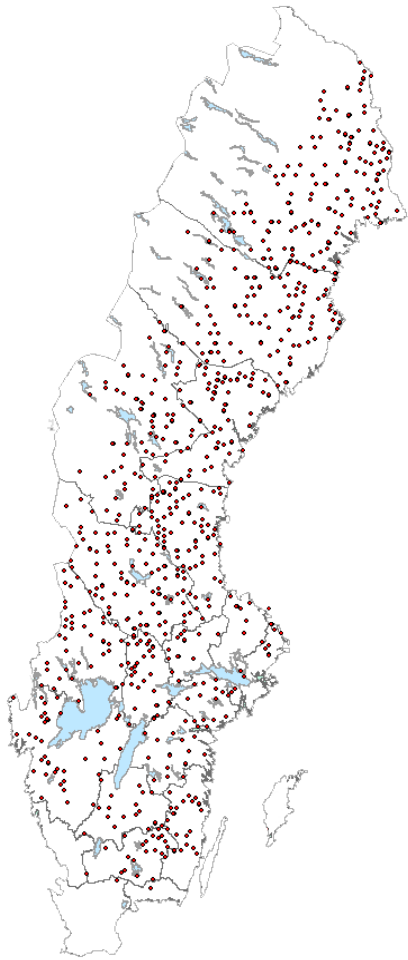
- Älgskadebedömningen i högre skog är vanskelig eftersom många skador döljs av att trädet har repat sig efter skadan. I svårt skadade bestånd kan svårt skadade "huvudstammar" ha ersatts av andra träd och beståndet kan ge ett relativt oskadat intryck. Därför bortsorterades alla älgskadeinventerade provytor med en medelhöjd över 7 m.
- I skog under ca 3 m kan mer allvarliga skador åstadkommas genom upprepad älgbetning. För provytor som älgskadeinventerades i ett tidigt skede, d. v. s. vid 1-2 m:s medelhöjd, hämtades uppgiften om älgskadegrad vid återinventeringen fem år senare (perioden 1988-1992).

Utöver dessa åtgärder bortsorterades vissa ytor som bedömdes försämra möjligheterna att skatta älgskadornas effekt på volymproduktionen, nämligen:

- Delade provytor (små provytor, risk för extrema värden)
- Grundtyevägd medeldiameter ≥ 10 cm 1983-1987 (provytor med fröträd/överståndare, risk för missvisande volymutveckling)
- Volym/ha 2003-2007 < volym/ha 1983-1987 (undvika extremer avseende beståndsutvecklingen)
- Bonitet $\geq 1,5$ och $\leq 9,0$ m³sk/ha och år (avgränsa ståndorter för tallproduktion där tillväxtförluster på grund av älgskador är av betydelse).

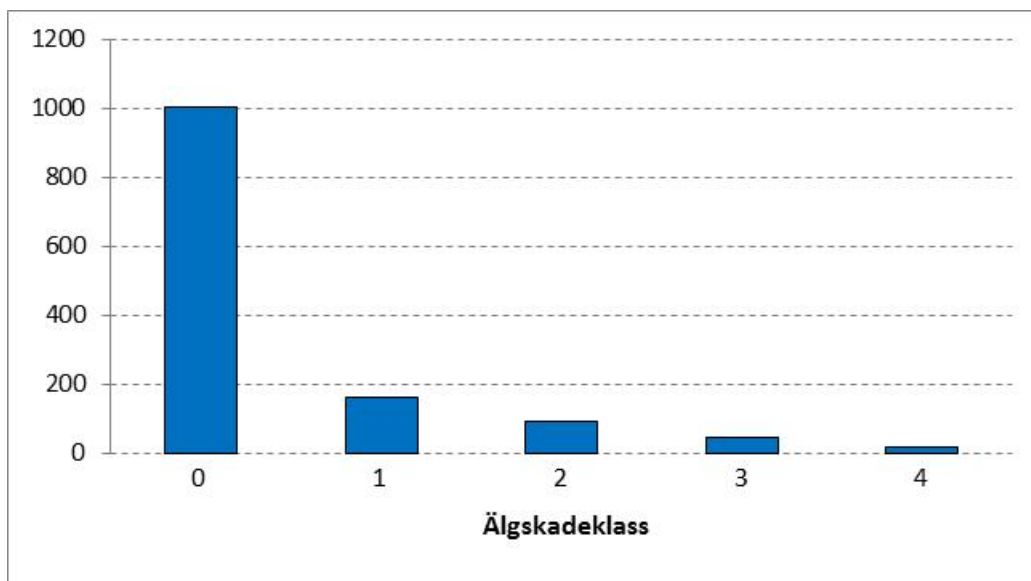
Det finns alltid risker för systematiska fel vid bortsortering av grunddata men mot bakgrund av syftet med denna studie bedömdes dessa risker som relativt små.

Efter denna avgränsning av provytmaterialet, återstod 972 provytor spridda över hela landet (Figur 2) som underlag till skattning av sambandet mellan volymförändringen mellan 1983-1987 och 2003-2007 och bl. a. älgskadegraden vid det första inventeringstillfället. Här ska noteras att det här materialet utgörs av provytdata från vanlig svensk skog, inte från ett kontrollerat fältförsök med kontroll över alla påverkande faktorer. De visar den faktiska utvecklingen där träden på ytorna i varierande grad utsatts för andra skador och skogsbruksåtgärder, främst röjning. Vissa av älg eller andra orsaker svårt skadade ytor kan även ha omplanterats. *Det är således den negativa effekten på volymproduktionen som älgskadorna medfört utöver alla andra kalamiteter som skogen utsätts för som kan uppskattas med ett material som detta.*



Figur 2. De älgskadeinventerade provytornas fördelning inom landet.

Vid inventeringen 1983-1987 angavs älgskadornas omfattning i en "Älgskadeklass" som innebär ett visst intervall avseende andelen svårt skadade huvudstammar. Då resultaten i denna studie är tänkta att kunna svara på vilken inverkan en godtycklig andel svårt skadade huvudstammar har på volymproduktionen, tilldelades varje klass ett specifikt värde för intervallet. De 1326 provytornas (i ursprungsmaterialet) fördelning på älgskadeklasser är starkt förskjuten mot skadeklass 0 och mycket få ytor återfinns i skadeklass 3 och 4 (Figur 3). Därför översattes varje klassvärde till klassbotten plus en tredjedel av klassens bredd avseende andelen svårt skadade huvudstammar (Tabell 1).



Figur 3. De älgskadeinventerade provytornas fördelning på älgskadeklasser.

Tabell 1. Översättning av älgskadeklass till andel svårt skadade huvudstammar

Andel svårt skadade huvudstammar, % (Älgskadeklass)	Tilldelad andel svårt skadade huvudstammar, %
0-1 (0)	0,3
2-5 (1)	2,8
6-20 (2)	10,6
21-50 (3)	30,6
51-100 (4)	66,5

3. Metod

Sambandet mellan förekomst av älgskador i skog i huggningsklass A-B3 och volymförändringen under de följande 20 åren skattades med en funktion av typen

$$I_{20} = f(X_1, \dots, X_n)$$

där I_{20} står för volymförändringen under 20 år och X för faktorer som påverkar denna, där älgskadornas omfattning är den mest intressanta i denna studie.

Flera variabler rörande ståndorten och beståndet inom provytan som kan bedömas ha betydelse för volymproduktionen testades. Variabler som uttrycker täthet, exv. volym/ha, uteslöts dock i den valda funktionen, eftersom de samvarierar i allt för hög grad med älgskadegraden.

Den årliga effekten av skadegrad (j) på volymproduktionen under 20 år skattades som:

$$(I_{20}(\text{skadegrad}(0)) - I_{20}(\text{skadegrad}(j)))/20 \quad (1)$$

För beräkning av effekterna av älgbetningen senare under omloppstiden, skrevs provytorna fram i 60 år med Heureka RegVis. Periodens längd bedöms ge underlag för skattning av den årliga effekten av älgskadorna under skogens senare utveckling. Vid framskrivningen simulerades inga gallringar eftersom det endast var volymproduktionen som var av intresse. Stående volym/ha vid periodens slut plus ackumulerad naturlig avgång minus volym/ha vid periodens start utgör då den totala volymproduktionen under de 60 åren. På liknande sätt som volymförändringen under ungskogsfasen, skattades volymförändringen under de följande 60 åren.

$$I_{60} = f(X_1, \dots, X_n)$$

och den årliga effekten under 60 år med:

$$(I_{60}(\text{skadegrad}(0)) - I_{60}(\text{skadegrad}(j)))/60 \quad (2)$$

Med funktionssambanden (1) och (2) kan den årliga förlusten i volymproduktion skattas. Genom att tillämpa sambanden på RT:s provytor 2006-2010, skattades sedan produktionsförlusten vid olika antagande om älgskadornas omfattning under ungskogsfasen. Metoden illustreras i Bilaga 2.

4. Resultat

4.1. Älgskadornas inverkan på volymproduktionen i yngre skog

Med regressionsanalys(Minitab 16) prövades olika funktionssamband och oberoende variabler och resultatet kontrollerades med residualstudier. Den slutligt valda funktionen:

$$I_{20} = -72,36 + 3,150*bon - 0,01427*bon^2 - 0,01124 bon*skad + 2,031* medhojd - 0,02390*medhojd^2 + 0,02564*bon*talland - 0,3206*bon*gall10 \quad (3)$$

där

I_{20} Volymförändring mellan 1983-1987 och 2003-2007, m³sk/ha

bon Bonitet, m³sk/ha och år

skad Andel svårt älgskadade huvudstammar 1983-1987, %

medhojd Medelhöjd 1983-1987, dm

talland Andel tall 1983-1987, 10-del

gall10 Utförd gallring inom 10 år före 2003-2007, 0=nej, 1=ja

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-72,3622	8,83051	-8,19457	0,000
bon	3,1497	0,35709	8,82046	0,000
bon ²	-0,0143	0,00339	-4,21480	0,000
bon*skad	-0,0112	0,00255	-4,40197	0,000
medhojd	2,0314	0,31889	6,37010	0,000
medhojd ²	-0,0239	0,00527	-4,53145	0,000
bon*talland	0,0256	0,00789	3,24933	0,001
bon*gall10	-0,3206	0,08817	-3,63600	0,000

Summary of Model

S = 3061,79 R-Sq = 49,12% R-Sq(adj) = 48,75%

R-Sq(pred) = 48,24%

4.2. Älgskadornas inverkan på volymproduktionen i äldre skog

Volymförändringen på provvytorna 2003-2007 efter framskrivning med Heureka i 60 år gav följande funktionssamband:

$$I_{60} = 168,5 + 10,42 \cdot \text{bon} - 0,03653 \cdot \text{bon}^2 - 0,02177 \cdot \text{bon} \cdot \text{skad} + 2,981 \cdot \text{medhojd} - \\ - 0,007467 \cdot \text{medhojd}^2 - 12,91 \cdot \text{bestald} + 0,08801 \cdot \text{bestald}^2 - 0,04065 \cdot \text{bon} \cdot \text{talland} - \\ - 0,7002 \cdot \text{bon} \cdot \text{gall10} \quad (4)$$

där

I_{60} Volymförändring från tillståndet 2003-2007 plus 60 år, m³sk/ha

bon Bonitet, m³sk/ha och år

skad Andel svårt älgskadade huvudstammar 1983-1987, %

medhojd Medelhöjd 2003-2007, dm

bestald Trädens ålder 2003-2007, grundytvägd medelålder

talland Andel tall 2003-2007, 10-del

gall10 Utförd gallring inom 10 år före 2003-2007, 0=nej, 1=ja

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	168,480	42,9970	3,9184	0,000
bon	10,415	0,9661	10,7809	0,000
bon ²	-0,037	0,0087	-4,2005	0,000
bon*skad	-0,022	0,0061	-3,5703	0,000
medhojd	2,981	0,5682	5,2455	0,000

medhojd ²	-0,007	0,0029	-2,5369	0,011
bestald	-12,905	1,8943	-6,8127	0,000
bestald ²	0,088	0,0232	3,7972	0,000
bon*talland	-0,041	0,0185	-2,1951	0,028
bon*gall10	-0,700	0,2129	-3,2891	0,001

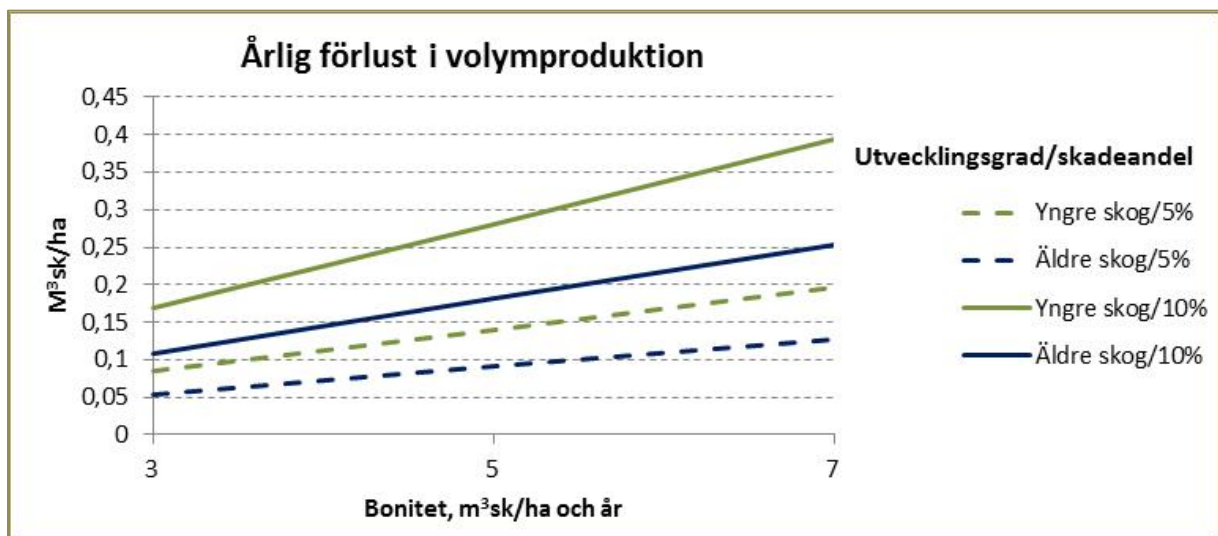
Summary of Model

S = 7253,68 R-Sq = 80,27% R-Sq(adj) = 80,08%

R-Sq(pred) = 79,73%

4.3. Älgskadornas inverkan på volymproduktionen i landets skogar

Med funktionerna (3) och (4) kan älgskadornas inverkan på volymproduktionen i yngre och äldre skog skattas. Resultaten visar att älgskadorna minskar den genomsnittliga årliga volymproduktionen, uttryckt som m³sk per hektar, mer i den yngre skogen än i den äldre (Figur 4).



Figur 4. Exempel på skattad minskad årlig volymproduktionen i ung (hkl B1-C1) respektive äldre tallskog (hkl C2-D1) vid olika bonitet och älgskadeandel, m³ska/ha och år.

Genom att tillämpa den komponent i funktionerna som uttrycker älgskadornas nedsättande effekt på volymproduktionen på aktuella RT-data, kan effekten på volymproduktionen i landets skogar uppskattas. Genomsnittlig minskning av den årliga volymproduktionen för en godtycklig älgskadegrad jämfört med oskadad skog i yngre respektive äldre skog skattas följaktligen som:

I yngre skog: $-0,01124 \cdot \text{bon} \cdot \text{skad} / 20$

I äldre skog: $-0,02177 \cdot \text{bon} \cdot \text{skad} / 60$

På vilka provytor i RT:s databas ska då dessa skattningar av produktionsnedsättning tillämpas? – en frågeställning som kan delas upp i två frågor.

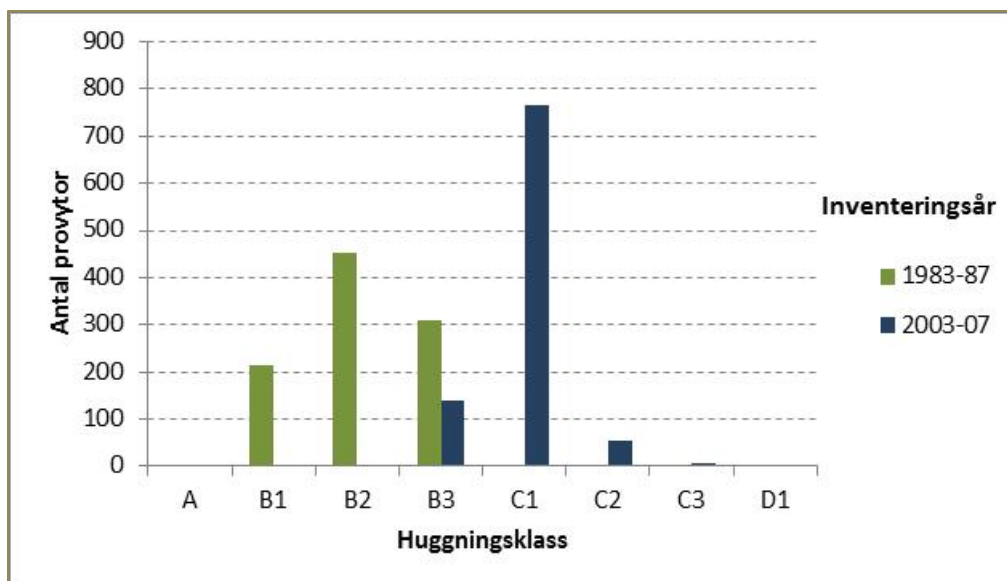
1. Vilken typ av ståndort och skogstyp är aktuell?
2. Vilka provytor ska åsättas en produktionsnedsättning enligt ”yngre” respektive ”äldre” skog?

Fråga ett besvaras lämpligen med de kombinationer av ståndort/skogstyp som använts för att ta fram funktionerna, d.v.s. provytor med:

- Bonitet 1,5-9,0 m³sk/ha och år
- Andel tall 1-10/10

Denna avgränsning bör fånga in de skogar som är utsatta för älgens betning. Förvisso förekommer älgbetning även i ungsogar med en bonitet under eller över intervallet 1,5 – 9,0 m³sk per hektar och år, men arealerna sådan skog med tall är liten, varför dessa skador totalt sett har en liten betydelse i detta sammanhang. Detsamma kan sägas om de ungsogar med tall som genom älgens betning blivit helt i avsaknad av tallar/rester av tallar (huvudstammar ”före betning” i älgskadeinventeringen).

För att besvara fråga två krävs vissa antaganden om dels gränserna nedåt och uppåt avseende skogens medelhöjd/ålder, dels gränsen mellan tillämpning av de två funktionerna. En lämplig startpunkt kan även här vara egenskaperna hos de provytor som funktionerna baseras på. Den lägsta medelhöjden för de provytor som användes vid framtagning av funktion (3) var 1 m. Flertalet av de älgskadeinventerade provytorna återfinns i huggningsklass B2 och B3, d.v.s. i skog med en medelhöjd av minst 1,3 m (Figur 5). Då nedsättning av volymproduktionen p.g.a. älgbetning i lägre skog relativt sett bör vara mycket liten (RT skattar dessutom tillväxt för träd $\geq 1,3$ m), sattes den nedre gränsen till 1 m.



Figur 5. Provytorernas fördelning på huggningsklass vid älgskadeinventeringen 1983-1987 och efter 20 år (2003-2007).

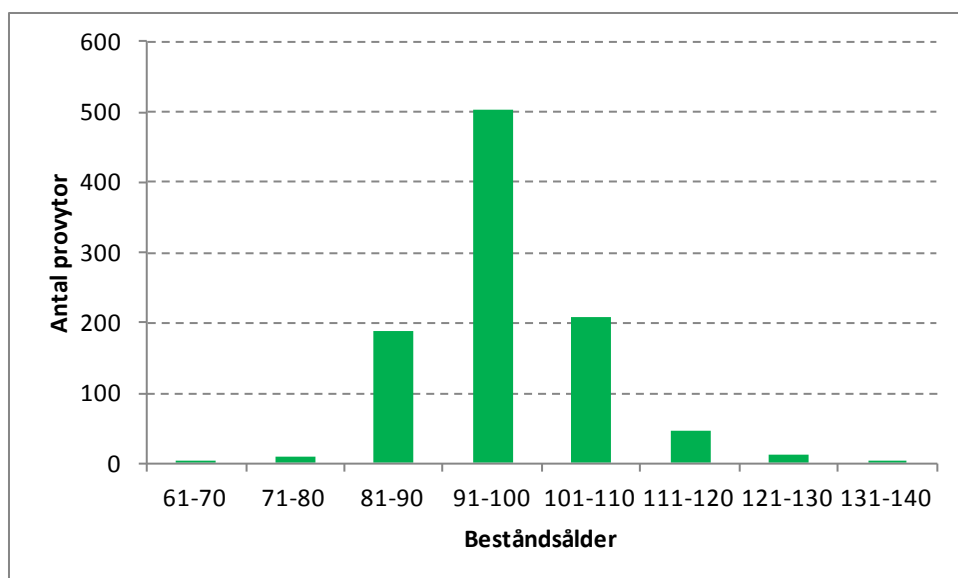
Huggningsklasser:

A=Kalmark, B1=Plantskog, B2=Ungskog 1,3-3,0 m, B3=Ungskog >3,0 m, C1=1:a- gallringsskog, C2=Gallrad yngre skog, C3=Gallrad äldre skog, D1=Skog som uppnått lägsta tillåtna ålder för förnygringsavverkning

Den klart dominerande huggningsklassen efter 20 år vid inventeringen 2003-2007 var C1 (ej gallrad klenare gallringsskog). Det ligger därför nära till hands att tillämpa funktion (3) på provytor t.o.m. huggningsklass C1.

Den nedre gränsen för att tillämpa funktion (4) blir följaktligen på provytor med huggningsklass C2. Efter framskrivning i 60 år återfinns flertalet inom åldersintervallet 80-110 år (Figur 6). Älgskador i unga år kan förmodas sätta ned volymproduktionen under hela omloppstiden, men effekten avtar sannolikt med tiden allt eftersom färre, men allt större träd, bättre kan utnyttja ståndortens fulla produktionspotential. Belägg för detta ges här av att den årliga produktionsförlusten vid en viss skadegrad är större med funktion (3) än med funktion (4). Det enklaste vore att tillämpa funktion (4) på all äldre skog med tall, men det skulle troligen medföra att den årliga produktionsnedsättningen skulle överskattas.

För att se hur den skattade produktionsförlusten varierar med olika antaganden om den övre gränsen, gjordes beräkningen för den äldre skogen dels för skog inom intervallet huggningsklass C2-100 år, dels inom intervallet huggningsklass C2-D1. Huggningsklass C2 innebär gallrad, klenare gallringsskog och D1 äldre skog som inte har uppnått lägsta rekommenderade slutavverkningsålder.



Figur 6. Provytorna fördelning på skogens ålder efter 60 års framskrivning med Heureka.

Tabell 2. Lägsta rekommenderade slutavverkningsålder för bestånd vars virkesförråd består av minst 6/10 av tall. Äldre skog tilldelas huggningsklass D2

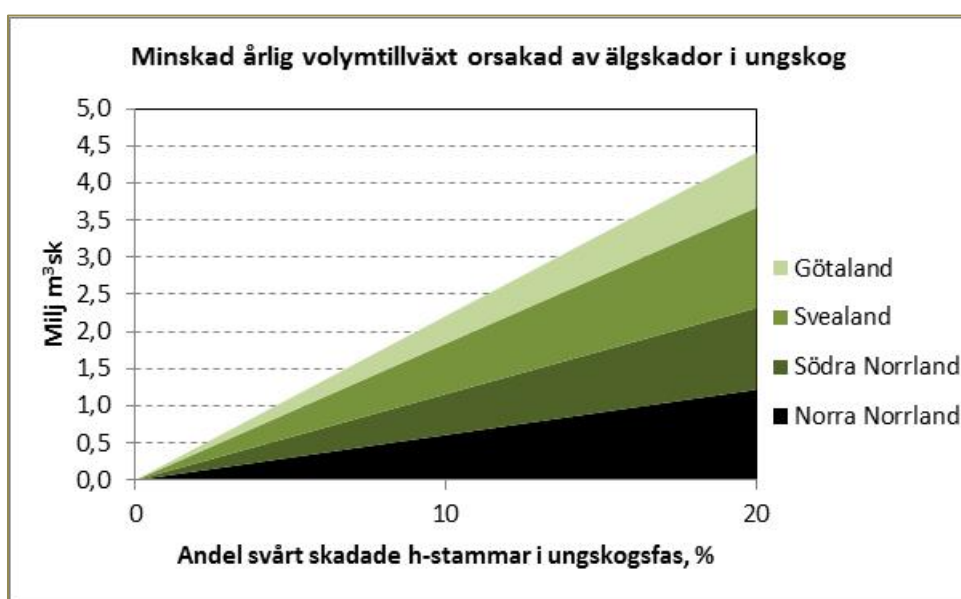
Län	SI Tall				
	28	24	20	16	12
BD, AC, Z		100	115	125	130
Y		95	110	120	130
X, W	80	90	105	115	125
S, T	80	90	100	110	120
AB,C, U, D,E, I	80	90	100	110	120
F, G, H, O	80	85	95	105	115
K, M, N	80	85	90	100	

Det senare alternativet (funktion(4) inom intervallet hkl C2-D1) kan bedömas ge ett mer realistiskt resultat. En övre gräns som utgörs av en huggningsklass, medför att produktionsminskningen åsätts provytor upp till en viss ålder efter en bonitetsgradient – ju lägre bonitet, desto högre ålder (Tabell 2).

Beräkningar gjorda på RT:s provytor från femårsperioden 2006-2010 med dessa förutsättningar visar sambandet mellan älgskadornas omfattning och uppskattade årliga produktionsförluster (Tabell 3, Figur 7). Vid exempelvis 10 procent svårt älgskadade huvudstammar under ungskogsfasen uppskattas den årliga produktionsförlusten till drygt 2 milj. m³sk. Skillnaden mellan att tillämpa funktion (4) på provytor i skog upp till 100 år eller t.o.m. huggningsklass D1 är liten.

Tabell 3. Skattad årlig förlust av volymproduktion vid olika antaganden om älgskadornas omfattning under ungskogsfasen. Funktion(3) tillämpad på provytor inom intervallet hkl B1-C1, funktion(4) inom intervallet C2-D1. Milj m³sk

Landsdel	Andel svårt älgskadade h-stammar, %				
	0	10	20	30	40
Norra Norrland	0,00	0,61	1,22	1,83	2,45
Södra Norrland	0,00	0,55	1,1	1,65	2,19
Svealand	0,00	0,68	1,35	2,03	2,7
Götaland	0,00	0,37	0,74	1,11	1,49
Hela Landet	0,00	2,21	4,41	6,62	8,83



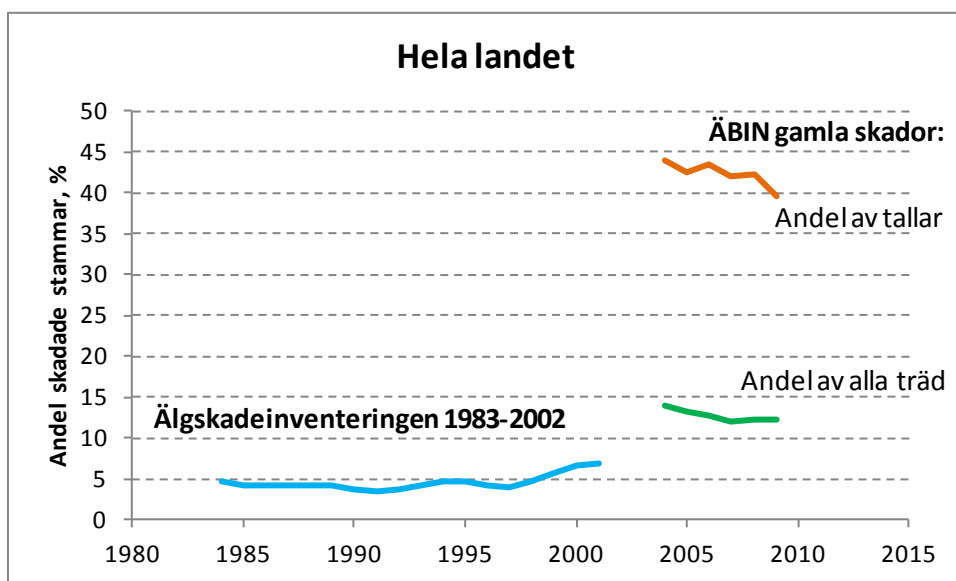
Figur 7. Skattad årlig förlust av volymproduktion vid olika antaganden om älgskadornas omfattning under ungskogsfasen. Funktion (3) tillämpad på provytor inom intervallet hkl B1-C1, funktion(4) inom intervallet C2-D1 år. Milj m³sk.

4.4. Produktionsförluster med dagens älgskador

För att kunna uppskatta hur stora förluster i volymproduktion som älgskador av dagens omfattning orsakar på lång sikt måste vi ha tillgång till uppgifter om skadenivån i dagens tallungskogar. Ett problem är att år 2003 infördes en ny metod för inventering av älgskador i RT, ÄBIN, med resultat som inte kan översättas till resultaten enligt den tidigare älgskadeinventeringen. En bedömning av hur skillnader i kriterierna påverkar antalet skadade stammar i ÄBIN jämfört med älgskadeinventeringen 1983-1987, ger att dagens ÄBIN resulterar i väsentligt fler skadade tallar än den äldre inventeringen. En ytterligare faktor som medverkar till detta är den mycket mindre provytan i ÄBIN-inventeringen jämfört med den tidigare älgskadeinventeringen. I ÄBIN görs en bedömning av varje enskild tall inom en provyta med en radie av 3,5 m, (38,5 m²), medan en mer översiktlig inventering gjordes i den

tidigare inventeringen (radie 10 m, 314 m²). Erfarenhetsmässigt medför det tidigare förfaringssättet en betydande underskattning jämfört med ÄBIN-inventeringen (Walheim 2008).

Skillnader i definitioner, ystorlek och inventeringssätt medför att det inte med tillgängligt material går att översätta resultaten från ÄBIN-inventeringen till den tidigare älgskadeinventeringen. Ett sätt att få en uppfattning av dagens skadenivå är att studera skadetrenden för hela perioden 1983-2010 och särskilt studera nivåer/trender i anslutning till skiftet mellan den äldre och nya inventeringsmetoden (Figur 8). Till 1993 års inventeringssäsong ändrades kraven för ”svår älgskada” på en huvudstam i några avseenden, vilket dock inte märkbart har påverkat andelen svårt skadade huvudstammar.



Figur 8. Genomsnittlig andel svårt älgskadade tallar enligt älgskadeinventeringen 1983-2002 och tallar med gamla älgskador enligt ÄBIN-inventeringen i RT 2003-2010. Andel tall 1-10/10, medelhöjd 1-4 m. Glidande treårsmedelvärde.

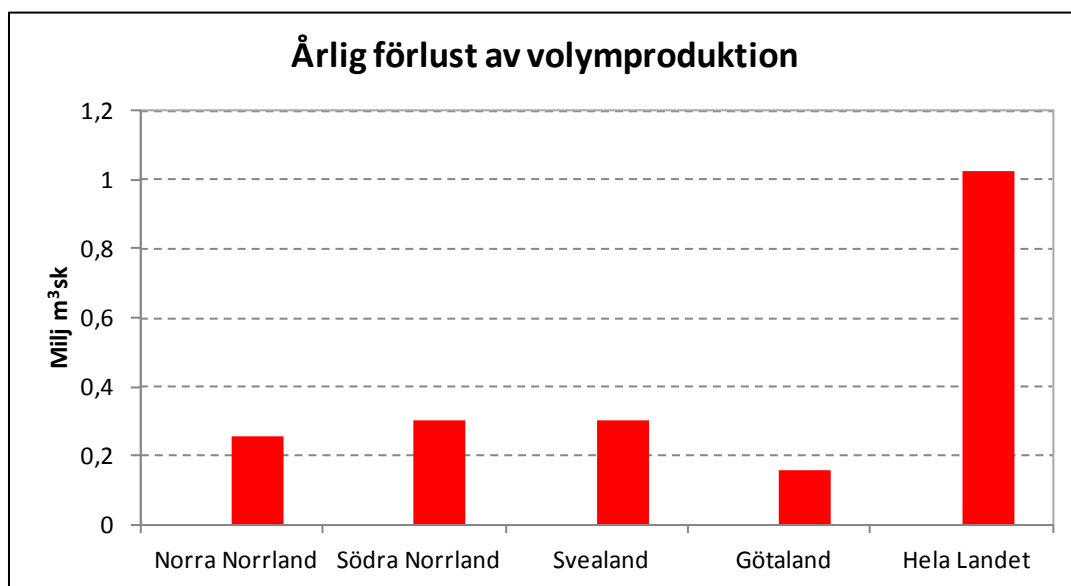
Av figuren framgår att skadeläget efter 2003 enligt RT:s ÄBIN-inventering inte har förvärrats, snarare förbättrats. För att få en uppfattning om vilka långsiktiga produktionsförluster som älgskadenivån i 2000-talets tallungskogar medför, bör vi därför kunna utgå från skadenivån runt sekelskiftet enligt den tidigare älgskadeinventeringen.

För att få ett underlag till uppskattningen av produktionsförlusterna i dagens skogar, beräknades fördelningen på älgskadeklasser och genomsnittligt antal svårt skadade huvudstammar av tall för all plant- och ungskog med medelhöjd mellan 1 och 7 m, tallandel 1-10/10 och på boniteter inom intervallet 1,5-9,0 m³sk per ha och år. Andelen svårt älgskadade huvudstammar under perioden 1998-2002 var 4,6 procent för landet som helhet och varierade mellan 4,2 (norra Norrland) och 5,5 procent (södra Norrland) inom landsdelarna. Med denna skadenivå uppskattas den årliga produktionsförlusten till 1 milj m³sk (Tabell 4, Figur 9),

vilket kan jämföras med en årlig tillväxt på ca 40 milj. m³sk för tall och 110 milj. m³sk för alla trädslag på produktiv skogsmark i landet (SLU 2011).

Tabell 4. Genomsnittlig andel svårt älgskadade huvudstammar av tall, %, samt skattad årlig förlust av volymproduktion, milj. m³sk. Skadesituation enligt älgskadeinventeringen i RT 1998-2002

Landsdel	Andel svårt skadade tallar, %	Skattad årlig produktionsförlust, milj m ³ sk
Norra Norrland	4,2	0,26
Södra Norrland	5,5	0,30
Svealand	4,5	0,30
Götaland	4,3	0,16
Hela Landet	4,6	1,02

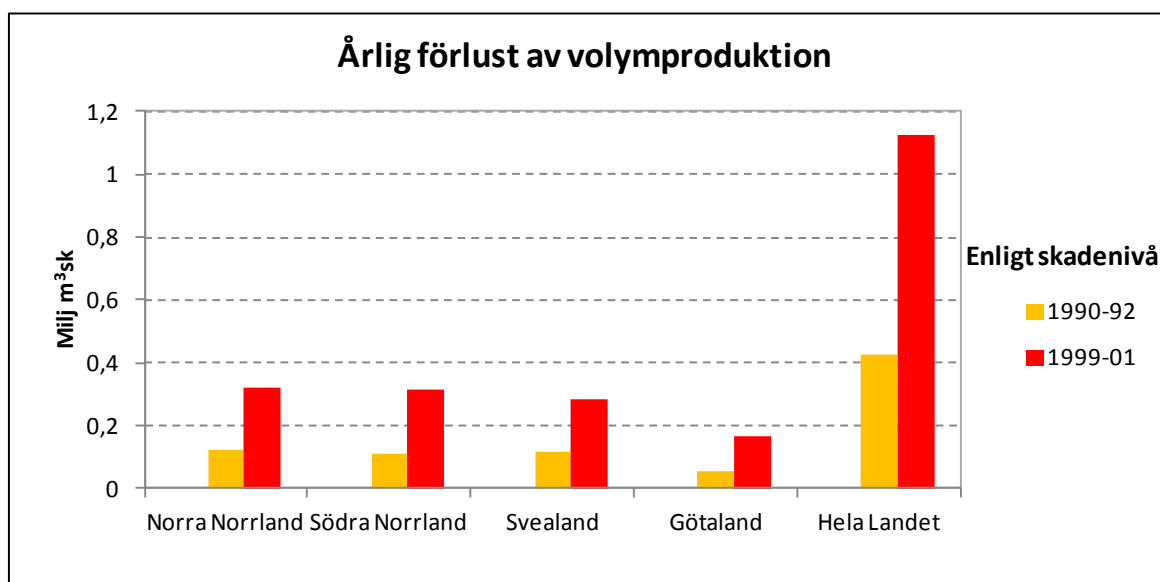


Figur 9. Skattad årlig förlust av volymproduktion, milj. m³sk. Skadesituation enligt älgskadeinventeringen i RT 1998-2002.

Genom att göra motsvarande beräkning för olika perioder under de 20 år som den tidigare älgskadeinventeringen pågick, kunde förlusten i volymproduktion vid olika observerade nivåer på älgskadorna under 1983-2002 uppskattas. Baserat på treårsmedelvärden var älgskadorna minst 1990–1992 och störst 1999-2001 och under antagande om att alla aktuella skogar är eller har varit utsatta för dessa älgskador ligger det årliga produktionsbortfallet inom intervallet 0,43 till 1,13 milj. m³sk (Tabell 5, Figur 10).

Tabell 5. Genomsnittlig andel svårt älgskadade huvudstammar av tall, %, samt skattad årlig förlust av volymproduktion, milj. m³sk. Skadesituation enligt älgskadeinventeringen i RT 1990-1992(lägst skadeandel) respektive 1999-2001(högst skadeandel)

Landsdel	1990-92		1999-01	
	Skadeandel, %	Produktionsförlust M ³ sk/ha, år	Skadeandel, %	Produktionsförlust M ³ sk/ha, år
Norra Norrland	2,0	0,12	5,3	0,32
Södra Norrland	2,0	0,11	5,7	0,31
Svealand	1,7	0,12	4,2	0,28
Götaland	1,5	0,06	4,6	0,17
Hela Landet	1,9	0,43	5,1	1,13



Figur 10. Skattad årlig förlust av volymproduktion, milj. m³sk. Skadesituation enligt älgskadeinventeringen i RT 1990-1992(lägst skadeandel) respektive 1999-2001(högst skadeandel).

5. Diskussion

Som alla försök att göra denna typ av storskaliga och generella beräkningar av mycket komplexa och svårbeskrivna samband, har även den här uppskattningen av förluster i volymproduktion orsakade av älgskador både förtjänster och svagheter. Genom en genomgång av olika komponenter i beräkningsmodellen följer här en analys för att belysa dessa frågor och ge underlag för hur eventuella brister kan påverka resultaten.

Till grund för beräkningarna ligger de samband mellan älgskadornas omfattning och volymutvecklingen under 20 år på basis av RT:s älgskadeinventering på permanenta provytor 1983-2002. En viktig komponent är älgskadeinventeringens utformning och kvalitet i fältarbetet. Man kan så här i efterhand konstatera att inventeringen inte var optimalt utformad för att

skatta samband av det här slaget, både vad gäller den trädpopulation som inventerades och hur skadorna bedömdes och registrerades. Enligt fältinstruktionen bedöms älgskador på huvudstammar av tall uttagna ”före betning” och skadegraden avser andel svårt skadade huvudstammar av barrträd. Man kan anta att säkerheten i denna bedömning inte är särskilt hög. Först ska huvudstammarna ”före betning” utses och därefter avgöras vilka som är svårt älgskadade, bägge momenten med betydande svårighetsgrad, särskilt med hänsyn tagen till tidspresen i RT:s fältarbete. Svårigheten i bedömningen indikeras också av att de högre skadegraderna avser breda intervall för andelen svårt skadade huvudstammar. Det senare medförde att älgskadegraden schablonmässigt måste översättas till en skadad andel i procent. Sammantaget medför inventeringens utformning och kvalitet i dessa avseenden att de samband mellan älgskadegrad och volymproduktionen som kan skattas med materialet osäkra. Hur det påverkar effekten av älgskadorna i funktionen (3) är dock osäkert.

Ett inventeringsmaterial som RT ger inte samma möjligheter att kontrollera effekterna av olika faktorer som material från ett kontrollerat försök. Det är svårt att renodla effekten av exempelvis älgskador på volymutvecklingen under ungskogsfasen eftersom ett flertal andra faktorer där informationen är bristfällig eller saknas påverkar denna. Bland sådana faktorer som kan ha stor inverkan på volymutvecklingen kan framhållas:

- Svag föryngring med få stammar/olämpligt trädslag vid det första inventeringstillfället
- Andra tillväxthämmande skador som snöbrott och snöskytte
- Skogsbruksåtgärder, främst röjning

Syftet med studien var att ge underlag för uppskattningar av de förluster i form av minskad volymproduktion i landet skogar som älgskadorna orsakar. I det sammanhanget bör det vara margineffekten, inte totaleffekten av en enskild skadeorsak som ligger till grund för beräkningen. Som exempel kan tas fall där såväl oskadade som svårt älgskadade tallungskogar drabbas av förödande snöbrott med mycket svag volymutveckling som följd. De förluster i volymproduktion som uppstått på grund av älgskadorna i fall som dessa saknar ju betydelse för skogens fortsatta utveckling och bör således inte läggas på älgens minuskonto. Enbart de tillväxtförluster som älgskadorna orsakat utöver effekterna av snöbrotten bör belasta älgan.

Genom att röja ungskogen ger man de trädindivider som bedöms värdefulla för beståndets framtida utveckling bättre möjligheter. I älgbetade tallungskogar finns ofta mindre skadade och t.o.m. helt oskadade stammar – kanske av gran eller björk – som kan kvarlämnas efter röjningen. Röjning kan därför verka lindrande på älgskadornas negativa effekter på volymproduktionen.

Därför är det viktigt att poängtera att *de förluster i volymproduktion som älgskadorna orsakar enligt den här studien avser förluster utöver förluster av andra skadeorsaker och förutsätter att skogsvårdåtgärder för att minska skadornas effekter har utförts*. De skogsvårdsåtgärder som ingår i materialet omfattar de som utfördes i landets ungskogar under perioden 1985-2000. Det är alltså inte älgskadornas enskilda effekt utan snarare netto- eller margineffekten på volymproduktionen som beräknats.

För att ge underlag för hur älgskador påverkar volymutvecklingen i den äldre skogen, skrevs tillståndet på provytorna fram i 60 år med Heureka. Här är det älgskadornas inverkan på starttillståndet, uttryckt som trädantal, trädslagsfördelning och trädens storlek, som styr volymutvecklingen. Genom att älgskadornas effekt i både den yngre och äldre skogen skattas, kan de årliga produktionsförlusterna på grund av älgskador av en given storlek uppskattas. Det ska observeras att i de uppskattningar av de årliga förluster i volymproduktion som här presenteras, ingår all skog av den sammansättning som är utsatt för älgbetning, i nuvarande eller tidigare skede. Att försöka uppskatta de faktiska, årliga produktionsförlusterna som älgens betning orsakar i dagens skogar är knappast möjligt, då vi saknar information om de älgskador som de äldre skogarna har varit utsatta för. Problem med älgskador aktualiserades redan på 1940- och -50-talen (Westman 1958), men sannolikt har flertalet av dagens äldre skogar varit mindre utsatta för älgbetning än dagens ungsskogar. Man kan därför anta att den faktiska årliga förlusten av volymproduktion i landets skogar är något lägre än de som redovisas i denna studie.

Trots dessa påtalade begränsningar och svårigheter att med befintliga RT-data uppskatta de förluster i volymproduktion som älgskadorna orsakar, finns det flera positiva egenskaper som bör framhållas:

- Resultaten grundade på data från de återinventerade permanenta provytorna speglar den faktiska volymutvecklingen i ungsskogar med tall som i varierande grad varit utsatta för älgskador.
- Den goda provyttäckningen över landet medför att de flesta förekommande typer av ståndorter och beståndstyper ingår i underlaget till de skattade sambanden mellan älgskador och volymutveckling.
- Genom att utnyttja Heureka för framskrivning av tillståndet kan även älgskadornas inverkan på volymproduktionen i den äldre skogen kvantifieras.
- Genom att utnyttja hela RT:s databas kan uppskattningar av årliga förluster av volymproduktion för hela landet göras.

Med 2012 års RT-data tillgängliga, kan utvecklingen för de älgskadeinventerade provytorna från 1983-1987 studeras under ytterligare fem år, d.v.s. under totalt 25 år. Mot bakgrund av svårigheterna att översätta resultaten från den tidigare älgskadegraden till skadenivå enligt dagens ÄBIN, kan dock framtida analyser av utvecklingen för de ÄBIN-inventerade permanenta provytorna fr.o.m.2003 bedömas bli av störst värde. För att inte i onödan försvåra tolkningen av resultaten, bör framtida ändringar i RT:s älgskadeinventering utformas så att resultaten före och efter ändringen är översättningsbara.

6. Referenser

- Glöde, D., Bergström, R. & Pettersson, F. 2004. Intäktsförluster på grund av älgbetning av tall i Sverige. Arbetsrapport nr. 570. Skogforsk. Uppsala.
- Näslund, B-Å., 1986. Simulering av skador och avgång i ungskog och deras betydelse för beståndsutvecklingen. Institutionen för Skogsskötsel, SLU, Umeå. Rapporter nr 18.
- Petterson, F. Bergström, R. Jernelid, H och Wilhelmsson, L. 2010. Älgbetning och tallens volymproduktion. Resultat från en 28-årig studie i Furudal. Skogforsk, Redogörelse nr. 2.
- Sandgren, M. 1980. Produktionsförluster och kvalitetsnedsättningar i en älgbetad tallkultur. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel. Examensarbete nr 5.
- SLU, 1983-2007. Fältinstruktion 1983-2007. Institutionen för Skoglig Resurshushållning, SLU, Umeå.
- SLU, 2011. SKOGSDATA 2011. Institutionen för Skoglig Resurshushållning, SLU, Umeå. ISSN 0280-0543
- Wahlheim, M., 2008. Kvalitén på registreringen av klavningsobjekt på en yta med 20 meters radie. Manus. Institutionen för Skoglig Resurshushållning, SLU, Umeå.
- Westman, H., 1958. Älgens skadegörelse på ungskogen. Kungl. Skogshögskolans skrifter, nr 28.
- Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, J. O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C., Klintebäck, F. 2011. THE HEUREKA FORESTRY DECISION SUPPORT SYSTEM: AN OVERVIEW. Mathematical and Computational Forestry&Natural-Resource Sciences, 2011. Vol. 3, Issue 2, pp. 87-94. ISSN 1946-7664. MCFNS 2011.

Bilaga 1. Instruktion för älgskadeinventering 1983-1992

Älgskador på barrträd registreras i huggningsklass A-B3. Bedömningen görs på huvudstammar/-plantor. Dessa ska utväljas ”före betning”, d.v.s som om inga betningsskador fanns i beståndet. Med huvudstammar avses träd som skulle kvarlämnas vid en eventuell röjning.

Som svår skada räknas endera av

- Stambrottsskada där mindre än 2/3 av stammen är kvar
- Barrmasseförlust där minst 90% av de 6 översta grenvarvens barrmassa förlorats
- Barkskador där minst 90% av omkretsen är barkad
- Upprepade och svåra tekniska skador (spröt, bajonett, klyka)

Älgskadeklasser

Andel svårt skadade huvudstammar uttagna "före betning", %	Lägsta antal svårt skadade huvudstammar	Beteckning	Kod
≤ 1	0	Inga	0
2-5	100	Lätta	1
6-20	300	Medelsvåra	2
21-50	600	Svåra	3
> 50	900	Mycket svåra	4

Bilaga 2. Metod för skattning av produktionsförluster orsakade av älgskador

