

SKADOR PÅ SKOG



DEL 1

Skogsskador i skogens olika utvecklingsstadier



Skogsskötselserien är en sammanställning för publicering via Internet av kunskap om skogsskötsel utan ställningstaganden eller värderingar. Texterna har skrivits av forskare och har bearbetats redaktionellt både sakligt och språkligt. De är upphovsrättsligt skyddade och får inte användas för kommersiellt bruk utan medgivande.

I Skogsskötselserien ingår:

1. Skogsskötselns grunder och samband
2. Produktion av frö och plantor
3. Plantering av barrträd
4. Naturlig förnygring av tall och gran
5. Sådd
6. Röjning
7. Gallring
8. Stamkvistning
9. Skötsel av björk, al och asp
10. Skötsel av ädellövskog
11. Blädningsbruk
12. *Skador på skog*
13. Skogsbruk – mark och vatten
14. Naturhänsyn
15. Skogsskötsel för människan i skogen
16. Produktionshöjande åtgärder
17. Skogsbränsle
18. Skogsskötselns ekonomi
19. Skogsträdsförädling
20. Slutavverkning

Skogsskötselserien har tagits fram med finansiering av Skogsstyrelsen, Skogsindustrierna, Sveriges lantbruksuniversitet och LRF Skogsägarna. Bidrag har även lämnats av Energimyndigheten för behandling av frågor som rör skogsbränsle och av Stiftelsen Skogssällskapet.

Omarbetningar (revisioner) för att ta fram andraupplagor har till stor del även bekostats av Erik Johan Ljungbergs Utbildningsfond och Stiftelsen Skogssällskapet.

Från januari 2017 utgörs Skogsskötselseriens partnerskap av Skogsstyrelsen, Linnéuniversitetet och SLU.

Skogsskötselserien – Skador på skog, del 1

Första upplaga, december 2009

Andra omarbetade upplagan, maj 2017 (uppdelad i del 1 och del 2)

Författare i del 1: Johanna Witzell, SLU (tematiska inledningar, redigering); Mattias Berglund, Skogssällskapet (rötsvampar, rotröta); Jonas Bergquist, Skogsstyrelsen (viltskador, skador av hare och kanin); Andreas Bernhold, Enetjärn Natur (törskate, snöskytte); Niklas Björklund, SLU (snytbagge); Anders Granström, SLU (rotmurkla); Anna Gunulf Åberg, SLU och Holma Folkhögskola (rotröta, redigering); Lennart Hanson, SLU (smågnagare); Per Hansson, Vox Natura (snöskytte); Claes Hellqvist, SLU (snytbagge, svart granbastborre); Åke Lindelöw, SLU (granbarkborre, tallsteklar, granbastborre, barrätande insekter); Bo Långström, SLU (märgborrar); Göran Nordlander, SLU (snytbagge, svart granbastborre); Magnus Petersson, Södra (snytbagge); Jonas Rönnberg, SLU (rötsvampar, rotröta); Kristina Wallertz, SLU (snytbagge).

Redaktör: Clas Fries, Skogsstyrelsen

Typografisk formgivning: Michael Ernst, Textassistans AB

Grafisk profil: Louise Elm, Skogsstyrelsen

Foto omslag: Åke Lindelöw (angrepp av röd tallstekel)

Utgivning: Skogsstyrelsen, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien

Innehåll

Förord.....	6
SKADOR PÅ SKOG	7
TEMA I: SKOGSKADOR I SKOGENS OLIKA UTVECKLINGSFASER 8	
Skogsskador – dynamisk samverkan	12
Skogsskador – från landskapsnivå till gennivå	13
Skadornas kostnader för skogsbruket	14
Rotröta.....	16
Vad är röta?	16
Typer av röta	16
Röta – ett ekonomiskt problem i skogsbruket.....	18
Rotticka (Heterobasidion spp.)	19
Förekomst	19
Biologi.....	20
Fruktkroppar och sporspridning.....	21
Den vegetativa spridningen i stubbar, rötter och stam.....	22
Skogsskötsel för att förebygga och minska skador.....	23
Beståndsanläggning	24
Hyggesvila	25
Plantmaterial	25
Markberedning	25
Föryngringsmetod	25
Planteringsförband	25
Röjning.....	26
Gallring	26
Vinteravverkning och stubbehandling	27
Gallring i rötinfekterade bestånd.....	28
Gallringsskador	28
Slutavverkning	29
Beståndsförbättrande åtgärder – kalkning och gödsling.....	29
Trädslagsval	30
Jämförande försök.....	32
Blandskog	32
Planering	34
Snöskytte.....	35
Förekomst	35
Biologi.....	37
Skogsskötsel för att förebygga och minska skador.....	38
Hyggesstorlek	38
Hyggesbehandling.....	39
Val av trädslag	40
Val av tallproveniens	40
Val av skogsodlingsmetod	41
Snöskytte och klimatförändringarna	41
Rotmurkla	42
Förekomst	42
Biologi.....	43
Skogsskötsel för att förebygga och minska skador.....	44
Snytbaggen.....	46
Förekomst	46

Biologi.....	47
Skador	49
Skogsskötsel för att förebygga och minska skador	50
Val av trädslag	50
Plantstorlek	52
Plantans försvar.....	53
Hyggesvila	54
Insekticider.....	56
Plantskydd.....	56
Markberedning	59
Skärmställning	62
Kombinerade åtgärder.....	63
Svart granbastborre	65
Förekomst	65
Biologi.....	66
Skogsskötsel för att förebygga och minska skador	67
Större mörghorren	69
Förekomst	69
Biologi.....	70
Skogsskötsel för att förebygga och minska skador.....	72
Mindre mörghorren	73
Förekomst	73
Biologi.....	73
Skogsskötsel för att förebygga och minska skador	75
Röd tallstekel	76
Förekomst	76
Biologi.....	77
Skogsskötsel för att förebygga och minska skador	78
Liten tallstekel.....	81
Förekomst	81
Biologi.....	81
Skogsskötsel för att förebygga och minska skador	83
Barrätande insekter på tall	85
Förekomst	85
Biologi.....	86
Skogsskötsel för att förebygga och minska skador	87
Hjortvilt.....	88
Förekomst	88
Skador	89
Skottbete	89
Toppbrytning.....	90
Barkgnag och barkflängning.....	91
Fejning	91
Biologi.....	91
Föda.....	91
Spridningsstrategi	92
Åtgärder för att förebygga och minska skador.....	93
Förvaltning	93
Skydd	93
Skogsskötselåtgärder.....	94

Skador av hare och kanin	99
Förekomst	99
Biologi.....	100
Åtgärder för att förebygga och minska skador.....	101
Smågnagarskador	102
Förekomst	102
Biologi.....	103
Åtgärder för att förebygga och minska skador.....	103
Litteratur	105

Förord

Skogsskötselseriens kapitel *Skador på skog* är på grund av sin omfattning uppdelad i två delar. Tillsammans beskriver de några grundläggande kopplingar mellan skogsskötselåtgärder och skogsskadornas förekomst och omfattning. Genom att presentera ett urval av enskilda skadeorsaker, svampar, insekter, däggdjur och klimatrelaterade skador får läsaren en inblick i den kunskapsutveckling som under senare år skett inom ämnet skogsskydd i Sverige. Däremot är avsikten med denna del inte att vara en handbok för praktisk bekämpning eller en komplett lista på skadegörare i våra skogar. För omfattande listor av skadegörararter och för mer detaljerade beskrivningar av deras biologi och effekter hänvisas till böcker^{1,2,3} och webbportaler.⁴

De utvalda skadegörarna behandlas i fyra tematiska avsnitt, varav Tema I utgör del 1 av kapitlet och Tema II–IV utgör del 2 av kapitlet:

- Skogsskador i skogens olika utvecklingsfaser. (Tema I.)
- Gamla och nya epidemier och utbrott – vad har vi lärt? (Tema II.)
- Intensivare skogsbruk och framtidens tekniker – möjligheter och risker. (Tema III.)
- Klimat och skogsskador. (Tema IV.)

Varje tematiskt avsnitt inleds med en generell introduktion. Därefter beskrivs enskilda skadegörare, deras förekomst och biologi, och de praktiska möjligheter som finns att minska skadorna genom skogsskötselåtgärder. Inom varje tematisk avsnitt fortskrider texten alltså från det generella mot det detaljerade.

Flera författare med expertis på olika skadegörare har bidragit till avsnittet. Ytterligare information om skadegörareproblematiken vid olika skogsskötselåtgärder finns även i Skogsskötselseriens övriga kapitel.

¹ Eidmann, H.H. & Klingström, A. (1990). *Skadegörare i skogen*. LTs förlag, Stockholm. 355 s.

² Pettersson, B. & Samuelsson, H. (1995). *Skador på barrträd*. Skogsstyrelsens Förlag. 304 s. ISBN 91-88462-22-6.

³ Jukka, L. (red.) (1988). *En bok om skogens hälsa: skogsskador och bekämpning av dem*. ISBN 951-9176-45-4 Helsingfors. 168 s.

⁴ www.slu.se/skogsskada/

SKADOR PÅ SKOG

DEL 1

Skador i skogens olika utvecklingsfaser. I måttligt stora populationer och inom sina naturliga utbredningsområden är olika skadegörare viktiga för skogens ekologiska balans och hälsa. Genom att orsaka selektiv dödlighet bland träd och förlust av trädens olika delar bidrar de till styrning av skogens artsammansättning samt dess strukturella och funktionella mångfald.

DEL 2

Gamla och nya epidemier och utbrott. Trädens död är en naturlig del av det fungerande skogsekosystemet och skadegörare som ofta angriper försvagade träd har sin roll i denna process. Om skogens ekologiska balans förändras till exempel på grund av klimatvariationer eller människans verksamhet, kan skadegörarpopulationer dock föröka sig ovanligt snabbt och kraftigt, samt spridas över stora arealer. Skadornas omfattning på enskilda träd och i bestånd ökar då till en nivå som medför stora och oväntade ekonomiska förluster för skogsägaren.

Intensivare skogsbruk och nya tekniker ger risker och möjligheter. I och med att kostnadseffektiviteten blir allt viktigare och inriktningen av skogsbruket mot produktion ökar, växer även intresset för intensivare skogsbrukskoncept som uttag av GROT, energived vid gallring, stubbskörd, intensivare gödslingsregimer, klonskogsbruk, åkerplantering, användning av främmande trädslag och genmodifierade träd. I dagsläget saknas vetenskapligt underlag för många frågor kring de nya konceptens inverkan på skogsskador. Teoretiskt sett medför dock alla nya koncept såväl risker för ökade skogsskador som möjligheter för ökad hälsa och tillväxt hos skogen.

Klimatförändringar och skogsskador. Skogens hälsa påverkas starkt av klimatet. I samband med att osäkerheten om kommande klimatförhållanden har fått ökad uppmärksamhet inom forskningen och i debatten, har även intresset för klimatets direkta och indirekta påverkan på skogsskador ökat under de senaste åren.

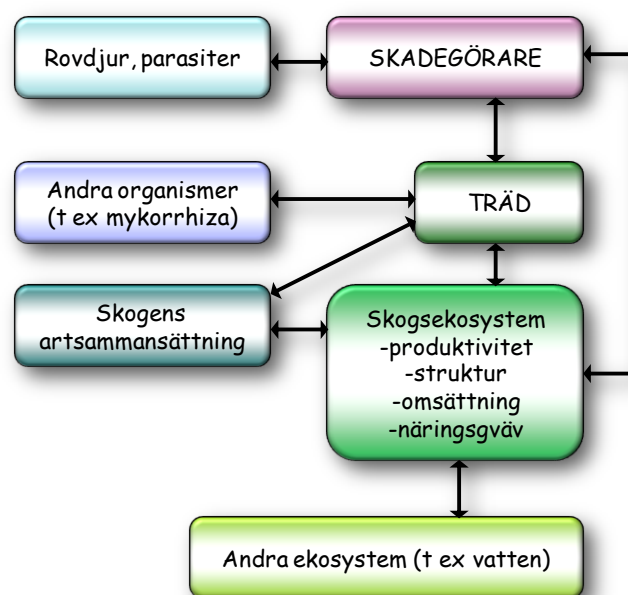
TEMA I: SKOGSKADOR I SKOGENS OLIKA UTVECKLINGSFASER

av Johanna Witzell

I måttligt stora populationer och inom sina naturliga utbredningsområden är olika skadegörare viktiga för skogens ekologiska balans och hälsa.⁵ Genom att orsaka selektiv dödlighet bland växterna och förlust av växters olika delar bidrar de till styrning av skogens artsammansättning, samt dess strukturella och funktionella mångfald.⁶

Skadeinsekter och skadesvampar bryter ned biomassa vilket underhåller omsättningen av kol- och näringsämnen i skogsekosystem. Skadegörarna är även själva viktig näring till flera andra organismer, till exempel är skadeinsekter föda för många fågelarter i skogen⁷ (figur SPS1).

Syftet med hållbar skogsskötsel är inte att utrota skadegörare eller helt hindra deras aktivitet i ett naturligt habitat. Däremot är målet att med hjälp av skogsskötselåtgärder *främja trädens motståndskraft och tolerans* mot skador, samt *begränsa skadegörarens förekomst till en måttlig nivå i tid och rum* (figur SPS2). Det är också viktigt att begrunda hur de åtgärder som syftar till att främja skogarnas biologiska mångfald påverkar skogarnas tillstånd.

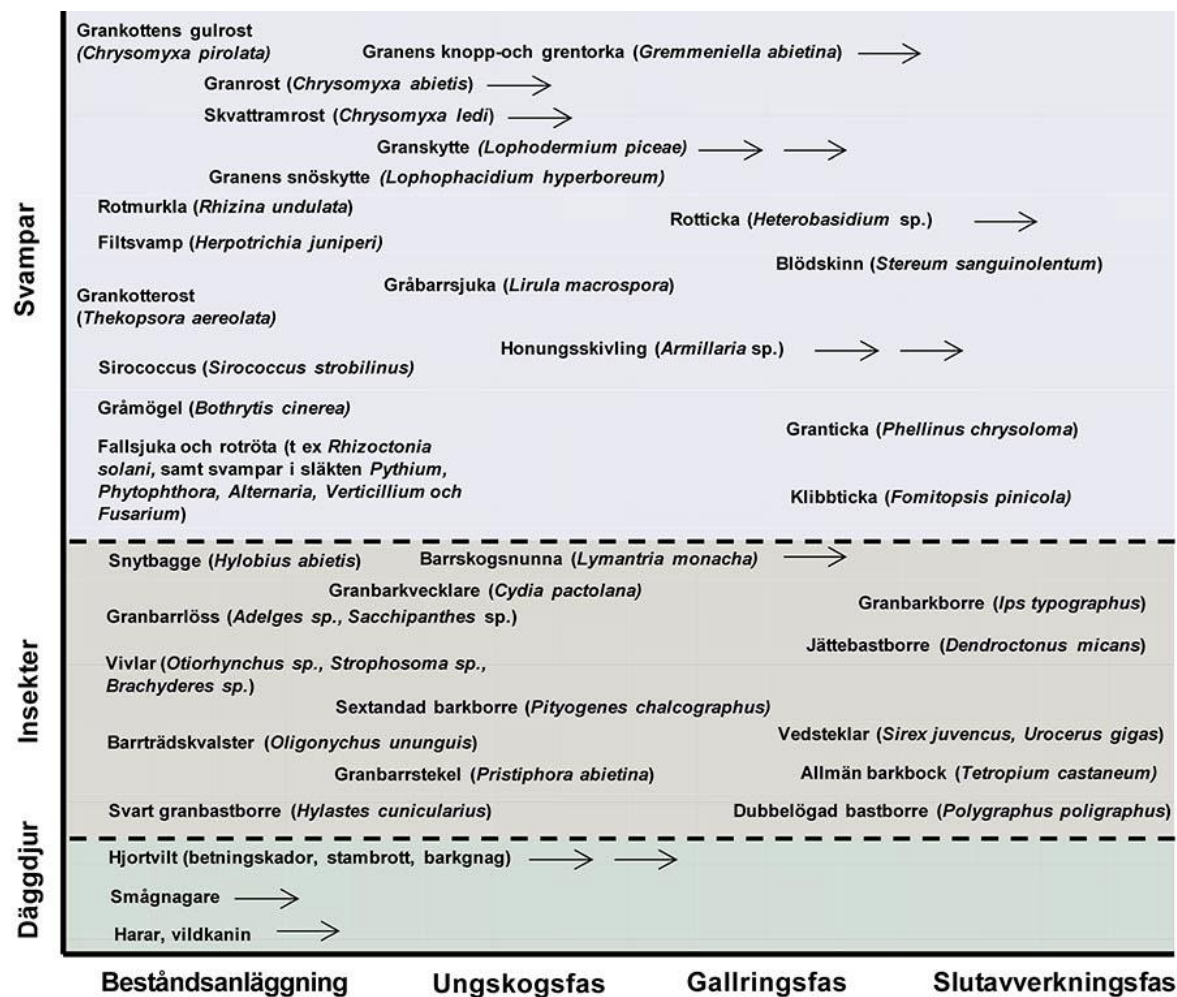


Figur SPS1 Skadegörare är en väsentlig del av skogssamhällets strukturella och funktionella mångfald (modifierad efter Lovett med flera (2006)). Bild Johanna Witzell.

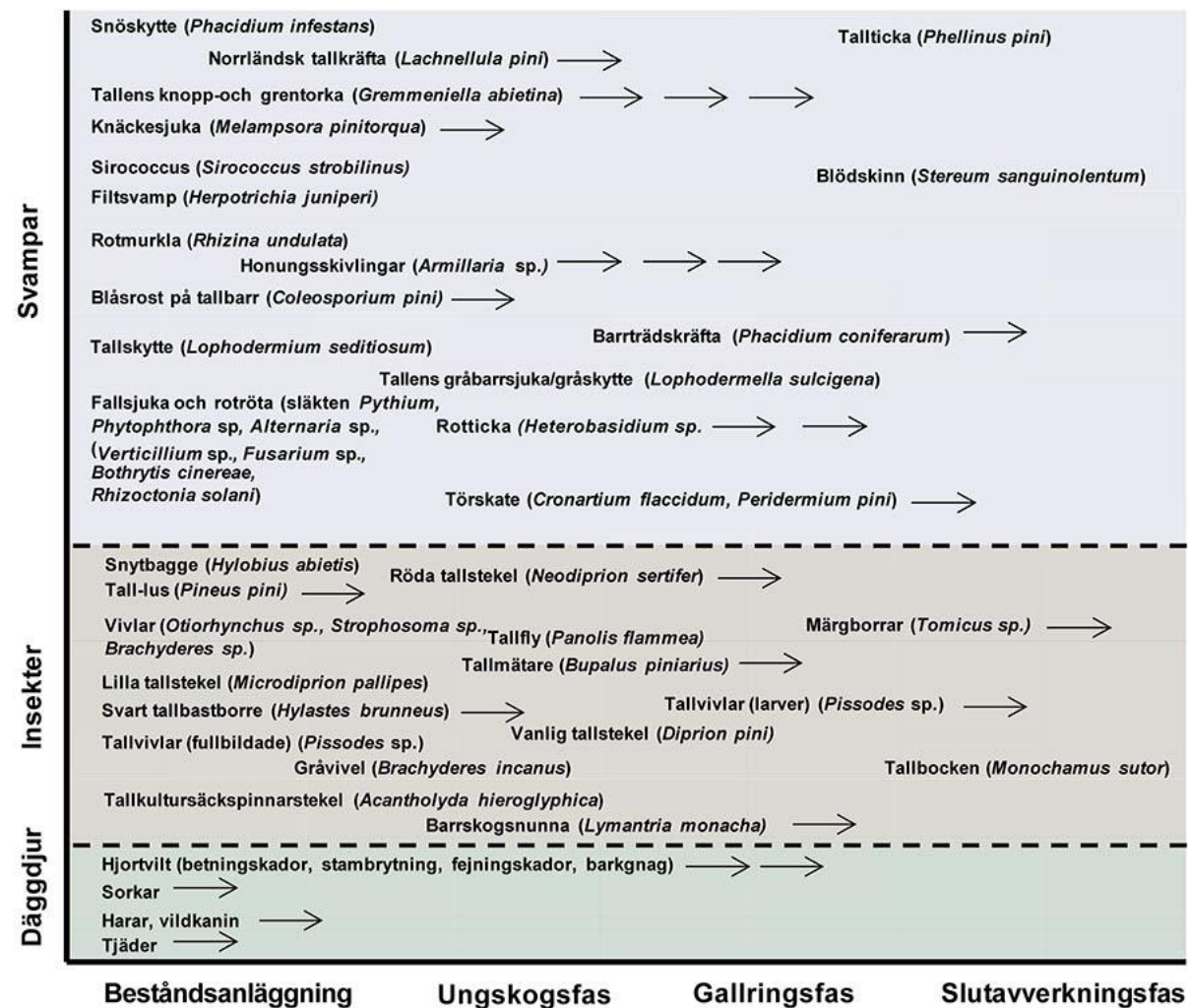
⁵ Van der Kamp, B.J. (1991). Pathogens as agents of diversity in forested landscape. *For. Chron.* 67: 353–354.

⁶ Stubblefield, C.H. Lundquist, J.E. & Van der Kamp, B. (2005). Forest Disease Impacts on Wildlife: Beneficial? I: Lundquist, J.E. & Hamelin, R.C (red.), *Forest Pathology – From Genes to Landscapes*. s. 95–103. APS Press.

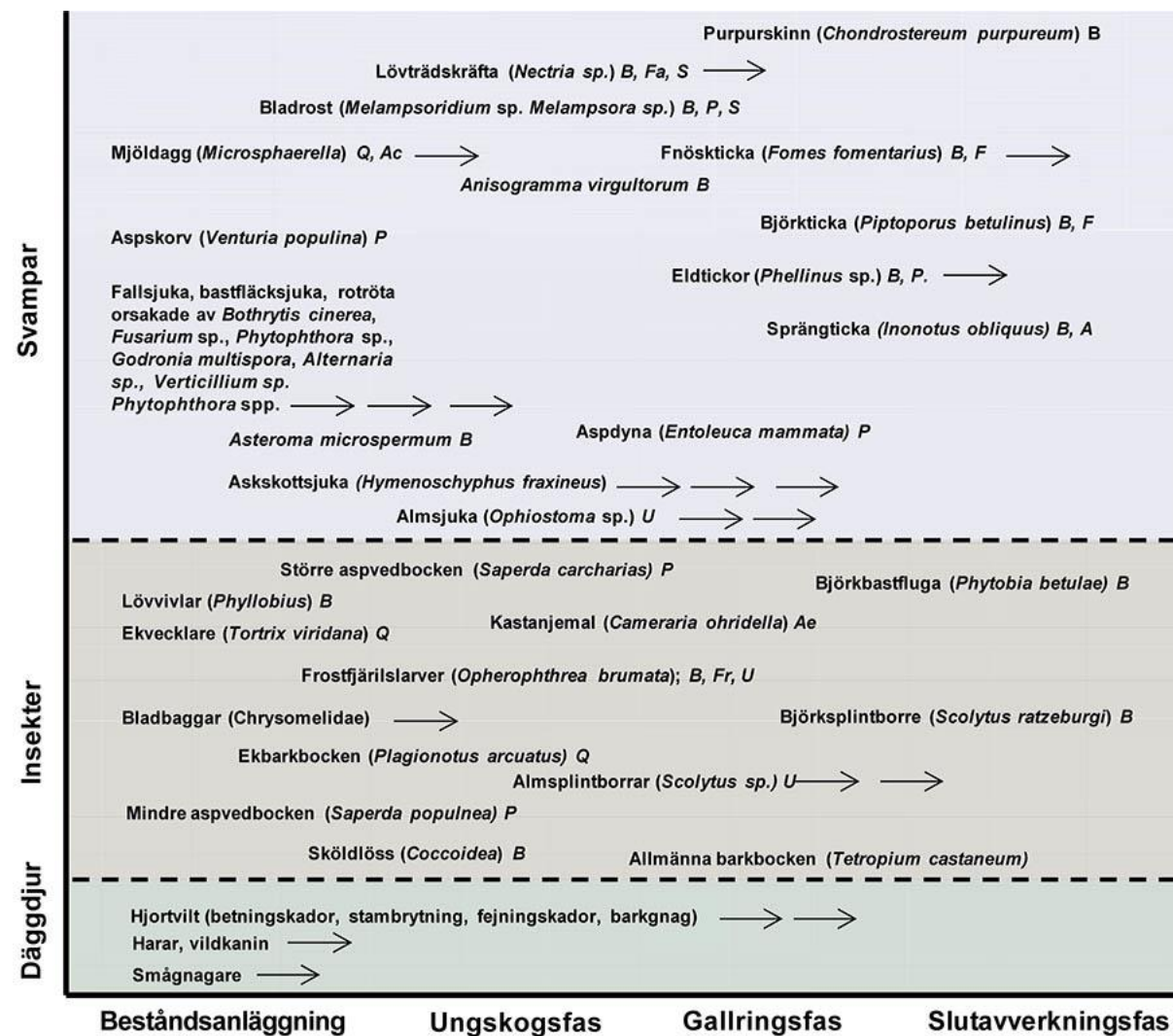
⁷ Lovett, G.M., Canham, C.D., Arthur, M.A., Weathers, K.C. & Fitzhugh, R.D. (2006). Forest ecosystem responses to exotic pests and pathogens in eastern North America. *Bio-science* 56: 395–405.



Figur SPS2-a Några vanliga skogsskador på gran (*Picea abies*) i skogens olika utvecklingsfaser. Placering av en skadegörare längs x-axeln syftar främst till skadegörarens skogliga betydelse. En pil efter skadegörarens namn betyder att skadegöraren är betydelsefull även i nästa fas, två eller tre pilar att den skogliga betydelsen sträcker sig över flera faser. Bild Johanna Witzell.



Figur SPS2-b Några vanliga skogsskador på tall (*Pinus sylvestris*) i skogens olika utvecklingsfaser. Placering av en skadegörare längs x-axeln syftar främst till skadegörarens skogliga betydelse. En pil efter skadegörarens namn betyder att skadegöraren är betydelsefull även i nästa fas, två eller tre pilar att den skogliga betydelsen sträcker sig över flera faser. Bild Johanna Witzell.

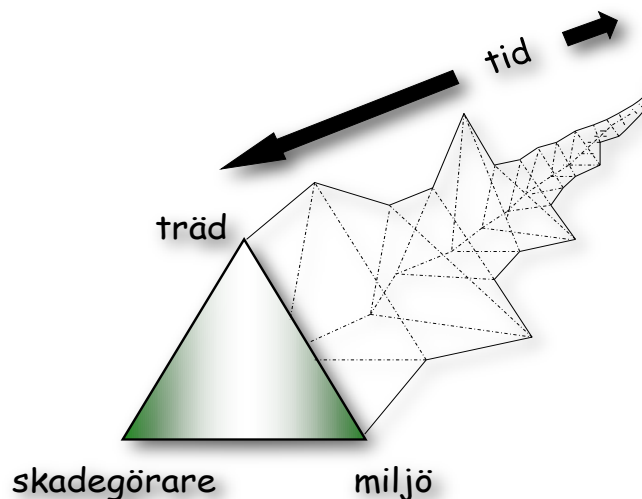


Figur SPS2-c Några vanliga skogsskador på lövträd. Förkortningar efter skadegörarens namn hänvisar till särskilda eller vanliga värdträdarter: Ac, lönn (*Acer platanoides*); Ae, hästkastanj (*Aesculus hippocastanum*); B, björkar (*Betula* sp.); Fa, bok (*Fagus sylvatica*); F, ask (*Fraxinus excelsior*); P, aspar (*Populus* sp.); Q, ek (*Quercus robur*); S, Salix-arter (*Salix* sp.); U, almar (*Ulmus* sp.) i skogens olika utvecklingsfaser. Placering av en skadegörare längs x-axeln syftar främst till skadegörarens skogliga betydelse. En pil efter skadegörarens namn betyder att skadegöraren är betydelsefull även i nästa fas, två eller tre pilar att den skogliga betydelsen sträcker sig över flera faser. Bild Johanna Witzell.

Skogsskador – dynamisk samverkan

Skogsskador är resultatet av samverkan mellan träd och skadegörare. Insekter, svampar eller däggdjur använder träd som sin näring eller för sin förökning. Hur denna samverkan ser ut och fungerar påverkas av många faktorer. Exempelvis kan andra organismer (till exempel mykorrhiza,⁸ parasiter som livnär sig på skadegörare eller rovdjur som insektätande fåglar) påverka skadebilden. Förutom av dessa så kallade biotiska faktorer påverkas skadebilden starkt av klimatförhållanden⁹ (figur SPS3).

Alla dessa faktorer och därmed även resultat av deras samspel förändras med tiden. Till exempel genomgår en insekt- eller svamppopulation ofta flera generationer under trädens livstid.¹⁰ Trädens motståndskraft mot en skadegörare kan vara starkt beroende av trädens utvecklingsfas och om den sammanfaller med skadegörarens aktiva fas.¹¹ På grund av denna tidsmässiga dynamik i samspelet är varken skadebilden eller skadornas ekologiska och ekonomiska följder oföränderliga. Därför krävs fleråriga studier innan man pålitligt kan utvärdera träds resistens mot skadegörare.



Figur SPS3 Det som vi ser som sjukdom eller skada (grön triangel i bilden) är resultat av samspel mellan skadegörare, värdväxt (träd) och omgivning (miljö). Alla dessa partners – och samtidigt deras förhållande till varandra – förändras i tid. Bild Johanna Witzell.

⁸ Bonello, P., Heller, W. & Sanderman, H. (1993). Ozone effects on root–disease susceptibility and defence responses in mycorrhizal and non–mycorrhizal seedlings of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *New Phytol.* 124: 653–663.

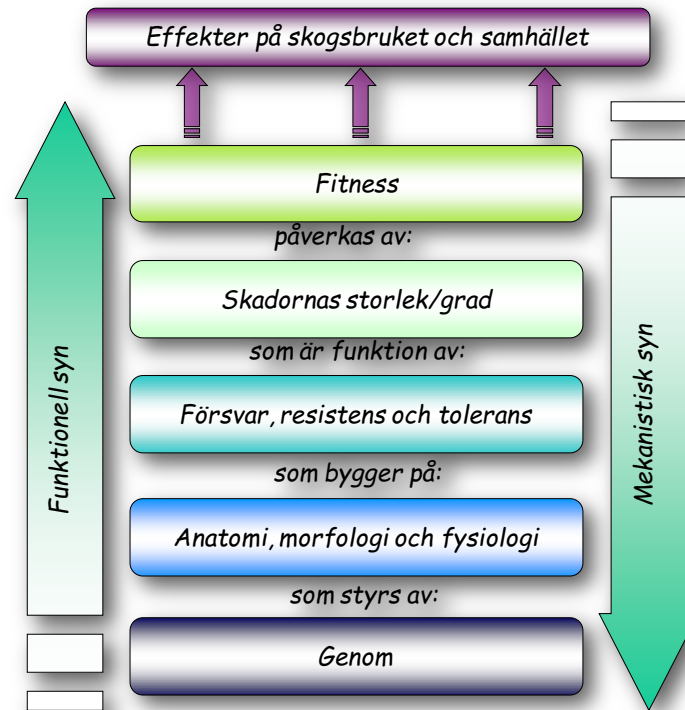
⁹ Harvell, C.D., Mitchell, C.E., Ward, J.R., Altizer, S., Dobson, A.P., Ostfeld, R.S. & Samuel, M.D. (2002). Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science* 296: 2158–2162.

¹⁰ Parry, D., Herms, D.A. & Mattson, W. J. (2003). Responses of an insect folivore and its parasitoids to multiyear experimental defoliation of aspen. *Ecology* 84: 1768–1783.

¹¹ Desprez-Loustau, M.–L. & Dupuis, F. (1994). Variation in the phenology of shoot elongation between geographic provenances of maritime pine (*Pinus pinaster*) – implications for the synchrony with the phenology of the twisting rust fungus, *Melampsora pinitorqua*. *Ann. Sci. For.* 51: 553–568.

Skogsskador – från landskapsnivå till gennivå

Skadegörarnas effekter kan betraktas på flera funktionella nivåer (figur SPS4). För att kunna utveckla hållbara och kostnadseffektiva skogsskyddsstrategier mot olika skadegörare, behövs grundläggande förståelse om hur samspelet mellan skadegörare och träd fungerar på olika nivåer.



Figur SPS4 Skogsskador är verksamma på olika funktionella nivåer. Bild Johanna Witzell.

Skadornas förekomst och storlek varierar kraftigt i skogslandskapet, vilket kan försvåra kontroll av skadegörare på beståndsnivå. Numera har man dock börjat betona att kunskaper om skadegörarnas rumsliga variation i landskapet kan ge nya möjligheter till praktiskt skogsskydd.¹² Om man till exempel kan identifiera de områden som är kritiska för skadegörarepopulationernas förökning, samt genom skoglig planering påverka deras utbredning i landskapet, kan skogsskadornas frekvens och magnitud på långt sikt minskas. Ökad samverkan mellan skogspatologer och landskapsekologer¹³ skulle därför kunna ge viktigt underlag för framtidens skogsskyddsstrategier.

I samspelet mellan träd och skadegörare aktiveras trädens fysiologi och ämnesomsättning. I dag kan man studera detaljer i trädens reaktioner och

¹² Lundquist, J.E. (2005). Landscape Pathology – Forest Pathology in the Era of Landscape Ecology. I: Lundquist, J.E. & Hamelin, R.C (red.), *Forest Pathology – From Genes to Landscapes*, s. 155–165. APS Press.

¹³ Lundquist, J.E. (2005). Landscape Pathology – Forest Pathology in the Era of Landscape Ecology. I: Lundquist, J.E. & Hamelin, R.C (red.), *Forest Pathology – From Genes to Landscapes*, s. 155–165. APS Press.

försvar även på cell- och gennivå. Bättre kunskaper kring trädens responser på de här nivåerna kan öka precisionen i skogsträdsförädlingen.¹⁴

Trädens funktioner och egenskaper påverkas av skador:

- **Fotosyntes** (till exempel aspskorv, *Venturia macularis*, och kastanjemal, *Cameraria ohridella*, som orsakar nekros¹⁵ på blad).
- **Transport av vatten och näringsämnen** mellan rötter och ovanjordiska delar (till exempel törskate som orsakar stamsår, vissnesjukdomar som orsakas av vedlevande svampar och sprids av barkborrar, samt beteskador av hare).
- **Intag av vatten och näringsämnen** via rötter samt mekanisk uthållighet (till exempel röttsvampar; vedlevande asiatiska långhorningar, *Anoplophora* sp.; sorkskador).
- **Förökning** (till exempel grankotterost, *Thekopsora areolata*, eller granfrögallmygga, *Plemeliella abietina*).
- **Försvar och motståndskraft** mot andra skadegörare eller stressfaktorer (till exempel björkrost, *Melampsoridium betulinum*, kan minska trädens frosthärdighet).
- **Vedkvalitet** (till exempel röttsvampar, blånadssvampar eller björkbastfluga, *Phytobia betulae*).

Skadornas kostnader för skogsbruket

Friska träd är en grundförutsättning för lönsamt skogsbruk. Vikten av produktionsskogarnas goda hälsa och livskraft ökar ytterligare när trycket på användning av skogar till annat än virkesproduktion tilltar, till exempel rekreation, och naturvård.

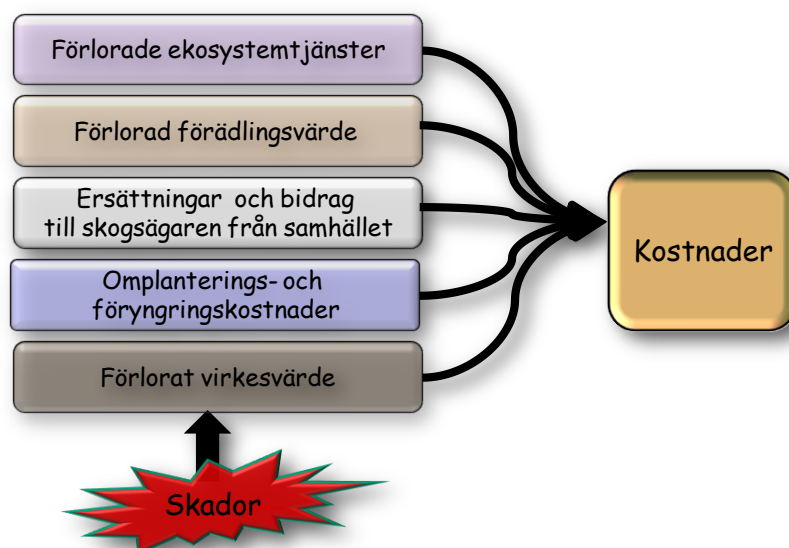
Hur stora och vilken typ av skador som accepteras av skogsbruket beror på vilka mål man har satt för skogens skötsel. Jämfört med i naturreservaten tolereras enbart låga skadenivåer i produktionsskogar, och mer skador i virket kan accepteras vid massaproduktion jämfört med till exempel möbelvirkesproduktion. Kostnader som kroniska och epidemiska skogsskador orsakar består av flera komponenter, ackumuleras över tiden och berör inte bara skogsägaren utan hela samhället¹⁶ (figur SPS5). Den totala kostnaden orsakad av en enskild skogsskada är därför svår att uppskatta.¹⁷ Ett försök till uppskattning av några av skogsskadornas kostnader för skogsbruk och samhälle redovisas i tabell SPS1.

¹⁴ Hamelin, R. (2005). Forest Pathology in the Era of Genomics. I: Lundquist, J.E. & Hamelin, R.C (red.), *Forest Pathology – From Genes to Landscapes*, s. 1–9. APS Press.

¹⁵ Sjuklig död av celler och vävnader.

¹⁶ Aukema, J.E., Leung, B., Kovacs, K., Chivers, C., Britton, K.O., Englin, J., et al. (2011). Economic impacts of non-native forest insects in the continental United States. *PLoS ONE* 6(9): e24587.

¹⁷ Holmes, T. P. (1991). Price and welfare effects of catastrophic forest damage from Southern Pine Beetle epidemics. *For. Sci.* 37: 500–516.



Figur SPS5. Skogsskadornas kostnad omfattar mycket mer än förlorat virkesvärde.

Tabell SPS1 Uppskattade kostnader eller virkesförluster för några skogsskador.

Skadeorsak	Uppskattad kostnad
Rotröta	0,5–1 miljard kr per år
Snytbagge	100-tals miljoner kr per år ¹⁸
	0,5–1 miljard kr per år (utan plantskydd) ¹⁹
	Permetrinstoppet: cirka 550 miljoner kr per år ²⁰
<i>Gremmeniella</i>	1–1,5 miljarder kronor (epidemi 2001–2003) ²¹
Beteskador av älg	19 % produktionsförluster i tallskogarna ²²
	980 miljoner kr per år i Götaland med skadenivåer 2015 och 2016 enligt älgbetesinventeringen ²³
Almsjuka	Till exempel bekämpning i Malmö 1984–1995: 6,7 miljoner kr ²⁴
Stormen Gudrun	15 miljarder kronor (samhällsekonomiska kostnader för skogsbruket) ²⁵

¹⁸ Weslien, J. (1998). Vad kostar snytbaggaskadorna? *KSLAT* 137: 19–22.

¹⁹ Samuelsson, H. & Örlander, G. (2001). Skador på skog. *Rapport* 80–2001. Skogsstyrelsen.

²⁰ Thuresson, T., Samuelsson, H. & Claesson, S. (2003). Konsekvenser av ett förbud mot permetrinbehandling av skogsplanter. *Meddelande* 2–2003. Skogsstyrelsen

²¹ Hansson, P., Persson, M. & Ekvall, H. (2005). An estimation of economical loss due to the *Gremmeniella abietina* outbreak in Sweden 2001–2003. I: Stanosz, G. R. & Stanosz, J. C.: Foliage, shoot and stem diseases. *Proceedings of the Meeting of IUFRO Working Party 7.02.02*. Corvallis, Oregon, USA, June 13–19 2004, s. 67–69.

²² Soneson, J. och Rosvall, O. 2011. Lönsamma åtgärder för ökad tillväxt på Sveaskogs marker. Skogforsk och Sveaskog.

²³ Örlander, G. 2017. *Betesskador av älg i Götaland – konsekvenser för virkesproduktion och ekonomi*. Södra. Stencil daterad 2017–03–13.

²⁴ http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/grona_fakta/GFA97-06/GFA97-06.HTM

²⁵ Svensson, S.A., Bohlin, F., Bäcke, J.-O., Hultåker, O., Ingemarson, F., Karlsson, S. och Malmhäll, J. 2006. Ekonomiska och sociala konsekvenser i skogsbruket av stormen Gudrun. Skogsstyrelsen. *Rapport* 12–2006.

Rotröta

av Mattias Berglund och Jonas Rönnberg

Rotröta är ett samlingsnamn för skador som orsakas av ett antal vednedbrytande svampar. Viktigaste svampen för svenskt vidkommande är rottickan som orsakar ekonomiska förluster i miljardklassen årligen. De mest kännbara förlusterna drabbar granen men den är långt ifrån det enda trädslag som angrips. Med kunskap om hur olika skogsskötselåtgärder påverkar rottickans spridning och med rätt planering finns dock förutsättningar för att hålla angreppen i schack.

Vad är röta?

Röta i levande träd orsakas av sjukdomsalstrande – patogena – svampar. I Sverige är de viktigaste rötsvamparna rotticka (*Heterobasidion* spp.), honungsskivling (*Armillaria* spp.) och blödskein (*Stereum sanguinolentum*). Svamparna bryter ned cellulosa och lignin i veden och utnyttjar dessa som näring. Det är oftast när en synbar missfärgning av veden uppträder som man talar om rötskador. När angreppet pågått en tid sker en strukturförändring då cellulosan eller ligninet bryts ned. Veden blir lösare och när nedbrytningen har fortgått tillräckligt länge och nästan all cellulosa och lignin har förbrukats uppstår ett hål i trädet.^{26,27}

Typer av röta²⁸

Brunröta

- Svampen bryter ner cellulosa och hemicellulosa, den bruna färgen ges av det återstående ligninet.
- Typisk för barrträd.
- Veden försvagas kraftigt och får en skör och pulvrig struktur eller spricker upp i kubiska stycken.
- Orsakas av *basidiesvampar* (klass *Basidiomycetes*), till exempel svavelticka (*Laetiporus sulphureus*).

Mjukröta

- Svampen bryter ner cellulosa och hemicellulosa men även lignin.
- Veden blir mjuk och mörknar ofta (kan även angripa impregnerad virke, till exempel stoplar).
- Orsakas av *sporsäcksvampar* (klass *Ascomycetes*), till exempel stubbdyna *Kretzschmaria deusta* (*Ustulina deusta*).

²⁶ Solheim, H. (2005). White rot fungi in living Norway spruce trees at high elevation in southern Norway with notes on gross characteristics of the rot. I: Forest pathology research in the Nordic and Baltic countries 2005 (Solheim H & Hietala AH, red.). *Aktuellt fra skogforskningen* 1/2006: 5–12.

²⁷ Highley, T.L. & Illman, B. L. (1991). Progress in understanding how brown rot fungi degrade cellulose. *Biodet. Abstr.* 5: 231–244.

²⁸ Schwartze, F.W., Engels, J. & Mattheck, C. (2000). *Fungal strategies of wood decay in trees*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 185 s.

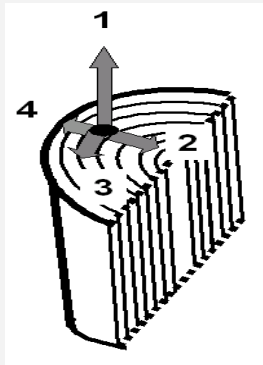
Vitröta

- Svampen kan fullständigt bryta ner alla vedkomponenter, det vill säga även lignin som i vissa fall bryts ner samtidigt med andra komponenter, i andra fall återstår ljusare cellulosa längre (selektiv delignifiering).
- Typisk för lövträd, men selektiv delignifiering är vanlig även hos barrträd.
- Trådig struktur; även korrosions- eller fläckröta med ”risgrynsstruktur” räknas ibland till vitröta.
- Orsakas av olika basidiesvampar (till exempel honungsskivling, *Armillaria*, och rotticka, *Heterobasidion* sp.) och några sporsäcksvampar.

CODIT – Compartmentalization of Decay in Trees

CODIT, begränsning av röta i träd, är en modell som utvecklades av Alex Shigo. Modellen beskriver hur träden begränsar rötans spridning med hjälp av sitt inre försvarssystem som består av kemiska och fysiologiska processer. Dessa aktiveras i veden när träd skadas.

I CODIT-modellen beskrivs ”väggar”²⁹ – en term som i detta sammanhang bör uppfattas som en hjälp att föreställa sig processen, inte som en fysisk struktur. Tre väggar (reaktionszoner) begränsar rötans spridning i den ved som bildats före patogeninfektion: 1) i xylemet³⁰ (skyddar axiellt); 2) i årsringarna (skyddar inåt i trädet); 3) i vedstrålarna (hindrar lateral spridning). Den fjärde ”väggen” är en barriärzon som bildas av trädets nya vävnader (kambiet). Den kan hindra rötans spridning till den ved som bildats efter att svampen infekterat trädet. Med hjälp av de tre reaktionszonerna och en barriärzon kan träden läka sårtytor och begränsa skadans spridning.



CODIT tillämpas i praktiken. Till exempel studerar arborister modellen för att planera korrekta trädvårdsinsatser som beskärningar eller fällningar. Detta är viktigt i stadsmiljöer där rötangripna träd lätt bryts sönder vid till exempel starka vindar och utgör fara för människor och egendom.³¹

²⁹ Shigo, A.L. (1984). Compartmentalization: A Conceptual Framework for Understanding How Trees Grow and Defend Themselves. *Ann. Review of Phytopathology* 22: 189–214.

³⁰ Kärllväxternas lednings- och mekanisk stödjande vävnad kallas xylem.

³¹ Terho, M. & Hallaksela, A-M. (2005). Potential hazard characteristics of *Tilia*, *Betula*, and *Acer* trees removed in the Helsinki City Area during 2001–2003. *Urban Forestry & Urban Greening* 3: 113–120.

Röta – ett ekonomiskt problem i skogsbruket

Röta skapar stora problem för skogsbruket. Den totala årliga ekonomiska förlusten till följd av rötangrepp har uppskattats till 0,5–1 miljard kr per år för svenska skogsägare.³² Värdeförlusterna orsakas av direkta eller indirekta faktorer kopplade till rötangrepp.

Direkta värdeförluster:

- kvalitetsnedsättningar på virket
- tillväxtförluster för angripna träd
- dödlighet för angripna träd.

Indirekta värdeförluster

- ökad risk för stormfällning av angripna träd
- ökad risk för snöbrott för angripna träd.

Kan man nyttja rötsvampar i skogsskötseln?

Sly, oftast lövträd, kan anses vara ett problem i barrträdsföryngringar. För att förhindra att till exempel björksly tar över i föryngringar användes tidigare kemikalier. Numera görs bekämpning oftast genom röjningar som dock ofta måste upprepas flera gånger vilket reducerar det ekonomiska resultatet av skogsbruket. En möjlighet att hindra lövträdens skottbildning från stubbar efter första röjning är att använda rötsvampar som mycoherbicer. I Finland har man visat att det går att minska antalet levande björkstubbar och skottbildningar per stubbe genom att behandla stubbarna med rötsvampen *Chondrostereum purpureum* (purpurskinn) (figur SPS6).³³



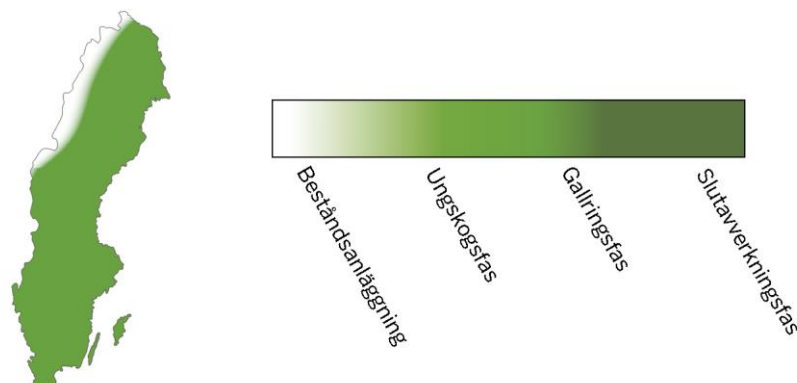
Figur SPS6 *Chondrostereum purpureum* på en björkstubbe. Foto Johanna Witzell.

³² Thor, M., Ståhl, G. & Stenlid, J. (2004). Räkna med rotröta – nytt hjälpmedel för skoglig planering. *Resultat från Skogforsk* nr 13.

³³ Vartiamaäki, H., Hantula, J. & Uotila, A. (2009). Effect of application time on the efficacy of *Chondrostereum purpureum* treatment against the sprouting of birch in Finland. *Can. J. For. Res.* 39: 731–739.

Rotticka (*Heterobasidion* spp.)

av Mattias Berglund, Jonas Rönnberg och Anna Gunulf Åberg



Figur SPS7 Rottickan förekommer över hela landet, i norr finns bara den art av rotticka som angriper gran. I södra Sverige finns förutom den arten även den art som bland annat angriper tall och lärk. Skadorna från rottickan är vanligast i äldre bestånd men redan ett par år efter beståndsanläggning kan plantor dö till följd av angrepp.

Förekomst

I Sverige är den rottröta som orsakas av rottickan (*Heterobasidion* spp., figur SPS8) den vanligaste och allvarligaste.³⁴ Rottickan förekommer över hela landet med undantag för fjälltrakterna. Den sägs vara vanligare i södra delarna av landet, en uppgift som inte helt stöds av alla forskare. I vissa områden i Norrlands inland, speciellt på Jämtlands kalkrika kambrosilurmarker är angrepp av rottickan mycket vanliga.

Hos granen är rottickan mycket vanlig och svarar för cirka 75 % av alla rötangrepp i landet. Omkring 15 % av alla svenska granar i slutavverkningssmogen ålder är angripna av rottickan.³⁵ För vissa delar av landet är andelen mycket högre och det är inte ovanligt att man finner så mycket som 75 % av granarna vid en slutavverkning angripna. Det motsvarar cirka 20 % av beståndets virkesvolym.

Förutom gran, drabbas även tallen hårt på vissa ställen, speciellt på väl-dränerade marker med högt pH-värde. Sjukdomsförloppet på tall ser annorlunda ut än för granen då tallen för det mesta dör till följd av angrepp. Lövträd är generellt mindre känsliga än barrträd.

³⁴ Stenlid, J. (1987). Controlling and predicting the spread of *Heterobasidion annosum* from infected stumps and trees of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 2:187–198.

³⁵ Thor, M., Ståhl, G. & Stenlid, J. (2004). Räkna med rottröta – nytt hjälpmedel för skoglig planering. *Resultat från Skogforsk* nr 13.



Figur SPS8 Stormfälld gran med röta i rötterna orsakad av rottickan. Foto Jonas Rönnberg.

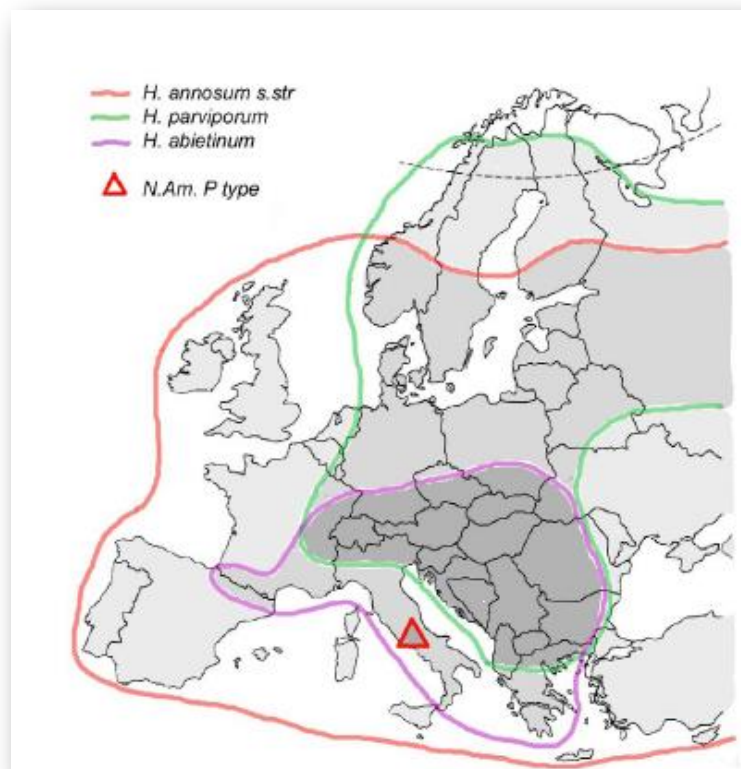
Biologi

Tre arter av rotticka har identifierats i Europa, *Heterobasidion annosum*, *Heterobasidion parviporum* och *Heterobasidion abietinum*.³⁶ Tidigare talades det istället om tre undergrupper som betecknades med P (*H. annosum*), S (*H. parviporum*) och F (*H. abietinum*). Grupperna fick sina namn efter sina huvudsakliga värdpreferenser:

- P = Pine (tall)
- S = Spruce (gran)
- F = Fir (ädelgran).

I Sverige återfinns P- och S-typerna. F-typen finns längre söderut i Europa där olika ädelgranar har sin naturliga utbredning (figur SPS9). S-typen breder ut sig över i princip hela Sverige och angriper nästan bara gran. P-typen däremot har en mer sydlig utbredning och det nordligaste kända fyndet är från Gävletrakten. Den kan angripa en mängd olika trädslag, till exempel gran, tall, lärk, björk, ek med flera.

³⁶ Korhonen, K., Capretti, P., Karjalainen, R. & Stenlid, J. (1998). Distribution of *Heterobasidion annosum* intersterility groups in Europe. I: Woodward S., Stenlid J., Karjalainen R. and Hüttermann A. (red.), *Heterobasidion annosum: Biology, ecology, impact and control*, CAB International, s 93–104.



Figur SPS9 Utbredningen av de tre arterna av rotticka i Europa ("N. Am. P type" = *H. annosum*, nordamerikansk P-typ). Karta Kari Korhonen.

Fruktkroppar och sporspridning

Rottickans primära spridning sker med luftburna sporer som landar och groer på färsk blottad ved.³⁷ Sporererna produceras i fruktkroppar (figur SPS10) som växer på rötter av angripna träd eller stubbar. Sporspridningen sker vid temperaturer över 0 °C. Vintertid finns i allmänhet få sporer i luften medan sommartid är högsäsong för sporer. Kraftigt och ihållande regn, mycket torr väderlek, ett sammanhängande snötäcke är alla faktorer som missgynnar sporspridning. Temperaturen är dock den viktigaste parametern som påverkar sporspridningen i Sverige. Risken att färsk stubbytor drabbas av sporinfektioner är lägre vid våt väderlek och vintertid men skiljer inte så mycket mellan norra och södra Sverige under högsäsongen.³⁸

³⁷ Rishbeth J. (1951). Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian pine plantations. II. Spore production, stump infection and saprophytic activity in stumps. *Ann. Bot.* 15: 1–21.

³⁸ Rönneberg, J., Berglund, M. & Norman, J. (2006). *Rottrötan*. Tillgänglig på: <http://www-gran.slu.se/Webbok/webbok.htm>.



Figur SPS10 Bild på vitlysande fruktkropp av rotticka på en granstubbe.
Foto Anna Gunulf Åberg.

Av alla sporer som släpps från fruktkropparna landar 99 % inom 100 m från källan. Närheten till fruktkropparna är således viktig för hur stor risk man löper att få infektioner av rottickan. Vid turbulenta vindar kan dock sporer virvla högt upp i luftlagren och transporteras långa vägar. Man har funnit att sporer kan flyga så långt som 500 km.^{39,40}

Den vegetativa spridningen i stubbar, rötter och stam

Rottickans sporer angriper färsk, blottlagd ved som kan utgöras av stubbytor, stam- eller rotskador. Stubbytorna utgör den viktigaste inkörsporten för rottickan. Sporerna landar på stubben som är mottaglig för infektion under 2–4 veckor efter det att trädet fällt. ⁴¹ Väl etablerad på stubbytan växer rottickans *mycel* (väv av svamptrådar, *hyfer*) ned i stubben. I granstubbar kan rottickan under det första året växa in upp till 50 cm.

Efter etableringen i stubben söker rottickan ny näring genom att växa över till de friska närstående trädens rötter. ⁴² Svampen sprider sig dock inte fritt i marken utan är hänvisad till ved. Svampen kan sprida sig över ganska stora områden via rotkontakter med intillstående levande träd. Rottickan övervintrar effektivt det aktiva försvar som träd har för att skydda sig mot svampangrepp. I rötterna av ett levande träd är dock svampens tillväxthastighet mycket lägre jämfört med i döda eller döende rötter hos en stubbe, ⁴³ troligen på grund av trädens försvarssystem.

³⁹ Kallio, T. (1970). Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. *Acta For. Fenn.* 107: 1–55.

⁴⁰ Rishbeth, J. (1959). Dispersal of *Fomes annosus* Fr. and *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee. *Transact. Brit. Mycol. Soc.* 42: 243–260.

⁴¹ Bendz–Hellgren, M. (1997). *Heterobasidion annosum* root and butt rot of Norway spruce, *Picea abies*: colonization by the fungus and its impact on tree growth. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae – Silvicultura* 41.

⁴² Stenlid, J. & Redfern, D.B. (1998). Spread within the tree and stand. I: Woodward S., Stenlid J., Karjalainen R. and Hüttermann A. (red.), *Heterobasidion annosum: Biology, ecology, impact and control*, CAB International, s. 125–142.

⁴³ Pettersson, M., Rönnberg, J., Vollbrecht, G. & Gemmel, P. (2003). Effect of thinning and *Phlebiopsis gigantea* stump treatment on the growth of *Heterobasidion parviporum* inoculated in *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 18: 362–367.

Tillväxthastigheten sjunker ytterligare när svampen når stammen och börjar växa uppåt. Rottickan kan sprida sig högt i träden. I de flesta fallen stannar spridningen av i stammen vid cirka 3 m. Det finns trots detta uppmätta röthöjder i gran och även hybridlärk på 15 m. Röthöjden är givetvis intressant att känna till redan när man avverkar ett träd. Det är då lättare att aptera trädet korrekt. Oftast verkar det bästa vara att kapa av 3 m av stammen när det finns röta i stubbskåret. Det finns dock en klar koppling mellan rötdiametern och röthöjden – röthöjden är cirka 20 gånger så stor som rötdiametern i stubbskåret.⁴⁴ Det skulle därigenom vara teoretiskt möjligt att göra en skattning av var den första rötade stambiten skall kapas från det nyligen avvertrade trädet. Spridningen kring medeltalet är trots den klara korrelationen ändå så pass stor att det i praktiken kan vara svårt att göra en tillräckligt precis bedömning.⁴⁵

Skogsskötsel för att förebygga och minska skador

De flesta av de skötselåtgärder som görs under en omloppstid påverkar i någon form utvecklingen av rötangreppen.⁴⁶ Skogsbruket med ett stort antal åtgärder under en omloppstid skapar många potentiella inkörsportar för rottickan i form av stubbar och skador på stammar och rötter. Det faktum att avverkningsåtgärder även utförs den varma delen av året, då rottickans sporer sprids som mest, förvärrar problematiken.

I varje enskilt bestånd finns två huvudkomponenter som kan påverka utvecklingen av rottickans angrepp. Den första komponenten är ståndortsfaktorerna. Förutom sluttningsriktning som inte verkar ha någon större betydelse, verkar ståndortsfaktorerna vara viktiga för rottickans förekomst:

- Altitud – ju högre över havet, desto mindre rotticka.
- Lokal topografi – mer rotticka på krön, kullar och åsar än i svackor.
- Jordart och jordmån – generellt ökar riskerna med ökad bördighet. Sandiga marker är ofta utsatta och även gamla jordbruksmarker.
- pH-värdet – den enskilt kanske viktigaste ståndortsfaktorn. Högre pH-värden ger mer röta. Ofta är höga pH-värden kopplade till kalkrik berggrund. Kända kalkområden med dokumenterat mycket röta är till exempel Storsjöbygden i Jämtland och Gotland.
- Fuktighet – mer rotticka på torra marker än på blöta.

Ståndortsfaktorerna är givna och svåra att ändra för skogsskötaren. Den andra komponenten är *skötseln* och det är här man kan påverka rötutvecklingen. Många skötselbeslut ska tas under en omloppstid och de flesta av dessa beslut kommer att påverka den kommande rötutvecklingen i mer eller mindre hög grad (figur SPS11).

⁴⁴ Stenlid, J. & Redfern, D.B. (1998). Spread within the tree and stand. I: Woodward S., Stenlid J., Karjalainen R. and Hüttermann A. (red.), *Heterobasidion annosum: Biology, ecology, impact and control*, CAB International, s. 125–142.

⁴⁵ Pukkala, T., Möykkynen, T., Thor, M., Rönnberg, J. & Stenlid, J. (2005). Modeling infection and spread of *Heterobasidion annosum* in even-aged Fennoscandian conifer stands. *Can. J. For. Res.* 35: 74–85.

⁴⁶ Piri T. (2003). *Silvicultural control of Heterobasidion root rot in Norway spruce forests in southern Finland*. PhD Thesis, Helsinki Univ.



Figur SPS11 Under en omloppstid ska många beslut tas och det finns många faktorer som påverkar rötutvecklingen. Källa: Rönnberg m.fl. (2006).⁴⁷ Bildbehandling Johanna Witzell.

De följande avsnitten tar upp hur olika skötselåtgärder påverkar rötutvecklingen. Trädslagsvalet är ett av de absolut viktigaste, inte minst ur rotrötesynpunkt, och tas därför upp separat.

Beståndsanläggning

Ur rotrötesynpunkt är det i samband med beståndsanläggning viktigt att först och främst utvärdera vilket utgångsläge man har. Vad fanns på marken tidigare? Stod där kraftigt rötad gran eller är det en gammal åkermark som ska beskogas?

I det senare fallet är utgångsläget det bästa möjliga, det vill säga beståndet är helt fritt från röta. Vi vet å andra sidan att angreppen på denna typ av mark kan ha ett mycket häftigt förlopp när rottickan väl fått fäste.⁴⁸ Ju tidigare rottickan kommer in i beståndet desto längre har den på sig att sprida sig vegetativt mellan träd och stubbar. Det gäller alltså vara noga med att göra sina ingrepp på ett sådant sätt att man förhindrar att nya angrepp uppstår, speciellt tidigt i beståndsutvecklingen.

I det förra fallet, då marken som ska föryngras tidigare hyste rötad gran-skog, är läget ett annat. Där kan man förvänta sig att en viss andel träd är angripna redan vid första gallringen. Där kan man till exempel använda sig av ett glest planteringsförband.⁴⁹

⁴⁷ Stureson, C., Rönnberg, J., Berglund, M. & Norman, J. (2011). *Rotröta – om rötan i allmänhet och rotticka på gran i synnerhet*. Studentlitteratur. ISBN: 9789144071961.

⁴⁸ Vollbrecht, G., Johansson, U., Eriksson, H. & Stenlid, J. (1995). Butt rot incidence, yield and growth pattern in a tree species experiment in southwestern Sweden. *For. Ecol. Man.* 76: 87–93.

⁴⁹ Johansson, K. & Pettersson, N. (1997). Effect of initial spacing on biomass production, butt rot frequency and graded yield of *Picea abies* (L.) Karst. I: Johansson, K. Effect of early competition on wood properties of Norway spruce. Doktorsavhandling. Acta Universitatis Agriculturae Suecia – *Silvestria* 19.

Hyggesvila

Att vänta med föryngringen är inte en gångbar metod för att förhindra att röta förs över från stubbar från den tidigare skogsgenerationen till det nya beståndet. Anledningen är att rottickan kan överleva i stubbar i flera decennier och att dessa stubbar under denna period kan fungera som smittokällor för friska träd.⁵⁰

Plantmaterial

Man har sett att det inte finns någon skillnad mellan olika granprovenienser i hur resistent de är mot angrepp av rotticka även om man kan skönja en svag variation mellan familjer. Det är dock på individnivå den stora potentialen för förädlingsarbetet finns. Granindivider visar en stor variation i motståndskraft mot rotticka och det finns individer som är i det närmaste resistent.⁵¹

Markberedning

Forskning om hur olika markbehandlingar påverkar rottickans spridning är begränsad. Den information som finns är heller inte entydig. Vid markberedning av ett hygge med rötade slutavverkningsstubbar kan det finnas en risk att man kör sönder stubbarna och sprider ut rötat vedmaterial över en större yta än om stubbarna är intakta. Detta skulle kunna leda till en större risk för att planter i det nya beståndet blir infekterade.⁵²

Föryngringsmetod

Generellt anses att planterade planter är känsligare för angrepp än naturligt föryngrade på grund av bättre rotsystem hos naturligt föryngrade planter. Resultat från studier på hur naturlig föryngring kontra plantering påverkar utvecklingen av rotröta går isär. Beståndsföryngrade granplanter har visat sig kunna bli kraftigt infekterade när de kommer upp under ett överbestånd som är infekterad av rotticka.⁵³

Planteringsförband

Glesa planteringsförband ger mindre röta. I ett svenskt förbandsförsök i gran såg man en klar koppling mellan ursprungsförbandet och rötfrekvensen i sista gallringen.⁵⁴ Rötfrekvensen var ungefär hälften så hög i granar med ett ursprungsförband på 2,5 m (1 600 planter per hektar) jämfört med ett

⁵⁰ Piri, T. (2003). *Silvicultural control of Heterobasidion root rot in Norway spruce forests in southern Finland*. PhD thesis, Helsinki Univ., Finland.

⁵¹ Swedjemark, G. & Karlsson, B. (2004). Genotypic variation in susceptibility following artificial *Heterobasidion annosum* inoculation of *Picea abies* clones in a 17-year-old field test. *Scand. J. For. Res.* 19: 103–111.

⁵² Rönnberg, J. & Vollbrecht, G. (1999). Early infection by *Heterobasidion annosum* in *Larix × eurolepis* seedlings planted on infested sites. *Eur. J. For. Path.* 29: 81–86.

⁵³ Piri, T. (2003). *Silvicultural control of Heterobasidion root rot in Norway spruce forests in southern Finland*. PhD thesis, Helsinki Univ., Finland.

⁵⁴ Johansson, K. & Pettersson, N. (1997). Effect of initial spacing on biomass production, butt rot frequency and graded yield of *Picea abies* (L.) Karst. I: Johansson, K. Effect of early competition on wood properties of Norway spruce. *Acta Universitatis Agriculturae Suecia – Silvestria* 19.

förband på 1,0 m (10 000 plantor per hektar). Liknande resultat för gran finns presenterade från Norge.⁵⁵

Färre rotkontakter och längre väg för rottickan mellan smittade stubbar eller träd och friska träd är en del av förklaringen till resultaten. En annan viktig förklaring är att bestånd med glesa utgångsförband sköts på ett annat sätt än tätare bestånd. Gallringarna blir färre eller svagare och omloppstiden blir kortare för bestånd med glesa förband jämfört med täta bestånd.

Röjning

Vid röjning skapas stubbar som är potentiella inkörsportar för rottickan. Röjning är också en åtgärd som inte sällan utförs under den varma delen av året, då rottickans sporspridning sker. Risken för nyinfektion är lägre vid röjning än vid gallring då både sporinfektionerna och den vegetativa spridningen ökar med ökande stubbstorlek. Dock kan även mycket små stubbar, med diameter ner mot 2 cm, bli infekterade och föra smittan vidare till sina grannar. I praktiken är troligen riskerna små vid tidig ungskogsröjning, både praktiska försök⁵⁶ och simuleringar⁵⁷ visar på detta.

Vid förröjningar innan första gallring är riskerna dock större eftersom de kvarstående träden, på grund av sin storlek, lättare blir smittade via rötterna.⁵⁸ Särskilt vid förröjning av friska bestånd kan det löna sig att vidta försiktighetsåtgärder såsom stubbehandling eller vinterröjning. Helst bör man kanske försöka undvika förröjningssituationen helt och hållet genom att röja bort de oönskade barrplantorna tidigt. Även om lövstubbar kan bli infekterade av rottickans sporer är troligen deras medverkan i spridningen av smitta försumbar. Risken för nyinfektion gäller alltså främst barrstubbar.

Gallring

Ett skogsbestånd befinner sig i gallringsfasen under en lång period. Här sker också ofta relativt många ingrepp. Vid gallringar skapas många stubbar som kan bli infekterade och fungera som smittokällor för det kvarstående beståndet. Skador på stammar och rötter kan också bli infekterade och bör undvikas i största möjliga mån.⁵⁹

Kraftiga gallringar ger mer röta än svaga. Detta beror på det större antalet stubbar som kan bli infekterade av sporer. Ju fler gallringar man gör desto högre är risken för att få in röta i beståndet. Tidiga gallringar kan potentiellt ge mycket röta jämfört med sena. Ju tidigare svampen introduceras i be-

⁵⁵ Venn, K. & Solheim, H. (1994). Root and butt rot in first generation of Norway spruce affected by spacing and thinning. I: Johansson, M.; Stenlid, J. *Proceedings of the 8th International Conference on Root and Butt Rots*. Wik, Sweden and Haikko, Finland, August 9–16, 1993. University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, s. 642–645.

⁵⁶ Vollbrecht, G., Gemmel, P. & Pettersson, N. (1995). The effect of precommercial thinning on the incidence of *Heterobasidion annosum* in planted *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 10: 37–41.

⁵⁷ Wang, L.Y., Gunulf, A., Pukkala, T. & Rönnberg, J. (2015). Simulated *Heterobasidion* disease development in *Picea abies* stands following precommercial thinning and the economic justification for control measures. *Scand. J. For. Res.* 30: 174–185.

⁵⁸ Gunulf, A., Wang, L.Y., Englund, J.-E. & Rönnberg, J. (2013). Secondary spread by *Heterobasidion parviporum* from small Norway spruce stumps to adjacent trees. *For. Ecol. Manag.* 287: 1–8.

⁵⁹ Vasiliasauskas, R. (2001). Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review. *Forestry* 74: 319–332.

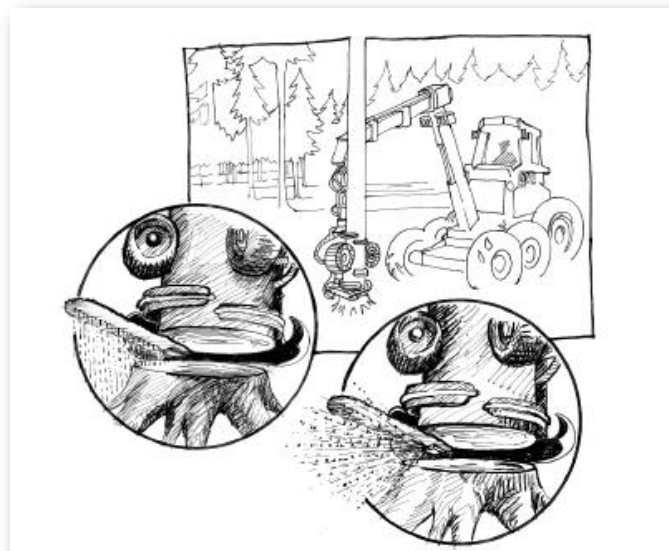
ståndet via stubbinfektioner desto längre tid har den på sig att breda ut sig och sprida sig till friska träd.

Vinteravverkning och stubbehandling

Den viktigaste åtgärden i gallring är att förhindra nya sporinfektioner på färsk stubbar. Ett effektivt sätt är att gallra under den tid på året då inga sporer sprids, alltså på vintern. En tumregel i praktiskt skogsbruk är att risken för sporinfektioner är låg när dygnsmedeltemperaturen ligger under 5 °C.⁶⁰

Om gallring sker under den varma perioden på året kan stubbytorna behandlas för att förhindra sporinfektioner. Flera försök från södra och mellersta Sverige visar att det inte är ovanligt att mellan 70 och 100 % av stubbarna blir infekterade av rotticka om ingen behandling görs under sommartid; siffror som kraftigt kan reduceras med stubbehandling. Det finns både kemiska och biologiska stubbebehandlingspreparat.⁶¹ Idag används i Sverige nästan uteslutande ett biologiskt preparat som i handeln går under namnet Rotstop®. Preparatet består av sporer av pergamentsvampen (*Phlebiopsis gigantea*), en naturlig konkurrent till rottickan på färsk blottad ved. Pergamentsvampen är mycket snabbväxande och konkurrerar ut rottickan på behandlade stubbar.

Några kemiska preparat som med fördel har använts tidigare är urea och borbaserade preparat. Preparaten blandas med vatten och sprayas, manuellt eller maskinellt (figur SPS12), på stubbytorna i samband med gallring.⁶²



Figur SPS12 Preparaten kan appliceras på stubben på olika sätt. Till vänster den idag vanligaste metoden med hålsvård och till höger den med dysa vid svärdsfästet. Illustration Tove Vollbrecht.

⁶⁰ Brandtberg, P.O., Johansson, M. & Seeger, P. (1996). Effects of season and urea treatment on infection of stumps of *Picea abies* by *Heterobasidion annosum* in stands on former arable land. *Scand. J. For. Res.* 11: 261–268.

⁶¹ Berglund, M., Rönnberg, J., Holmer, L. & Stenlid, J. (2005). Comparison of five strains of *Phlebiopsis gigantea* and two *Trichoderma* formulations for treatment against natural *Heterobasidion* spore infections on Norway spruce stumps. *Scand. J. For. Res.* 20: 12–17.

⁶² Pratt, J.E. & Thor, M. (2001). Improving mechanised stump protection against *Fomes* root rot in Europe. *Quart. J. For.* 95: 119–127.

Idag är stubbehandling i princip standard vid gallring sommartid i södra och mellersta Sverige. Det blir också vanligare och vanligare i norra delen av landet. Stubbytorna bör behandlas direkt eller högst inom ett par timmar efter det att trädet fällts. Försök med pergamentsvamp har visat att det är mycket viktigt att täcka hela stubbytan med preparatet för att nå önskad effekt.⁶³

Det är välkänt att stubbehandling minskar sporinfektioner på stubbar. Ännu mer intressant är självklart effekten på rötan i det kvarvarande beståndet. En långtidsstudie har nu visat att stubbehandling med både urea och pergamentsvamp minskar rötförekomsten i tidigare oinfekterade bestånd. Vintergallring hade samma resultat. I redan rötdrabbade bestånd var effekten inte lika säker, rötfrekvensen var likartad 13 år efter gallring oavsett behandling men antalet individer av rotticka minskade med behandling vilket på sikt skulle kunna påverka rötfrekvensen. För att utröna stubbehandlingens effekt i rötade bestånd behövs därför en studie som pågår längre.⁶⁴

Gallring i rötinfekterade bestånd

I många bestånd som ska gallras är redan en del av träden infekterade av röta. När ett rötat träd fälls så ökar spridningshastigheten av svampen i rötterna av den stubben med ungefär tre gånger jämfört med spridningshastigheten i det levande trädets rötter.⁶⁵ När trädet lever har det ett aktivt försvarssystem som helt sätts ur spel när trädet fälls. Gallringen i sig innebär alltså att spridningen av rottickan i det kvarvarande beståndet efter gallring katalyseras.⁶⁶ I praktiken betyder detta att man ska vara försiktig med sena gallringar i kraftigt rötade bestånd. Det kan vara en god tanke att avstå från en planerad sista gallring och istället tidigarelägga slutavverkningen. Ur ett ekonomiskt perspektiv visar simuleringar att det lönar sig att korta omloppstiden och minska antalet gallringar i rötade bestånd.⁶⁷

Gallringsskador

Gallringsskador på rötter och stammar är allvarliga och bör i möjligaste mån undvikas. Många av skadorna infekteras av rötsvampar. Rötan kan sedan sprida sig långt både uppåt och nedåt från skadan. Forskning visar att ungefär 60–100 % av skadorna resulterar i missfärgning av veden.⁶⁸ Även om rottickan kan vara inblandad så är det på gran framför allt blödskein som infekterar stam och rotskador.

⁶³ Berglund, M. & Rönnberg, J. (2004). Effectiveness of treatment of Norway spruce stumps with *Phlebiopsis gigantea* at different rates of coverage for the control of *Heterobasidion*. *For. Pathol.* 34: 233–243.

⁶⁴ Oliva, J., Thor, M. & Stenlid, J. (2010). Long term effect of mechanized stump treatment against *Heterobasidion annosum* root rot in *Picea abies*. *Can. J. For. Res.* 40: 1020–1033.

⁶⁵ Pettersson, M., Rönnberg, J., Vollbrecht, G. & Gemmel, P. (2003). Effect of thinning and *Phlebiopsis gigantea* stump treatment on the growth of *Heterobasidion parviporum* inoculated in *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 18: 362–367.

⁶⁶ Piri, T. & Korhonen, K. (2008). The effect of winter thinning on the spread of *Heterobasidion parviporum* in Norway spruce stands. *Can. J. For. Res.* 38: 2587–2595.

⁶⁷ Möykkynen, T. & Pukkala, T. (2009). Optimizing the management of a Norway spruce stand on a site infected by *Heterobasidion* coll. *Scand. J. For. Res.* 24: 149–159.

⁶⁸ Vasiliasauskas, R. (2001). Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review. *Forestry* 74: 319–332.

Slutavverkning

Vid slutavverkningen är det i regel för sent för att göra något åt rotrötan. Åtgärder vid slutavverkningen syftar istället till att försöka påverka rötans spridning till nästa skogsgeneration.^{69,70} Man kan tidigarelägga slutavverkningen i kraftigt rötade bestånd för att rädda en del av virkesvärdet. Precis som röjningsstubbar och gallringsstubbar kan slutavverkningsstubbar bli infekterade av luftburna sporer om avverkningen sker under sporspridningssäsongen. Även om betydelsen för sporinfektioner på slutavverkningsstubbar inte är helt utredd är rekommendationen att vinteravverka eller behandla stubbar, speciellt i friska bestånd.

En drastisk åtgärd vid slutavverkning är att bryta upp stubbarna i syfte att sanera marken från röta. Det finns flera studier som visar att stubbrytning har en tydlig effekt på rötfrekvensen i nästa skogsgeneration.⁷¹ Effekten verkar kvarstå även på lång sikt, en långtidsstudie visar på en 53–72% röt-reduktion 50 år efter slutavverkning med stubbrytning.⁷² För maximal effekt är det viktigt att få upp allt rötat material från marken.⁷³ Utöver att mycket av den etablerade rötan tas bort från platsen vid en stubbrytning reduceras även risken för nyinfektion då många av de stubbytor som annars skulle ha exponerats för sporer försvinner. Man bör dock beakta att de stubbar som eventuellt lämnas kvar i marken kan verka som inkörsportar om avverkningen utförs under sporspridningssäsong.⁷⁴

Beståndsförbättrande åtgärder – kalkning och gödsling

Det finns många gödslings- och kalkningsförsök på skogsmark i Sverige och grannländer. Tyvärr har inga försök utformats för att undersöka gödslingens och kalkningens påverkan på rötutvecklingen och mer forskning inom detta område behövs.

Kalkning av skogsmark innebär ett förhöjt pH-värde. Ett högt naturligt pH-värde är också en av de viktigaste ståndortsfaktorer som påverkar rötutvecklingen. En svensk studie tyder på att man ser effekten först efter relativt lång tid efter kalkning: det fanns en tendens till ökad rötfrekvens, jämfört med kontrollerna, i områden där kalk spridits för mer än 20 år sedan, medan i de yngre försöken fanns ingen tydlig skillnad mellan behandlingarna.⁷⁵

⁶⁹ Rönnerberg, J. (1999). Incidence of root and butt rot in consecutive rotations, with emphasis on *Heterobasidion annosum* in Norway spruce. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae – Silvestria 96.

⁷⁰ Rönnerberg, J., Berglund, M. & Johansson, U. (2007). Incidence of butt rot at final felling and at first thinning of the subsequent rotation of Norway spruce stands in South-Western Sweden. *Silva Fenn.* 41: 639–648.

⁷¹ Vasaitis, R., Stenlid, J., Thomsen, I. M., Barklund, P. & Dahlberg, A. (2008). Stump removal to control root rot in forest stands. A literature study. *Silva Fenn.* 42: 457–483.

⁷² Cleary, M.R., Arhipova, N., Morrison, D.J., Thomsen I.M., Sturrock, R.N., Vasaitis, R., Gaitnieks, T. & Stenlid, J. (2013). Stump removal to control root disease in Canada and Scandinavia: A synthesis of results from long-term trials. *For. Ecol. Manag.* 290: 5–14.

⁷³ Stenlid, J. (1987). Controlling and predicting the spread of *Heterobasidion annosum* from infected stumps and trees of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 2: 187–198.

⁷⁴ Kasanen, R., Terhonen, E., Huuskonen, S., Sun, H. & Uotila, A. (2011). High infection rate of residual conifer stumps by *Heterobasidion* species in an area with assumed low infection pressure. *Scand. J. For. Res.* 26: 404–412.

⁷⁵ Stenlid, J., & Bendz-Hellgren, M. (1996). Påverkar kalkning granens känslighet för rotröta? I: Staaf, H., Persson, T., Bertils, U. (Red.): Skogsmarkskalkning. Resultat och

Då det gäller gödsling och rotröta verkar resultaten gå isär. Det tycks dock vara så att balanserad gödsling som leder till att träden bibehåller sin vitalitet inte nämnvärt ökar risken för rötangrepp. Gödsling av rötad skog kan dock leda till en ökad tillväxt av svampen och ökad risk för stormfällning.⁷⁶

Trädslagsval

Att välja trädslag är ett av de viktigaste besluten som skogsskötaren fattar under en omloppstid. Det är känt att rottickan kan angripa ett stort antal olika trädslag, men det finns även trädslag som är näst intill resistent mot angrepp av rotticka. Generellt är lövträd mindre känsliga än barrträd. Att ha en generation med björk mellan två grangenerationer har förts fram som ett sätt att sanera marken från rotröta.⁷⁷

Tall (*Pinus sylvestris*)

Rotröta på tall är inte uppmärksammat som ett stort problem i vårt land. Tallen är dock inte på något vis förskonad mot angrepp, snarare tvärtom. En mycket stor del av den grundläggande forskningen på rottickans biologi har gjorts på tall. John Rishbeth, som visade att stubbytor var de stora inkörsportarna för rottickans infektioner, gjorde den mesta av sin forskning på tall. Stubbehandling med pergamentsvamp var i första hand utvecklad för tall. I Polen stubbehandlingas cirka 70 000 ha varje år och det är uteslutande tall som behandlas med pergamentsvamp.

Sjukdomsförloppet för rottickan på tall är annorlunda än det man ser på gran. Hos gran orsakar rottickan oftast en röta i kärnveden. Tallens *kärnved* däremot innehåller så höga halter av extraktivämnena att rottickans mycel inte kan växa där. Istället angrips *splintveden och innerbarken* (floemet) i rötterna och stambasen på träden. Detta hämmar kraftigt trädets vatten- och näringstransport och angreppen leder ofta till att träden dör. I kraftigt infekterade bestånd kan man se så kallade rötbrunnar som är luckor som uppstår till följd av att träden dör. Ofta blir rötbrunnarna cirkelformade och växer för varje år när några nya träd i luckans periferi har smittats via rotkontakter och dött.

Tallen infekteras framför allt av rottickans *P-form*. Man har också sett att S-formen kan angripa och döda unga tallplantor när de har planterats på marker där den tidigare generationen bestod av infekterad granskog. Kraftiga angrepp av rotticka på tall är i Sverige framför allt kopplade till sandiga marker med högt pH-värde.⁷⁸ Exempel på sådana marker är de kustnära skyddsplanteringar av tall som är vanliga i östra Skåne. De kalkrika markerna på Gotland är ett annat exempel där man har problem med rotticka på tall.

slutsatser från Naturvårdsverkets försöksverksamhet. Naturvårdsverket, *Rapport 4559*: 183–188.

⁷⁶ Piri, T. (1998). Effects of vitality fertilization on the growth of *Heterobasidion annosum* in Norway spruce roots. *Eur. J. For. Path.* 28: 391–397.

⁷⁷ Rönnerberg, J., Vollbrecht G., & Thomsen I.M. (1999). Incidence of butt rot in a tree species experiment in Northern Denmark. *Scand. J. For. Res.* 14: 234–239.

⁷⁸ Rönnerberg, J., Petrylajtė, E., Nilsson, G. & Pratt, J. (2006). Two studies to assess the risk to *Pinus sylvestris* from *Heterobasidion* spp. in southern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 21: 405–413.

Vid fällning av döda tallar kan det vid första anblicken vara ganska svårt att avgöra om trädet har dött av rottickans angrepp eftersom den, som nämnts ovan, oftast inte orsakar någon röta som är synlig i stubbskåret. Däremot brukar det vara relativt lätt att hitta fruktkroppar av rottickan på tallen. Eftersom svampen angriper de yttre delarna av stambasen är det vanligt att fruktkroppar bildas just där och man brukar hitta dem om man gräver lite i humuslagret runt stambasen på döda träd. Ibland växer de till och med ovan mark, något som är ganska ovanligt för till exempel gran.

En stor skillnad mellan tall och till exempel gran är att tallen dör till följd av angrepp av rotticka medan någon röta vanligtvis inte bildas. Detta innebär att man som skogsägare har möjlighet att ta tillvara virkesvärdet även om trädet smittats. Det är dock viktigt att man avverkar träden snabbt efter det att de dött innan sekundära skadegörare gör sitt intåg och angriper virket.

Lärk (*Larix* spp.)

Som sågad vara har lärken rötbeständiga egenskaper. Som stående träd däremot har olika arter av lärk visat sig synnerligen känsliga för angrepp av rotticka. Hos lärk orsakar rottickan, i likhet med gran, röta i framför allt *kärnveden* och rötan kan sprida sig högt upp i stammen. På grund av att lärk har en relativt mörk kärnved kan det ibland vara svårt att se begynnande rötangrepp i till exempel ett stubbskär. Dessutom uppträder rötan ofta fläckvis i kärnveden.

I södra Sverige är det rottickans *P-form* som angriper lärk. Det finns en rad försök där det har visat sig att lärk blir kraftigt smittad av rottickan då den har planterats på mark där det tidigare beståndet bestod av infekterad gran. Lärken verkar också kunna bli smittad väldigt tidigt. I ett försök där hybridlärk planterats på hyggen med gamla rötade granstubbar var 70 % av plantorna smittade redan vid fem års ålder.

Det är alltså tydligt att lärk kan bli smittad av rötade stubbar från den förra generationen men det finns även en studie ⁷⁹ som tyder på att lärkstubbbar fungerar som en inkörsport för rotticka. Det är möjligt att behandla lärkstubbbar om man gallrar under sporspridningssäsong. Effektiviteten av stubb- behandling tycks vara likartad med behandling av granstubbar.⁸⁰

Sitkagran (*Picea sitchensis*)

Sitkagranen är mottaglig både för *S-* och *P-formerna* av rottickan. Även för denna art orsakar rottickan röta snarare än mortalitet hos träden. I svenska och danska försök där sitkagranen har planterats på tidigare rötinfekterad mark har den visat sig mycket känslig för infektion från de gamla stubbarna. Sitkagranens stubbar blir också infekterade av rottickans sporer och i Storbritannien stubbehandlas den frekvent.⁸¹

⁷⁹ Mårtensson, S. (2007). Förekomst av rotticka i första generationens lärk på tidigare betes- och åkermark. *Examensarbete*. Institutionen för Sydsvensk Skogsvetenskap, SLU, Alnarp. 20 s.

⁸⁰ Wang, L.Y., Pålsson, H., Ek, E. & Rönnerberg, J. (2012). The effect of *Phlebiopsis gigantea* and urea stump treatment against spore infection of *Heterobasidion* spp. on hybrid larch (*Larix x eurolepis*) in southern Sweden. *For. Path.* 42: 420–428.

⁸¹ Swedjemark, G. & Stenlid, J. (1995). Susceptibility of conifer and broadleaf seedlings to Swedish S and P strains of *Heterobasidion annosum*. *Plant Pathol.* 44: 73–79.

Douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*)

Speciellt unga Douglasbestånd som planterats på tidigare rötinfekterad mark verkar känsliga för rotticka och plantor kan dö till följd av angrepp. Det verkar dock som att angreppen till viss del klingar av med en ökad beståndsålder. Det är framför allt *P-formen* av rottickan som angriper Douglasgranen.

Silvergran (*Abies alba*)

I Sverige är silvergran i princip resistent mot rotticka. Detta beror på att den inte är känslig för angrepp från de arter av rotticka vi har här. Där silvergranen har sin naturliga utbredning, längre söderut i Europa, finns dock en art av rotticka, *F-formen* som specialiserat sig på just silvergranen.

Kustgran (*Abies grandis*)

Kustgranen, som har sitt ursprung på den nordamerikanska västkusten, har visat sig vara relativt motståndskraftig mot rotticka. Därmed inte sagt att den inte blir angripen. Men i flera försök från Storbritannien, Sverige och Danmark har den klarat sig relativt bra jämfört med många andra trädslag. Skadan av rottickan består i likhet med granen av röta snarare än dödlighet.

Contortatall (*Pinus contorta*)

I Sverige har stora arealer planterats med contortatall. Det är dock i norra Sverige där endast rottickans S-form har påträffats. Sjukdomsbilden för contortatallen liknar den man ser på vår vanliga tall (se ovan). Contortan är framför allt känslig för angrepp av *P-formen*. Man har i försök dock noterat att en del plantor kan dö av angrepp av S-form som spridits från gamla stubbar där contortan har planterats på mark med tidigare rötad gran. Information om sporinfektioner på stubbar av contortatall är begränsad i Europa men det finns en studie som tyder på att stubbarna är mottagliga för båda formerna av rotticka.⁸²

Jämförande försök

Det finns ett antal försök från Danmark och Sverige där man jämfört känsligheten hos olika trädslag när de planterats på tidigare rötinfekterad mark.⁸³ Figur SPS13 visar resultat från ett danskt trädslagsförsök i Jenle, norra Jylland, där den tidigare generationen bestod av kraftigt rötinfekterad bergtall (*Pinus mugo*). Liknande försök har genomförts även i Susegården i Halland, där den tidigare generationen bestod av kraftigt rötinfekterad gran.⁸⁴

Blandskog

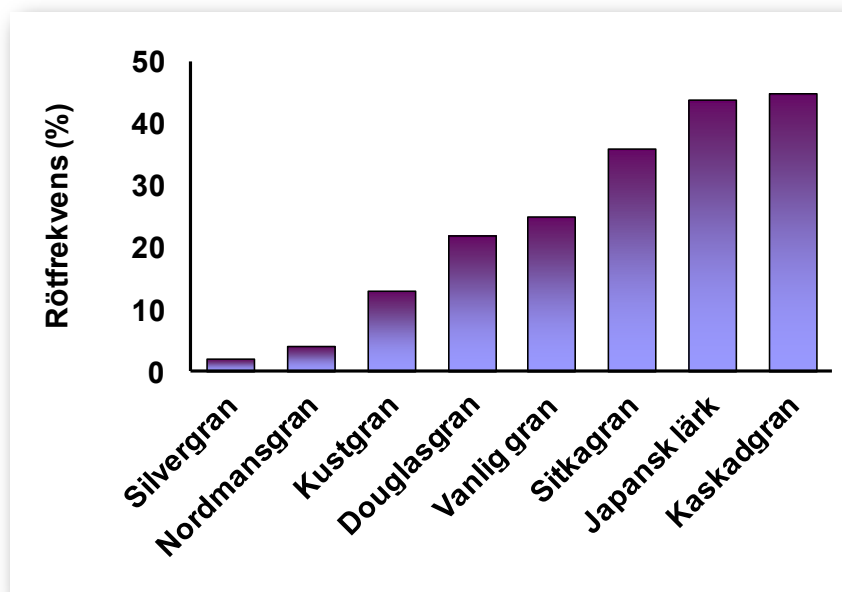
Undersökningarna av effekten av blandskog på utvecklingen av rotröta är många. Genom att blanda ett känsligt trädslag med ett mindre känsligt trädslag, kan man teoretiskt sett få en lägre rötfrekvens bland de känsliga

⁸² Svensson, S. (2011). *Pinus contorta* susceptibility to *Heterobasidion* spp. – A study of stumps, roots and artificial spore infections of stumps. Master thesis no. 171, SLU.

⁸³ Rönneberg, J., Vollbrecht G. & Thomsen I.M. (1999). Incidence of butt rot in a tree species experiment in Northern Denmark. *Scand. J. For. Res.* 14: 234–239.

⁸⁴ Vollbrecht, G., Gemmel, P. & Pettersson, N. (1995). The effect of precommercial thinning on the incidence of *Heterobasidion annosum* in planted *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 10: 37–41.

träden. De flesta studier visar också att så är fallet även om det finns de som inte visar på några samband. En finsk studie visade att rötffrekvensen i granar minskade proportionellt mot andelen inblandning av björk och tall. Effekten var relativt svag för björkblandbestånden jämfört med tallblandbestånden.⁸⁵ En svensk studie stödjer resultaten för tall. När gran blandades med tall såg man att en 50-procentig inblandning av tall gav den största effekten på rötffrekvensen i granarna.⁸⁶ Det resistenta trädslagets rumsliga fördelning har betydelse för skyddseffekten på det mottagliga trädslaget. Simuleringar visar att man genom att plantera det resistenta trädslaget runt infekterade slutavverkningsstubbar avsevärt kan minska rötffrekvensen i nästa generation och att minskningen på så sätt blir större än om man planterar de resistenta träden slumpvis över föryngringsytan.⁸⁷



Figur SPS13 Andel träd med röta i stubbhöjd för olika trädslag vid första gallring i ett danskt trädslagsförsök på tidigare rötinfekterad mark. Reproducerat från Rönnberg m.fl. (1999).⁸⁸

En förklaring till blandskogseffekten är att antalet rotkontakter mellan granarna är färre och svampen måste också växa en längre väg för att nå nästa, friska gran. En ytterligare förklaring som förts fram är att man genom att skapa blandbestånd, då framför allt med lövträd, förändrar markens mikroflora till att innehålla ett större antal antagonister till rottickan.⁸⁹

⁸⁵ Piri, T., Korhonen, K. & Sairanen, A. (1990). Occurrence of *Heterobasidion annosum* in pure and mixed spruce stands in southern Finland. *Scand. J. For. Res.* 5: 113–125.

⁸⁶ Lindén, M. & Vollbrecht, G. (2002). Sensitivity of *Picea abies* to butt rot in pure stands and in mixed stands with *Pinus sylvestris* in southern Sweden. *Silva Fenn.* 36: 767–778.

⁸⁷ Möykkynen, T. & Pukkala, T. (2011). Optimizing the management of Norway spruce and Scots pine mixtures on a site infected by *Heterobasidion* coll. *Scand. J. For. Res.* 25: 127–137.

⁸⁸ Rönnberg, J., Vollbrecht G., Thomsen I.M. (1999). Incidence of butt rot in a tree species experiment in Northern Denmark. *Scand. J. For. Res.* 14: 234–239.

⁸⁹ Piri, T. (2003). *Silvicultural control of Heterobasidion root rot in Norway spruce forests in southern Finland*. PhD thesis, Helsinki Univ., Finland.

Planering

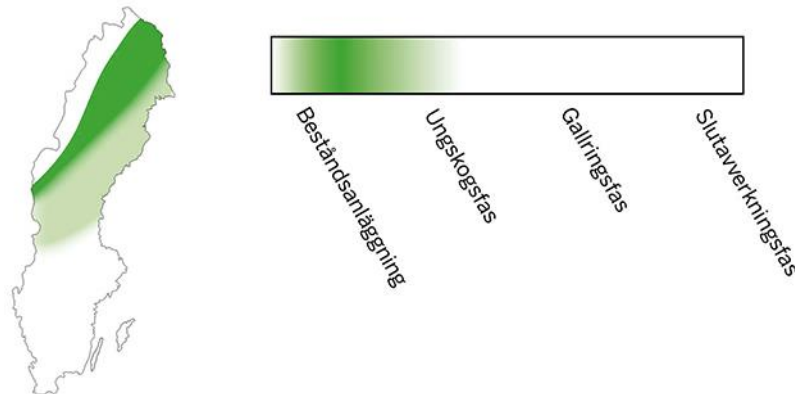
En skogsbruksplan innehåller en mängd information om de olika bestånden på en fastighet: trädslagsblandning, stamantal, grundyta, höjd med mera. Kunskap om rötforekomsten kan och bör vara en av de faktorer som ligger till grund för kommande skötselåtgärder. Att kontinuerligt *inventera rötforekomsten* på beståndsnivå kan vara av stor betydelse för ekonomin i de enskilda bestånden. Denna information kan lämpligen inhämtas i samband med gallringar, till exempel genom att man gör en stubbinventering efter gallring.

Enklast är att göra en provyteinventering där man räknar det totala antalet stubbar och antalet stubbar efter rötade träd. Sedan för man in rötprocenten för de olika bestånden i skogsbruksplanen. Denna information bör sedan vägas in vid beslut om framtida åtgärder. Exempelvis bör kanske omloppstiden kortas för kraftigt rötade bestånd, speciellt i vindutsatta lägen. Har man bestånd som är friska bör man vid nästa gallring vara extra försiktig så att nya sporinfektioner på stubbar kan undvikas. En planerad sista gallring ska kanske undvikas om beståndet har mycket röta.

Snöskytte

av Per Hansson & Andreas Bernhold (revision till andra upplaga: Per Hansson)

Snöskyttesvampen (*Phacidium infestans*/*Gremmenia infestans*⁹⁰) orsakar vissa år svåra skador och mortalitet i tallföryngringar i norra Sverige (figurerna SPS15–16). Svampens mycel växer genom snön från planta till planta och skadorna står i direkt proportion till snötäckets tjocklek och varaktighet.



Figur SPS14 Snöskytte förekommer allmänt på tall och contortatall under plant- och tidig ungskovsfas i de delar av Sverige som regelbundet har långvarigt snötäcke – i grova drag Norrland. Den gynnas av lokalkontinentals klimat med torra varma somrar samt kalla vintrar med djup lucker snö, men kan också orsaka omfattande skador även i klimatiskt mildare trakter under en kraftig skare.

Förekomst

Snöskyttesvampens sydgräns i Sverige går ungefär vid 60:e breddgraden och svampens skogliga betydelse ökar med stigande höjd över havet samt ökande breddgrad.⁹¹ Svampen förekommer cirkumpolärt i den boreala skogszonen⁹² men även i bergstrakter så långt söderut som i Turkiet⁹³. Skadesvampen angriper helt friska plantor av ett stort antal barrträdsarter, men i Sverige angrips främst tätt växande plantbestånd av *tall*. Den introducerade *contortatallen* klarar sig ofta bättre tack vare en snabbare ungdomstillväxt samt för att den hittills sällan föryngras genom sådd. Ibland infekteras och dödas fryslagrade *granplantor*.⁹⁴ Allvarliga snöskytteskador uppträder

⁹⁰ Crous, P.D., Quaedvlieg, W., Hansen, K., Hawksworth, D.L. & Groenewald, J.Z. (2014). *Phacidium* and *Ceuthospora* (Phacidiaceae) are congeneric: taxonomic and nomenclatural implications. *IMA Fungus* 5: 173–193. doi:10.5598/imafungus.2014.05.02.02

⁹¹ Per Hansson, egen analys.

⁹² Roll-Hansen, F. (1989). *Phacidium infestans* – A literature review. *Europ. J. For. Pathol.* 19: 237–250.

⁹³ Dogmus-Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi, A., Woodward, S. & Oskay, F. (2016). Impacts of inoculation with *Herpotrichia pinetorum*, *Gremmenia infestans* and *Gremmeniella abietina* on *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* and *Cedrus libani* seedlings in the field. *For. Pathol.* 46: 47–53. doi: 10.1111/efp.12213

⁹⁴ Petäistö, R.L., Lilja, A. & Hantula, J. (2013). Artificial infection and development of snow mold fungus (*Phacidium infestans*) in container-grown Norway spruce seedlings. *Balt. For.* 19: 31–38.

främst efter varma somrar (juni–september), snörika vintrar (särskilt viktigt i januari–februari) följt av kalla maj-månader året därpå.⁹⁵



Figur SPS15 Snöskytteskadad ungtall, *Pinus sylvestris*, (gråvita barr).
Foto Per Hansson.

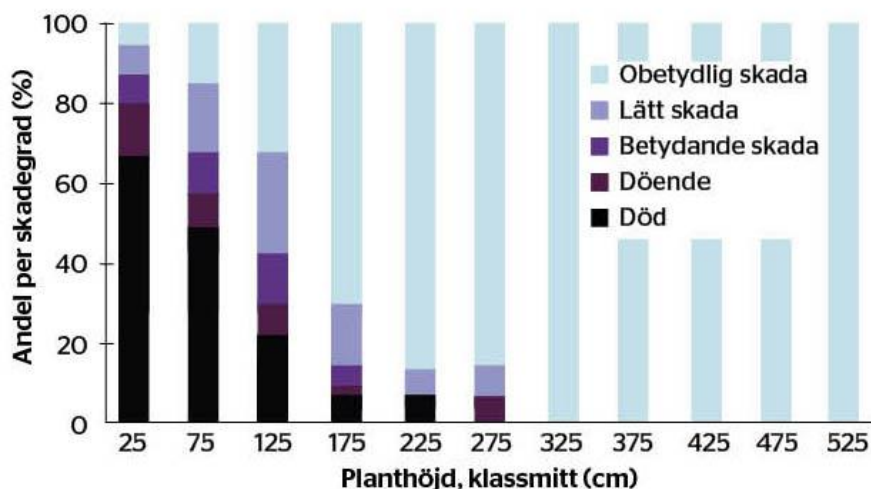


Figur SPS16 Färskas snöskytteskador på huvudvärden tall, *Pinus sylvestris*, (bruna barr på försommaren). Snötäckets gräns framträder tydligt. I nedre vänstra hörnet syns snöskyttedödade tallplantor från tidigare vintrar (gråvita barr). Foto Per Hansson.

Snöskyttesvampen trivs alltså bäst i områden med lokalkontinentalt klimat, det vill säga varma somrar och kalla vintrar med stora mängder pudersnö och sen snösmältning. Snöskytte uppträder på lågt sittande grenar som täcks av snö, men risken för plantavgång föreligger upp till 1,5 m (figur SPS17;

⁹⁵ Mattson-Mårn, L. och Nenzell, G. (1941). Studier över snöskytteangrepp inom tallföryngringar. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1: 160–191.

Per Hansson, egna data). Små, senvuxna plantor med korta barr klarar sig dock ofta undan snöskytteskador.⁹⁶



Figur SPS17 Betydande plantavgång av snöskytteinfekterade tallar sker upp till cirka 1,5 m höjd. (Data från HUGIN; Per Hansson, egen analys.)

Biologi

Denna primära skadesvamp infekterar framför allt frodvuxna friska tallplanter (och en rad andra barrträd) men dödar endast de barr och knoppar som täcks av snö. Efter snösmältningen framträder det grå spindelvävslika mycellet på de infekterade grenarna. Vid denna tidpunkt syns bara små gulaktiga fläckar på de i övrigt gröna barren.⁹⁷ Dessa barr är i själva verket döda och övergår successivt mot allt brunare färg framåt sommaren för att slutligen bli gråa till hösten (figur SPS15). Barren sitter ofta kvar två år och blir då nästan helt vita och mycket spröda. Hos contortatall förblir dock barren rödbruna till sent på hösten vilket innebär en viss förväxlingsrisk med *Gremmeniella*. I detta sammanhang bör en viss varningsflagg hissas för förväxlingsrisk med filtsvampen, *Herpotrichia juniperi*, som inte sällan utbildar liknande brunsvarta mycelmattor på gran i plantskolor.

Den tydliga gränsen mellan de friska och infekterade grenarna på plantan visar hur högt upp i snötäcket som temperatur och fuktighet varit gynnsamma för svampens mycel. Den översta decimetern av snötäcket blir ofta otjänlig för svampen såvida inte ett tjockt skartäcke skyddar mot kylan. I mitten av sommaren framträder fruktkropparna som mörka prickar under det yttersta cellagret på barren. Under hösten spricker fruktkropparna (*apothecierna*) upp i oregelbundna flikar. Den silvergrå färgen på barren och de öppna ”kraterlika” apothecierna är karakteristiska för snöskytte på tall (figur SPS18).

⁹⁶ Kurkela, T. (1969). Antagonism of healthy and diseased Ericaceous plants to snow blight on Scots Pine. *Acta Forestalia Fennica* 101.

⁹⁷ Eidmann, H. & Klingström, A. (1990). *Skadegörare i skogen*, s. 66.



Figur SPS18 Typiska höst-symptom av snöskytte på tall med silvergrå barr och ”kraterlika” svarta apothecier (fruktkroppar). Foto Per Hansson.

Ascosporerna från apothecierna på döda tallbarr (infekterade förra vintern), sprids under september–november till friska barr och angriper sedan barr på lågt sittande grenar när de täckts av snö. Mycelet tränger in i barrrens klyvöppningar och kan även sprida sig i snön från barr till barr. Risken för att svampen ska sprida sig via vindspridda infekterade barr är liten, då apothecierna redan under senvintern är tomma på sporer och sitter kvar på grenarna.⁹⁸ Endast barr från föregående vintersäsong sitter så löst att de skulle kunna blåsa loss och driva iväg på skaren. Dessa är dock då inte längre särskilt smittsamma.

I täta föryngringar eller i plantskolor växer snöskyttesvampen ofta ut i runda fläckar från en infektionspunkt. Den radiella spridningen i snön under en vinter är normalt 2–3 dm men kan i extremfall uppgå till 5–7 dm (Per Hansson, egna data). Mycelet växer snabbare i lucker isolerande snö än i hårt packad snö som leder kylan bättre.

Skogsskötsel för att förebygga och minska skador

Skötselåtgärder för bekämpning av snöskytte måste i första hand bygga på kunskapen om svampens livsbetingelser. Då man inte kan styra över den för svampen så viktiga *luftfuktigheten* under höstens sporspridning får man istället fokusera på *plantmaterialets hårdighet, förbandet* samt *svampmycellets tillväxtförhållanden i snön* under vintern.

Hyggesstorlek

Snötäcket anses generellt vara tunnare och mer kompakt på stora öppna hyggen än på små hyggen och vara allra djupast och luckrast snö i mindre luckor.¹¹ Dessa förhållanden ledde under 1950-talet fram till rekommendationer om att ta upp stora hyggen för att reducera snöskytterisken.⁹⁹ Kom ihåg att då professor Erik Björkman gav dessa rekommendationer var trakt-

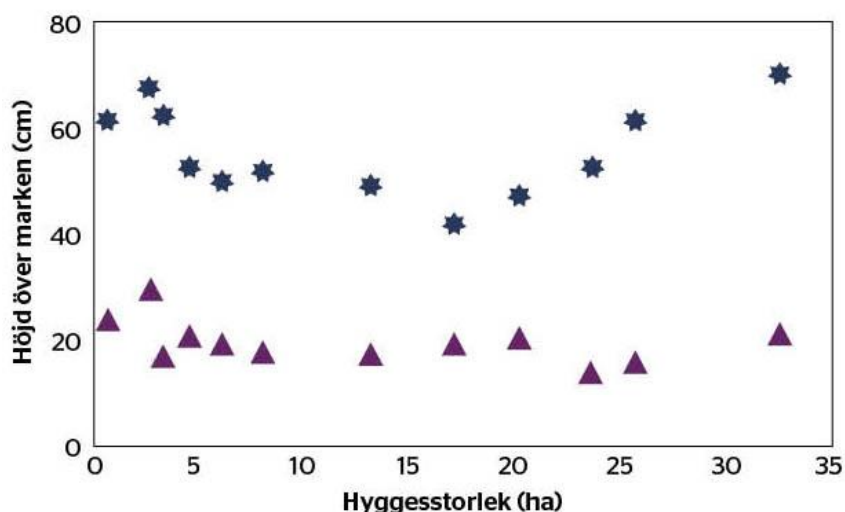
⁹⁸ Emilsson, M. (2002). Långdistansspridning av snöskytte. *Examensarbete* 2002–01, SLU, Inst. f. skogsskötsel, SLU.

⁹⁹ Björkman, E. (1948). Studier över snöskyttesvampens (*Phacidium infestans* Karst.) Biologi samt metoder för snöskyttets bekämpande. *Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt*, s. 1–129.

hyggesbruket i sin linda och ”stora hyggen” hade inte alls samma innebörd som under 1960–80-talen, då de riktigt stora kalhyggena togs upp i Norrlands inland.

Senare kontrollerade infektionsexperiment i Åsele lappmark under tre vintrar (1999–2001) på väl avgränsade hyggen (0,5–32 ha) tyder på att snödjupet inte regelmässigt minskar linjärt med hyggesstorleken samt att snöskyttesvampens myceltillväxt och därmed angreppen på tallarna inte heller påverkas direkt av hyggesstorleken (figur SPS19; Per Hansson, egna data). Variationen i både snödjup och angreppshöjd är större mellan olika vintrar än mellan olika stora hyggen. Norska erfarenheter visar att tallplanteringar även på stora kalhyggen kan drabbas av heltäckande skarskikt, vilket då ger nästan hundra procentig avgång.¹⁰⁰

Föryngring, i synnerhet sådd eller självföryngring, av tall och contortatall bör dock undvikas på de allra minsta hyggena (mindre än cirka 1 ha). Orsaken är att sådana hyggen medför drivbildning, långsam snösmältning och därmed troligen en ökad risk för svåra snöskytteskador, kanske främst på grund av ökad koncentration av snöskyttesporer och därmed många infektionspunkter.



Figur SPS19 Förhållandet mellan snödjup (stjärnor) och angreppshöjd av snöskytte (trianglar) experimentellt infekterade vid markytan på olika stora hyggen. Mätningar från tre vintrar (1999–2001) på tolv hyggen i Åsele lappmark (Per Hansson, egna data).

Hyggesbehandling

Färskt hyggesavfall är en närings- och spridningskälla för snöskytte som då lättare kan ta sig mellan plantorna. Gröna barr från senhöstens hyggesavfall blir ofta infekterat med snöskytte till skillnad från torkat hyggesavfall från avverkningar under senvinter, vår och sommar.

Röjning eller fällning av fröträd bör således inte utföras på senhösten i snörika områden. I de fall avverkning ändå måste ske på senhöst, rekommenderas bortförande av färskt hyggesavfall för att minska infektionsrisken

¹⁰⁰ Kaasa, J. (1971). Furuforyngelseproblemet på städer med snöskytteherjinger. *Tidskr. Skogbr.* 3:276–291.

av snöskytte.¹⁰¹ Röjning av snöskytteangripna plantor kan vara ett alternativ om angreppen uppmärksammas vid ett tidigt stadium. En sådan röjning bör ske på våren eller försommaren då skadan kan upptäckas och innan sporspridningen påbörjats. Vidare rekommenderas i särskilt snörika områden en senarelagd fällning av fröträd tills föryngringen nått snösäker höjd.

Sentida infektionsexperiment tyder på att man – med hänsyn till snöskytte – endast behöver hyggesrensa eller röja bort kvarstående ungsogsrester (skrufs) för att minska svampens tillväxtmöjlighet i täta självföryngringar eller sådder i områden med regelbundet stora snömängder (inre Lappland). Detta är dock ingen garanti mot angrepp. Faktorer utanför mänsklig påverkan, som sporspridning och snöns djup och konsistens, är av större betydelse.

Val av trädslag

Att föryngra med tall på alltför bördiga granmarker innebär alltid en ökad risk för skador, så även av snöskyttesvampen. Ett sätt att minska skadorna av snöskytte är att ståndortsanpassa sitt trädslagsval genom att (främst i Lappland) undvika att plantera tall på nordsluttningar och i svackor i terrängen där snön ligger kvar längre. Här är *gran* ofta ett bättre och naturligt alternativ. Även *sibirisk lärk* (*Larix sibirica*), *rysk lärk* (*Larix sukaczewii*) eller lärkhybrider, kan vara produktionsmässigt intressanta alternativ i lokalkontinentala områden.¹⁰²

I dessa områden (med djup lucker snö) kan även den i ungdomsfasen snabbväxande *contortatallen* vara ett alternativ.¹⁰³ Under likvärdiga förhållanden har tall upp till tio gånger högre mortalitet av snöskytte än contortatall.

En analys av praktiska föryngringar av contortatall visar att mortaliteten av snöskytte på contortatall ökar med ökande bonitet och grad av lutning (Per Hansson, egna beräkningar). Contortatall bör undvikas på granmarker i områden med maritimt klimatinflytande (med risk för tung blötsnö) även av den anledningen att den där löper risk att få stabilitetsproblem följt av angrepp av Small Tree Type *Gremmeniella*.¹⁰⁴

Val av tallproveniens

Det finns ett tydligt samband mellan proveniens och mottaglighet för snöskytteangrepp. Inget plantmaterial är helt resistent mot snöskytte, men nordliga provenienser skadas i betydligt mindre omfattning än sydliga provenienser. Vidare är inlandsprovenienser mer resistent än kustprovenienser och tallplantor bör därför inte förflyttas till högre altitudlägen.¹⁰⁵

¹⁰¹ Hansson, P. (2006). Effects of small tree retention and logging slash on snow blight growth on Scots pine regeneration *For. Ecol. Man.* 236: 368–374.

¹⁰² Karlman, L., Martinsson, O., Karlsson, C. & Gisle, S. (2013). Yield of *Larix sukaczewii* Dyl. and larch hybrids in northern Scandinavia. *Euras. J. For. Res.* 16: 45–56.

¹⁰³ Hansson, P. & Karlman, M. (1997). Survival, height and health status of 20-year-old *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* after different scarification treatments in a harsh boreal climate. *Scand. J. For. Res.* 12: 340–350.

¹⁰⁴ Karlman, M., Hansson, P. & Witzell, J. (1994). Scleroderris canker on Lodgepole pine introduced in Northern Sweden. *Can. J. For. Res.* 24: 1948–1959.

¹⁰⁵ Björkman, E. (1963). Resistance to snow blight (*Phacidium infestans* Karst.) in different provenances of *Pinus sylvestris* L. *Stud. For. Suec.* 5: 1–16.

Val av skogsodlingsmetod

Plantering är ur snöskyttesympunkt mindre riskabelt än metoder som skapar tät gruppställd föryngring, till exempel sådd (figur SPS20) och naturlig föryngring av tall under fröträd. I regel är förbandet i en plantering tillräckligt för att undvika mycelspridning mellan plantor under vintern och vitala plantor växer också snabbare till snöskyttesäker höjd. Vitala plantor och träd är emellertid generellt mer mottagliga för infektion än små undertryckta plantor eftersom risken är större att sporer fastnar på plantor och träd med stor barrmassa.



Figur SPS20 Snöskytte är ett allvarligt problem i tallsådder som inte hunnit enkelställas, vilket framgår tydligt av denna bild. Niemisel, Norrbotten, juni 2016. Foto Per Hansson.

Snöskytte och klimatförändringarna

Publicerade analyser av snöförhållanden och temperatur i nordöstligaste Finland 1978–2012 visar visserligen på signifikant kortare vintrar (27 dagar) men även på oförändrat maxsnödjup samt ökad frekvens av skare.¹⁰⁶ Om man infogar prognosvärden på temperatur och nederbörd från SMHI:s klimatscenarium (B2) i modellen för snöskytterisk, som utarbetades för södra Norrland 1941,¹⁰⁷ framkommer att risken för en ”snöskyttevinter”, förvånansvärt nog, blir större 2040 än vad den är i nuläget (Per Hansson, egna beräkningar). Då har inte den, för snöskytte, gynnande effekten av täta skarskikt ovanpå snötäcket beaktats. Slutsatsen blir att vi, trots klimatförändringarna, inte kan räkna bort snöskyttessvampen vid föryngringsplanering i Norrland, i synnerhet Lappland. Däremot förskjuts troligen sydgränsen norrut, så att Värmland och Dalarna rimligen blir förskonade från framtida snösktor och träd.

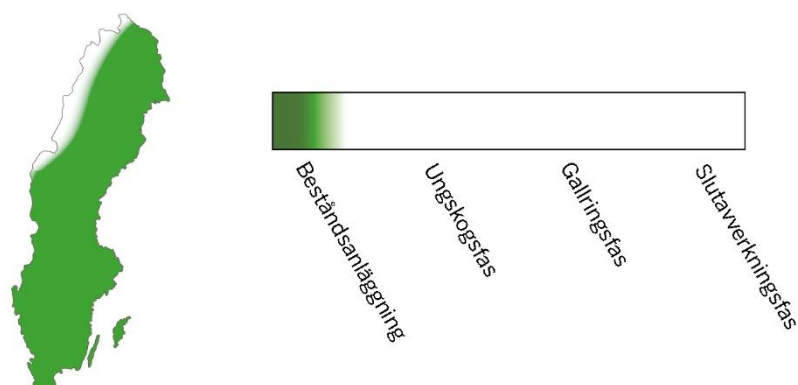
¹⁰⁶ Kivinen, S. & Rasmus, S. (2005). Observed cold season changes in a Fennoscandian fell area over the past three decades. *AMBIO* 44: 214–225.

¹⁰⁷ Mattson-Mårn, L. & Nenzell, G. (1941). Studier över snöskytteangrepp inom tallföryngringar. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1: 160–191.

Rotmurkla

av Anders Granström

Rotmurkla är en mycket vanlig svamp i nyligen bränd skog. Den exploaterar nydöda eller försvagade rotsystem hos barrträd. Fruktkroppar ses mest året efter branden och det är också då riskerna för planterade barrplantor är störst. Problemen kan undvikas genom hyggesvila eller genom att använda sig av sådd eller självföryngring istället för plantering.



Figur SPS21 Rotmurklan finns över hela världen och således också i hela Sverige. Eftersom dess sporer gror och utvecklas först efter att ha utsatts för temperaturer på 35–45 °C under några timmar är den hårt kopplad till brandfält.

Förekomst

Rotmurkla beskrevs första gången i slutet av 1700-talet och fick sitt nuvarande namn av svensken Elias Fries 1815. Svampen är i det närmaste kosmopolit, men förekommer bara i barrskog och bara efter att det har brunnit. Redan i slutet av 1800-talet visade forskare i Frankrike och Tyskland att den är brandberoende, att den angriper rotsystemen av brandskadade barrträd och att den även kan angripa barrträdsplantor.¹⁰⁸

Det var emellertid först in på 1950-talet som rotmurkla uppmärksammades som skadegörare i vårt land.¹⁰⁹ Varför så sent, kan man undra? Bränning av hyggen hade ju varit en standardmetod i stora delar av landet sedan länge. Sannolikt beror det på att föryngringen tidigare huvudsakligen hade skett med självföryngring eller sådd, men att man under 1950-talet alltmer började använda sig av plantering, och det är främst planterade plantor som angrips. Inga systematiska jämförelser har gjorts, men spridda observationer i litteraturen pekar på att svampen inte i någon större utsträckning förmår

¹⁰⁸ Hartig, R. (1892). *Rhizina undulata* Fr. Der Wurzelschwamm. *Forstlich-Naturwissenschaftliche Zeitschrift* 1:291–297.

¹⁰⁹ Hagner, M. (1960). Rotmurklan (*Rhizina inflata*) – en aktuell skadegörare på brända hyggen. *Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift*: 81–96.

angripa sådda eller självföryngrade plantor.¹¹⁰ Planterade plantor, och i synnerhet barrotsplantor, har naturligtvis en hel del skadade rötter och det är möjligt att det underlättar angreppen.

Biologi

Rotmurkla är en sporsäckssvamp med flera egenskaper som gör den hårt kopplad till just brandfält. Sporerne gror och utvecklas först efter att ha utsatts för relativt höga temperaturer; 35–45 °C under en tid av tre timmar är optimal behandling.¹¹¹ Så höga temperaturer får man aldrig nere i marken annat än i samband med skogsbrand. Det går därför anta att etableringen sker från en sporbänk som finns vid brandtillfället och inte från sporer som sprids in efter branden. Sporbanken behöver dock inte vara särskilt gammal. Sannolikt underhålls den av en effektiv sporspridning genom luften. Fältförsök i England visade en successivt avtagande vitalitet för sporerne över en tvåårsperiod, vid lagring i marken.¹¹²

När sporer grott i närkontakt med döda barrträdsrötter växer mycelet in i och exploaterar rötternas sav-bark och växer även in i ledningsbanorna. Mycelet sprider sig också genom marken och kan då nå nya branddödade eller försvagade rotsystem. En enskild svampindivid kan på så sätt täcka flera kvadratmeter.¹¹³ Småningom växer strängar av mycel mot ytan där fruktkropparna utvecklas. Dessa är från början små, bruna plättar med en ljus kant runt om. Fullt utvecklade är de kring 10 cm stora, oregelbundet konvexa och med en yta som närmast liknar den hos en chokladbiskvi (Figur SPS22). Fruktkroppen är förankrad i marken med rot-liknande mycelknippen och det är dessa som svampens namn syftar på.



Figur SPS22 Vänster: Unga svampfruktkroppar av rotmurkla vid midsommartid, ett år efter brand. Diameter 2–3 cm. Den vita kanten är karakteristisk för mycket unga fruktkroppar. Höger: Fullt utvecklade rotmurklor i slutet av juli, ett år efter brand. På den här ytan är så gott som all humus bortbränd vilket lett till snabb mossetablering (till höger). Sala-brännan. Foto Anders Granström.

¹¹⁰ Hagner, M. (1960). Rotmurklan (*Rhizina inflata*) – en aktuell skadegörare på brända hyg-gen. *Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift*: 81–96.

¹¹¹ Jalaluddin, M. (1967). Studies on *Rhizina undulata*. I: Mycelial Growth and Ascospore Germination. *Transactions of the British Mycological Society* 50: 449–459.

¹¹² Jalaluddin, M. (1967). Studies on *Rhizina undulata*. I: Mycelial Growth and Ascospore Germination. *Transactions of the British Mycological Society* 50: 449–459.

¹¹³ Lygis, V., Vasiliauskas, R. och Stenlid, J. (2005). Clonality in the postfire root rot ascomycete *Rhizina undulata*. *Mycologia* 97: 788–792.

Om en brand inträffar tidigt på säsongen, exempelvis i maj, kan fruktkroppar dyka upp redan samma sommar. I de allra flesta fall kommer de dock först under högsommaren året efter branden. Även något år senare brukar enstaka exemplar dyka upp, men aldrig i någon större omfattning.¹¹⁴ Plantor av tall och gran som sätts under brandåret eller året efter riskerar att angripas av svampen. Angripna plantor tappar färgen ganska snart och vissnar. Omfattningen av angreppen varierar kraftigt. Det finns dokumenterade fall där merparten av plantorna dukt under, medan det i andra fall varit obetydliga skador trots riklig förekomst av rotmurkla. Orsakerna till dessa skillnader är inte utredda.

Ett fenomen som dokumenterats väl i bland annat Holland är angrepp i äldre skog vilka först initierats intill små isolerade brännfläckar, såsom lägereldar, men som sen expanderat utåt på icke bränd mark och år efter år dödat allt fler träd.¹¹⁵ Spridningstakten har då varit ett par tre meter per år. Den här typen av angrepp har inte observerats i Sverige. Däremot är det sannolikt, men ännu inte belagt, att svampen bidrar till att avdöda försvagade träd på brandfält. För tallar som fått omfattande rotskador vid branden kan dödsrisken vara hög under ett par tre år därefter och ibland dyker fruktkroppar av rotmurkla upp intill sådana tallar när de väl dött. Hur stor skuld som skall läggas på rotmurklan är dock oklart, eftersom dessa träd lider generellt av nedsatt vitalitet till följd av rotskador direkt orsakade av branden och även brukar ha fått omfattande mörghorreangrepp.

Det är så gott som säkert att finna rotmurkla efter brand i barrskog eller på färsk hyggen, även om mängderna varierar kraftigt. Däremot inte på äldre hyggen där de avverkade trädens rötter hunnit dö och koloniserats av andra svampar. Redan hyggen som legat en sommar före brand har lägre svampförekomst och därför även mindre risk för planterade barrplantor.¹¹⁶

Både laboratorieförsök och fältobservationer visar att rotmurkla bara kan utvecklas på barrträdsrötter. Dessutom finns ett pH-beroende, varför svampen har ringa eller ingen förekomst i kalkrika områden.¹¹⁷ En undersökning under 1950-talet visade exempelvis att rotmurkla i stort sett saknades i det Jämtländska siluområdet.¹¹⁸

Skogsskötsel för att förebygga och minska skador

Risken att få omfattande plantavgång till följd av rotmurkla är svår att bedöma. De mer omfattande inventeringar som finns är från 1960-talet, då planttyper och planteringsteknik var helt annorlunda än idag. Det är för övrigt inte helt lätt att med säkerhet hänföra plantdöd till rotmurkla utan att titta på rötterna när angreppet fortfarande pågår. Klart är att plantavgångarna på bränd mark i många fall under senare år har varit små, trots förekomst av rotmurkla.

¹¹⁴ Hagner, M. (1960). Rotmurklan (*Rhizina inflata*) – en aktuell skadegörare på brända hyggen. *Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift*: 81–96.

¹¹⁵ Gremmen, J. (1971). *Rhizina undulata*. A review of research in the Netherlands. *European Journal of Forest Pathology* 1: 1–6.

¹¹⁶ Hagner, M. (1962). Några faktorer av betydelse för rotmurklans skadegörelse. *Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift* 245–270.

¹¹⁷ Jalaluddin, M. (1967). Studies on *Rhizina undulata*. I: Mycelial Growth and Ascospore Germination. *Transactions of the British Mycological Society* 50: 449–459.

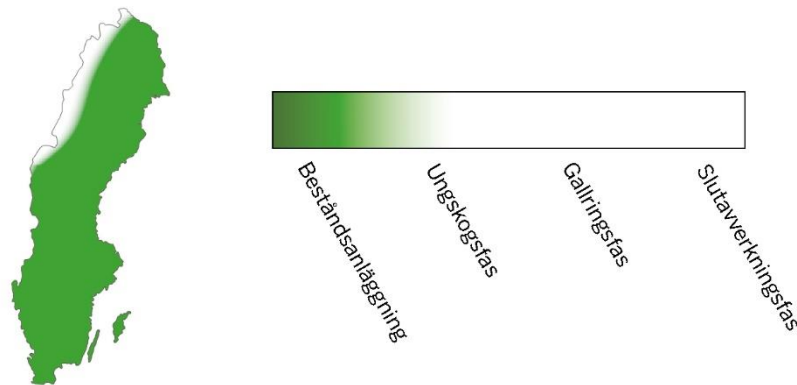
¹¹⁸ Hagner, M. (1962). Några faktorer av betydelse för rotmurklans skadegörelse. *Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift* 245–270.

För att minska eller helt eliminera riskerna finns flera möjliga vägar. Man kan använda sig av sådd eller naturlig föryngring under fröträd, då naturligt etablerade plantor knappast alls angrips. Likaså är plantering närmast riskfri på hyggen som legat mer än en sommar före brand och där rotsystemen för de avverkade trädens rotsystem redan är otjänliga för rotmurklan. Slutligen minskar riskerna successivt med tid efter brand; plantering året efter att rotmurklan haft sin topp, det vill säga i normalfallet två år efter brand, bör i de flesta fall vara tillräckligt för att eliminera problemen.

Snytbaggen

av Göran Nordlander, Kristina Wallertz, Niklas Björklund, Claes Hellqvist och Magnus Petersson

Snytbaggen gnager av barken på barrträdsplantor men även på tunnare grenar och rötter av större barrträd. Nyplanterade plantor dödas i stor utsträckning genom att gnaget ringbarkar stammen. Omfattande skador av snytbagge har varit ett konstant problem sedan övergången till trakthyggesbruk. Dagens skogsbruk med nya hyggen varje år relativt jämnt fördelade i landskapet ger förutsättningen för en stabilt hög populationsnivå hos snytbaggen. Skadorna som snytbaggen orsakar kostar det svenska skogsbruket hundratals miljoner kronor årligen.



Figur SPS23 Snytbaggen är vanlig över hela landet, risken för skador är dock störst i Götaland och östra Svealand. Svåra skador uppstår bara under beståndsanläggning då snytbaggen gnager på rothalsen på de unga plantorna.

Förekomst

Snytbaggen (*Hylobius abietis*) är vanlig överallt i Sverige där det finns barrskog. Mest talrik är den i Götaland och östra Svealand. Där är också risken som störst för dödliga gnagskador på planterade barrträdsplantor. Även längs Norrlandskusten är skaderisken ganska hög men den minskar generellt ju längre norrut och ju längre in i landet man kommer i norra Svealand och Norrland.¹¹⁹ Variationen mellan hyggen är emellertid stor och mycket hög dödlighet på grund av snytbagge förekommer ibland även långt upp i Västerbotten.

Snytbaggar kan flyga åtskilliga mil under flygperioden i maj–juni, när de söker sig till färsk hyggen.¹²⁰ Praktiskt taget alla hyggen är därför åtkomliga för inflygande snytbaggar.

I kuperad terräng anses sydsluttningar och höjdparter få mer skador av snytbagge än nordsluttningar och sänkor. Det är emellertid ett komplicerat

¹¹⁹ Snytbaggen – åtgärder i Norrland. <http://snytbagge.slu.se/skaderisker-och-atgarder.php>

¹²⁰ Solbreck, C. (1980). Dispersal distances of migrating pine weevils, *Hylobius abietis*, Coleoptera: Curculionidae. *Entomol. Exp. Appl.* 28: 123–131.

samspel mellan landskapets topografi, lokalklimat, markförhållanden och vegetation som avgör skadornas lokala fördelning. Att utifrån sådana faktorer förutsäga förekomsten av snytbaggar och risken för skador på enskilda hyggen har ännu inte visat sig vara möjligt. Däremot går det att grovt skatta genomsnittlig risk för skador av snytbagge utifrån hyggets geografiska läge, hyggesålder vid plantering, markberedningens kvalitet, etcetera.¹²¹

Biologi

Snytbaggen är en cirka 8–14 mm lång brunsvart skalbagge med band av gula hårfläckar på ovensidan (figur SPS25). Som hos alla skalbaggar tillhörande familjen vivlar är huvudet framtill utdraget till ett långt snyte. I spetsen på snytet sitter ett par yttre käkar med vilka snytbaggen gnager i sig sin föda.

I Sverige finns ytterligare tre arter av släktet *Hylobius*, dit snytbaggen hör. En av dessa, den mindre snytbaggen (*H. pinastri*), är snarlik snytbaggen men skiljer sig bland annat genom sina rödaktiga ben. Denna art skadar plantor på liknande sätt som snytbaggen men är mindre vanlig. Mest finner man den på lite fuktigare, grandominerad mark. Även tallvivlar av släktet *Pissodes* är utseendemässigt ganska lika snytbaggen men skiljer sig bland annat genom att antennerna är fästade ungefär mitt på snytet i stället för nära spetsen.

Snytbaggens larv gnager slingrande gångar under barken i rötter av barrträd som nyligen fällts eller dött på annat sätt. Den krumböjda larven saknar ben och är gulvit med brun huvudkapsel (figur SPS24).



Figur SPS24 Snytbaggens larv och puppa (till höger). Den fullvuxna larven gnager ut en puppkammare i rotens ved, som här syns på bilderna till vänster och höger. Foto Claes Hellqvist.

Den fullbildade snytbaggen kan bli flera år gammal. Den kan äta av olika växter men tunn barrträdsbark utgör den huvudsakliga födan. Barken gnags i stor utsträckning från trädrötter under mark men tidvis också högt upp i trädkronor. Gnaget på plantor, vilket är det enda gnaget som har någon eko-

¹²¹ Snytbaggen – åtgärder för lyckade planteringar. <http://snytbagge.slu.se/skaderisker-och-atgarder.php>

nomisk betydelse, utgör endast en mindre del av snytbaggarnas hela födo-
tag.¹²²



Figur SPS25 Snytbagge. Foto Claes Hellqvist.

Snytbaggarna har sin flygperiod, svärmning, i maj–juni när det är varmt (minst 18 grader) och vindarna svaga. De flyger då från de två eller tre år gamla hyggena där de kläckts och landar på färska hyggen. Där stannar de kvar, äter, parar sig och lägger ägg. Äggen läggs i marken kring färska stubbrötter eller i hål som honan gnager i rötternas bark.¹²³ Larven gör en lång gång i rötternas innerbark och på hösten gnager den en puppkammare i veden där den övervintrar. Först följande sommar förpuppar den sig och puppstadiet varar i några veckor. På eftersommaren kommer en stor del av de nykläckta snytbaggarna fram och näringsgnager före övervintringen, medan andra individer stannar kvar i puppkammaren och övervintrar där. I båda fallen blir generationstiden två år.

Ifall det finns skogsplantor på det färska hygget så kan de koloniserande snytbaggarna orsaka svåra skador redan den första sommaren. Följande vår kryper dessa föräldradjur upp från sin övervintring i förnan och kan då

¹²² Bylund, H., Nordlander, G. & Nordenhem, H. (2004). Feeding and oviposition rates in the pine weevil *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae). *Bull. Entomol. Res.* 94: 307–317.

¹²³ Nordlander, G., Nordenhem, H. & Bylund, H. (1997). Oviposition patterns of the pine weevil *Hylobius abietis*. *Entomol. Exp. Appl.* 85: 1–9.

skada plantor under våren och sommaren. Den nya generationen skalbaggar som börjar kläckas på eftersommaren åter på plantor långt in på hösten och orsakar då ofta stora skador. På våren den tredje säsongen kommer nästan alla snytbaggar av den nya generationen fram på hygget. De måste då äta mycket för att utveckla flygmuskulaturen innan de kan flyga iväg till ett färskt hygge. Antalet snytbaggar på ett hygge minskar sedan ytterligare under fjärde och femte säsongen. Att det fortfarande finns snytbaggar kvar då beror bland annat på att en del ägg läggs även den andra säsongen efter avverkning.¹²⁴

Ovanstående gäller för södra och mellersta Sverige. Längre norrut kan generationstiden vara tre eller ända upp till fyra år, vilket leder till ett mer långdraget skadeförlopp.

Skador

Det är den fullbildade snytbaggen som genom sitt gnag på nyplanterade barrträdplantor utgör problemet vid skogsföryngring. Genom att snytbaggarna helst vill sitta i skydd när de äter så koncentreras gnaget vanligen till stammens nedersta del, som snabbt blir ringbarkad varpå plantan dör¹²⁵ (figur SPS26a). De nyplanterade plantorna har liten förmåga att försvara sig mot gnagsskador men hos en väletablerad planta gör kådförsvaret att gnagfläckarna blir små (figur SPS26b).¹²⁶



Figur SPS26a Gnag på planta. Foto Claes Hellqvist.

¹²⁴ Nordenhem, H. (1989). Age, sexual development, and seasonal occurrence of the pine weevil *Hylobius abietis* (L.). *J. Appl. Entomol.* 108: 260–270.

¹²⁵ Petersson, M., Nordlander, G. & Örländer, G. (2006). Why vegetation increases pine weevil damage: Bridge or shelter? *For. Ecol. Manage.* 225: 368–377.

¹²⁶ Fedderwitz, F., Nordlander, G., Ninkovic, V. & Björklund, N. (2016). Effects of jasmonate-induced resistance of conifer plants on the feeding behaviour of a bark-chewing insect, *Hylobius abietis*. *J. Pest Sci.* 89: 97–105.



Figur SPS26b Skadad planta med kåda. Foto Claes Hellqvist.

Skogsskötsel för att förebygga och minska skador

Det förhärskande sättet att sköta skog i Sverige är kalavverkning med följande återplantering och detta är också grunden till problemet med snytbaggeskador. Kalhyggesbruket förser snytbaggarna kontinuerligt med mängder av yngelmateriäl i form av färsk stubbar spridda i landskapet, vilket ger en konstant hög populationsnivå.¹²⁷ Om inte hela skogsskötselsystemet radikalt förändras, så är det svårt att påverka populationen av snytbaggar och därmed sänka skadenivån. I stället kan skogsbruket utnyttja en rad andra åtgärder och förutsättningar för att minska skadorna av snytbagge. Åtgärderna måste anpassas till rådande förhållanden och oftast behövs flera av dem samtidigt för att man ska uppnå tillräckligt hög plantöverlevnad och önskat föröngningsresultat.¹²⁸ Följande avsnitt tar upp olika sätt att minska skadorna.

Val av trädslag

Det är väl känt att snytbaggen gör stora skador på våra inhemska barrträd gran och tall. Skador av snytbaggen förekommer också på vissa lövträd såsom björk (*Betula pendula*), även när gran är tillgänglig som föda.^{129,130}

¹²⁷ Björkman, C., Bylund, H., Nilsson, U., Nordlander, G. & Schroeder, L. M. (2015). Forest management to mitigate insect damage in a changing climate. S. 248–266 i: Björkman, C. & Niemelä, P. (eds.) Climate Change and Insect Pests. CABI, UK, ix + 266 pp. ISBN–13: 978 1 78064 378 6.

¹²⁸ Snytbaggen – åtgärder för lyckade planteringar.

<http://snytbagge.slu.se/attachment/snytbaggen-gatgarder-for-lyckade-planteringar.pdf>

¹²⁹ Löf, M., Isacsson, G., Rydberg, D. & Welander, T.N. (2004). Herbivory by the pine weevil (*Hylobius abietis* L.) and short-snouted weevils (*Strophosoma melanogrammum* Forst. and *Otiorhynchus scaber* L.) during the conversion of a wind-thrown Norway spruce forest into a mixed-species plantation. *For. Ecol. Manage.* 190: 281–290.

¹³⁰ Toivonen, R. och Viiri, H. (2006). Adult large pine weevils *Hylobius abietis* feed on silver birch *Betula pendula* even in the presence of conifer seedlings. *Agr. For. Entomol.* 8: 121–128.

Det finns ett ökat intresse av att använda introducerade trädslag i svenskt skogsbruk och orsakerna kan vara flera: förändrat klimat, högre produktion och högkvalitativt virke. Bland lövträden är poppel (*Populus* spp.) och hybridasp (*Populus tremula* x *P. tremuloides*) exempel på snabbväxande trädslag men på plantor av dessa har endast obetydliga skador av snytbaggen noterats.^{131,132}

Hybridlärk, sitkagran och contortatall är exempel på barrträd som på grund av sin förmåga till hög virkesproduktion och möjlighet till kortare omloppstid, jämfört med gran respektive tall, kan vara intressanta för framtiden. Douglasgran odlas i mycket liten skala men har goda virkesegenskaper och en potential att vara ett alternativ i ett framtida varmare klimat.

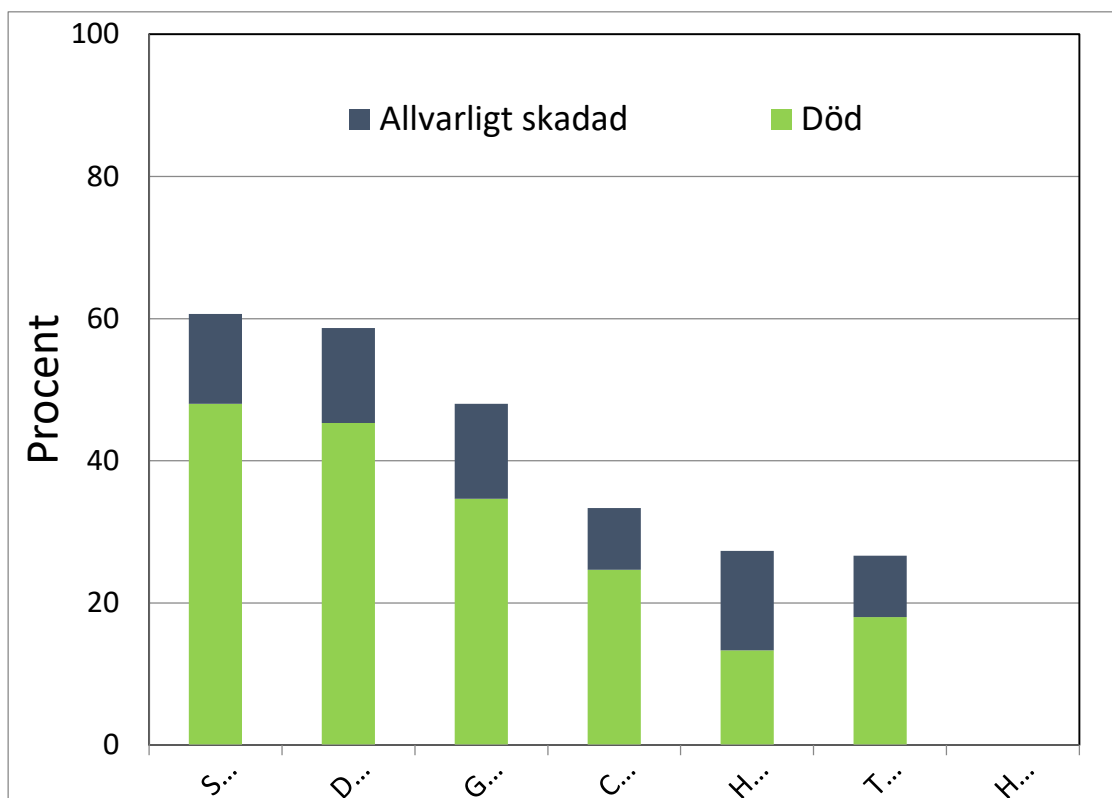
Alla dessa arter av barrträd har visat sig vara intressanta som föda för snytbaggen och det verkar som om Douglas- och sitkagran är mer attraktiva än de övriga (figur SPS27).¹³³ Hybridlärk har en väldigt hög tillväxt under ungdomsåren och blir genom detta mindre sårbar på kortare tid jämfört med övriga trädslag. Trots vissa skillnader i skadenivåer mellan arterna är rekommendationen att skydda plantor av alla slags barrträd mot snytbaggen på samma sätt som vi gör med gran och tall.

Även om man kan få skador av snytbagge på björkar planterade efter avverkning av barrträd, så är skadorna oftast av mindre betydelse. Men en bra markberedning underlättar både plantetablering och minskar risken för skador av snytbagge.

¹³¹ Månsson P.E., Schlyter F. (2004). *Hylobius* pine weevils adult host selection and anti-feedants: feeding behaviour on host and non-host woody scandinavian plants. *Agr.For. Entomol.* 6: 165–171.

¹³² Wallertz, K., Nordenhem, H. & Nordlander, G. (2014). Damage by the pine weevil *Hylobius abietis* to seedlings of two native and five introduced tree species in Sweden. *Silva Fennica* 48(4): article id 1188, 14 s.

¹³³ Wallertz, K., Nordenhem, H. & Nordlander, G. (2014). Damage by the pine weevil *Hylobius abietis* to seedlings of two native and five introduced tree species in Sweden. *Silva Fennica* 48(4): article id 1188, 14 s.



Figur SPS27 Andel plantor av olika trädslag som dödas eller blivit allvarligt skadade av snytbagge i ett fältförsök i södra Sverige. Efter Wallertz m.fl. (2014).¹³⁴

Plantstorlek

Plantans *rothalsdiameter* har stor betydelse för dess chans att överleva angrepp av snytbaggen (figur SPS28). Detta är väl undersökt och en rad studier visar på samma sak, det vill säga stora plantor klarar snytbaggeangreppet bättre än små.^{135,136,137} *Barrotsplantor* är oftast 3 eller ibland 4 år och därmed vanligen den grövsta planttypen. *Hybridplantor* (se avsnittet Produktion av frö och plantor) även kallad PluggPlusEtt eller Teplus, är först odlade i kassett och därefter omskolade på friland, vilket gör att de är cirka 1,5 till 2 år gamla och har oftast något mindre rothalsdiameter jämfört med barrotsplantan. *Täckrotsplantor* är mellan 1 och 1,5 år och därmed den minsta planttypen.

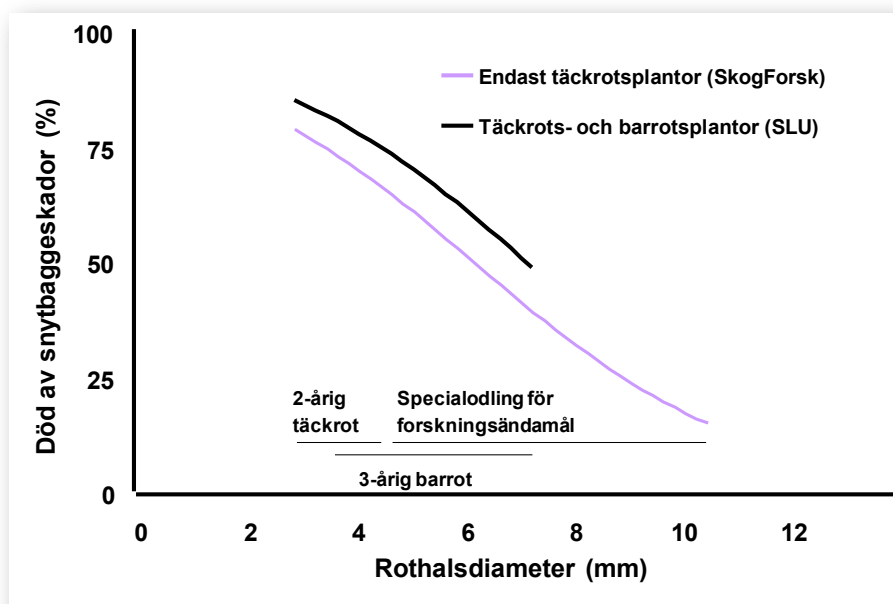
¹³⁴ Wallertz, K., Nordenhem, H. & Nordlander, G. (2014). Damage by the pine weevil *Hylobius abietis* to seedlings of two native and five introduced tree species in Sweden. *Silva Fennica* 48(4): article id 1188, 14 s.

¹³⁵ Örlander, G. & Nilsson, U. (1999). Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scand. J. For. Res.* 14: 341–354.

¹³⁶ Thorsén, Å., Mattsson, S. & Weslien, J. (2001). Influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by pine weevils (*Hylobius abietis*). *Scand. J. For. Res.* 16: 54–66.

¹³⁷ Nordlander, G., Hellqvist, C., Johansson, K. & Nordenhem H. (2011). Regeneration of European boreal forests: Effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine weevil *Hylobius abietis*. *For. Ecol. Manage.* 262: 2354–2363.

På äldre hyggen kan barrotsplanter ibland drabbas av vattenstress, vilket gör att de i sådana fall drabbas hårdare än täckrotsplanter vid snytbaggangrepp. Hybridplanter kan då vara ett alternativ eftersom de har en grövre diameter än täckrotsplanter och är något torktåligare än barrotsplanter.¹³⁸ Extremt små planter, så kallade *miniplanter*, kan delvis undgå att bli angripna av snytbaggar och faller därför utanför det nämnda sambandet med bättre överlevnad för stora planter.¹³⁹



Figur SPS28 Sambandet mellan rothalsdiameter på obehandlade plantorna vid utplantering och andelen planter som dog på grund av snytbaggaskador. Efter Örlander & Nilsson (1999)¹⁴⁰ och Thorsén m.fl. (2001)¹⁴¹.

Plantans försvar

Plantans vitalitet är viktig för hur den ska kunna klara gnag av snytbaggen. En studie som jämförde naturligt förnygrade planter med nysatta planter i ungefär samma storlek från plantskolan visar att de naturligt förnygrade plantorna klarade sig betydligt bättre under första året, men när de planterade plantorna väl etablerat sig under de två följande åren minskade skillnaderna.¹⁴²

¹³⁸ Grossnickle, S. C. (2012). Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests* 43: 711–738

¹³⁹ Danielsson, M., Kännaste, A., Lindström, A., Hellqvist, C., Stattin, E., Långström, B. & Borg-Karlson, A.-K. (2008). Mini-seedlings of *Picea abies* are less attacked by *Hylobius abietis* than conventional ones: Is plant chemistry the explanation? *Scand. J. For. Res.* 23: 299–306.

¹⁴⁰ Örlander, G. & Nilsson, U. (1999). Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scand. J. For. Res.* 14: 341–354.

¹⁴¹ Thorsén, Å., Mattsson, S. & Weslien, J. (2001). Influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by pine weevils (*Hylobius abietis*). *Scand. J. For. Res.* 16: 54–66.

¹⁴² Selander, J., Immonen, A. & Raukko, P. (1990). Resistance of naturally generated and nursery-raised Scots pine seedlings to the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae). *Folia Forestalia* 766: 1–19.

En vital planta kan etablera ett rotsystem med en god förmåga att transportera vatten och näring. Detta gör också att plantan blir bättre rustad att producera *kåda*, som är en av de viktigaste försvarsmekanismerna. Hos väletablerade plantor och naturligt förryngrade plantor som stått länge på hygget ser man ofta spridda sår som läkts (figur SPS29). Snytbaggar har då gnagt på plantorna men tvingats flytta sig när kådan flödat ut från såret.

Man brukar särskilja mellan två typer av försvar, det konstitutiva och det inducerade försvaret. Det konstitutiva försvaret är på plats hela tiden medan det inducerade försvaret byggs upp som en respons på angrepp. Det inducerade försvaret kan också triggas igång på konstgjord väg genom att i plantskolan bespruta plantorna med metyljasmonat (MeJA). Metyljasmomat är en signalsubstans som produceras naturligt av plantor när de blir angripna. I försök har det visat sig att barrträdplantor som behandlats med metyljasmonat klarar angrepp av snytbaggar bättre.¹⁴³ Innan denna metod, som bygger på att utnyttja plantans eget försvar, kan börja användas i kommersiell skala behövs dock mer forskning.



Figur SPS29 Naturligt förryngrad planta med övervallande gnag från snytbagge. Foto Claes Hellqvist.

Hyggesvila

Hyggesvila innebär att man väntar ett antal år efter slutavverkning innan man planterar. Snytbaggar kommer inflygande till färsk hyggen för att lägga ägg och föröka sig i de färskas avverkningstubbarnas rötter. Efter cirka 4–5 år har nästan alla snytbaggar lämnat hygget eftersom stubbrötterna inte längre duger som föda åt nya larver (figurerna SPS30-31).

Ett problem med hyggesvila är att den vegetation som kommer upp på hygget konkurrerar med nysatta plantor, vilket kan leda till nedsatt tillväxt och sämre överlevnad. Torka är ett annat problem som kan uppstå på äldre hyggen. Dessutom får man ett produktionsbortfall, som är speciellt märk-

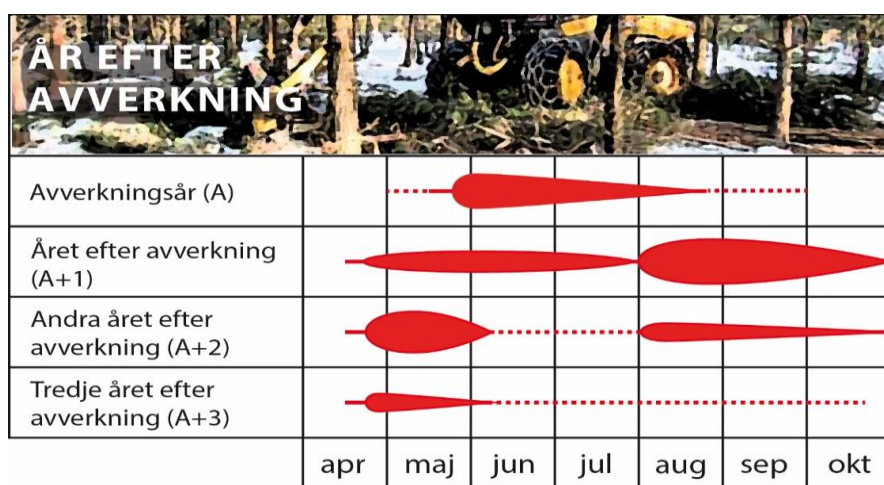
¹⁴³ Zas, R., Björklund, N., Nordlander, G., Cendán, C., Hellqvist, C. & Sampedro, L. (2014). Exploiting jasmonate-induced responses for field protection of conifer seedlings against a major forest pest, *Hylobius abietis*. *For. Ecol. Manage.* 313: 212–223.

bart på mark med hög bonitet och kort omloppstid. Hyggesvilans längd är i praktiken reglerad i skogsvårdslagen, som säger att föryngringsåtgärder ska ha utförts senast under det 3:e året räknat från det år då skyldigheten uppkom. Dispens kan i vissa fall ges.

I Sverige genomförs de flesta planteringar under våren och tidig sommar första eller andra året efter avverkning.¹⁴⁴ Detta är också den tid då risken för snytbaggeskador är som högst. Om man vill praktisera det som kallas grönnisplantering, det vill säga plantering utan markberedning på våren första året efter avverkning, är risken mycket stor för att plantorna blir angripna och skadade av snytbagge. En robust planta med en stor rothalsdiameter och ett bra plantskydd är nödvändigt för att lyckas.

Ett annat alternativ är att plantera i augusti eller september den första säsongen efter avverkning. Vi denna tid har plantans höjdtillväxt avslutats medan rot- och diametertillväxt fortfarande pågår en tid. I en studie där sensommarplantering jämfördes med plantering i november respektive i maj påföljande år visades att andelen plantor som dödades av snytbaggen andra året efter avverkning reducerades medan biomassa, toppskottslängd och diametertillväxt var tydligt gynnade.¹⁴⁵

Ifall det är aktuellt att plantera på våren den tredje säsongen efter avverkning så kan det vara fördelaktigt att vänta till efter att den nya generationen snytbaggar flugit iväg från hygget någon gång i slutet av maj eller början av juni.¹⁴⁶ Sådan sen plantering ger lägre dödlighet på grund av snytbagge men det finns samtidigt en ökad risk för avgångar orsakad av torka vid plantering en bit in i juni.



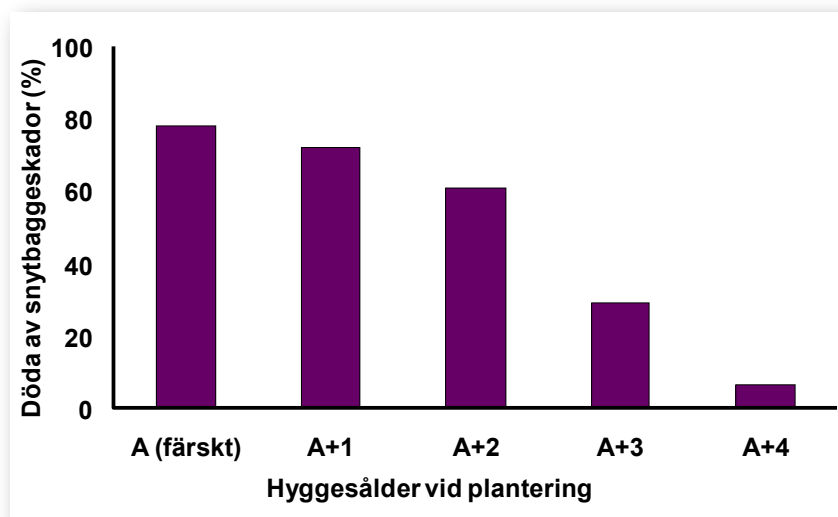
Figur SPS30 Riskperioder för snytbaggeskador. Tjockare röd markering anger större skaderisk. Efter Nordlander (1987).¹⁴⁷

¹⁴⁴ Nilsson U, Luoranen J, Kolström T, Örlander G, Puttonen P. (2010). Reforestation with planting in northern Europe. *Scand. J. For. Res.* 25: 283–294.

¹⁴⁵ Wallertz, K., Hanssen, K. H., Hjelm, K. & Fløistad, I. S. (2016). Effects of planting time on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage to Norway spruce seedlings. *Scand. J. For. Res.* 31: 362–370.

¹⁴⁶ Nordlander, G., Hellqvist, C., Hjelm, K. (2016). Replanting conifer seedlings after pine weevil emigration in spring decreases feeding damage and seedling mortality. *Scand. J. For. Res.* 32: 60–67.

¹⁴⁷ Nordlander, G. (1987). Doftfällor för snytbaggar – en möjlighet att förutsäga skaderisker? *Skogsfakta*, serien Biologi Skogsskötsel 39: 1–6.



Figur SPS31 Andelen snytbaggadödade plantor beroende på hyggets ålder vid plantering. Plantor och mark var obehandlade. Ackumulerade värden tre år efter plantering. Efter Örlander & Nilsson (1999).¹⁴⁸

Insekticider

Insekticider, insektsgifter, har använts sedan 1950-talet för att minska risken för skador på skogsplantor. Behandlingen sker i huvudsak i plantskolan före utplantering men i södra Sverige förekommer även efterbehandling i fält. Under de senaste årtiondena och fram till 2010 har i Sverige årligen cirka 150 miljoner plantor behandlats med insekticid före utplantering. Mellan år 2010 och 2016 halverades antalet insekticidbehandlade plantor och i takt med ett minskat antal insekticidbehandlade plantor så har antalet plantor behandlade med icke-kemiska plantskydd ökat (se följande avsnitt).

För närvarande (2016) är fyra preparat godkända av Kemikalieinspektionen för behandling av skogsplantor mot gnagande insekter. Två av dessa preparat är syntetiska pyretroider och två är neonikotinoider. För FSC-certifierade företag är det i princip stopp för användning av insekticider sedan 2011 men dispens kan beviljas för ett år i taget för de två neonikotinoid-preparaten. Målsättningen för FSC är att insekticiderna ska vara helt utfasade för certifierade företag år 2019.¹⁴⁹

Aktuell information om godkända insekticider och vad som gäller för användningen finns på Kemikalieinspektionens hemsida samt på www.snytbagge.se.

Plantskydd

Effektiva alternativ till kemisk behandling av skogsplantor har länge efterfrågats, framför allt på grund av de arbetsmiljörisker som användningen av insekticider innebär för plantörerna. I Sverige har många aktörer alltsedan

¹⁴⁸ Örlander, G. & Nilsson, U. (1999). Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hyllobius abietis*) damage and seedling survival. *Scand. J. For. Res.* 14: 341–354.

¹⁴⁹ Giurca, A. & von Stedingk, H. (2014). FSC pesticides policy in Sweden 2014. Forest Stewardship Council, FSC Sweden, 16 s. <http://se.fsc.org/rapporter.289.htm> (added 3 September 2014).

1970-talet utvecklat olika skydd som appliceras på plantan för att hindra snytbaggen att äta av den attraktiva barken på plantorna. Det första massapplicerade skyddet var en beläggning av plantans stam med vax, som kom i praktiskt bruk under 1990-talet. Men först omkring 2010 kom det stora genombrottet för de icke-kemiska skydden. Då kom först den storskaliga produktionen av beläggningsskyddet *Conniflex* igång och därefter följde *Cambiguard*. Ytterligare skydd på marknaden kan också vara på väg att nå storskalig användning. De icke-kemiska skydden håller nu (2016) på att gå om insekticiderna i andel skyddsbehandlade plantor.¹⁵⁰

Två huvudtyper av icke-kemiska skydd har kommit till praktisk användning, beläggningsskydd och barriärskydd (tillsammans ofta benämnda mekaniska eller fysikaliska skydd). Beläggningsskydden består av en skyddande beläggning som täcker drygt halva plantans stam ner till stambasen.¹⁵¹ Barriärskydden utgörs av någon form av hylsa kring plantan som ska hindra snytbaggarna att komma åt plantan.¹⁵²

De beläggningsskydd som är i allmänt bruk (*Conniflex*, *Cambiguard* och *Ekovax*) är utvecklade för storskalig massapplicering av täckrotsplantor (figur SPS32). För barrotsplantor används dels beläggning av *Ekovax*, som appliceras halvmanuellt, och dels barriärskyddet *MultiPro*, som består av en kartonghylsa som omger plantan och som appliceras manuellt (figur SPS33).



Figur SPS32 Täckrotsplantor med beläggningsskydden Conniflex och Cambiguard.
Foto Claes Hellqvist.

¹⁵⁰ Giurca, A. & von Stedingk, H. (2014). FSC pesticides policy in Sweden 2014. Forest Stewardship Council, FSC Sweden, 16 pp. <http://se.fsc.org/rapporter.289.htm> (added 3 September 2014).

¹⁵¹ Nordlander, G., Nordenhem, H. & Hellqvist, C. (2009). A flexible sand coating (Conniflex) for the protection of conifer seedlings against damage by the pine weevil, *Hylobius abietis*. *Agr. For. Entomol.* 11: 91–100.

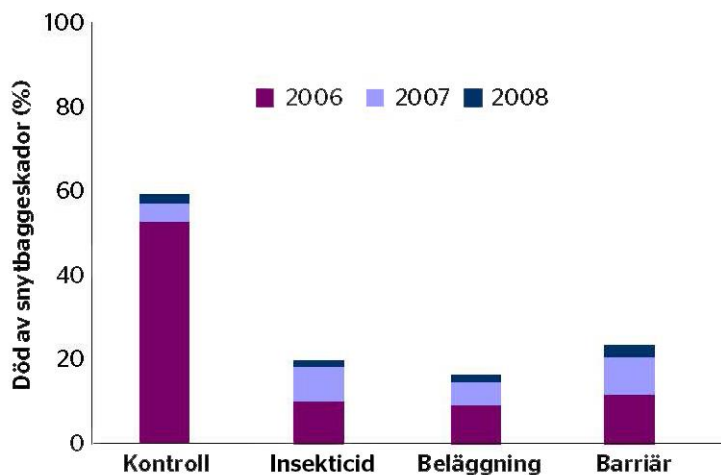
¹⁵² Petersson, M., Örlander, G. & Nilsson, U. (2004). Feeding barriers to reduce damage by pine weevil (*Hylobius abietis*). *Scand. J. For. Res.* 19: 48–59.



*Figur SPS33 Barrotsplanter med beläggningsskyddet Ekovax och barriärskyddet MultiPro.
Foto Claes Hellqvist.*

Sedan 1994 har SLU genomfört standardiserade tester av i stort sett alla skydd som utvecklats. Jämförelser har gjorts med obehandlade och insekticidbehandlade planter på hyggen med förväntat högt snytbaggetryck. Resultaten visar att de mest effektiva skydden ger en skyddseffekt likvärdig med en väl utförd insekticidbehandling (figur SPS34).

Beläggningsskydden kan ibland ge upphov till oönskade biverkningar vilket bör undersökas vidare. I vissa fall har skydden troligen orsakat nedsatt vitalitet hos plantorna, vilket i kombination med andra stressfaktorer kan orsaka förhöjd dödlighet hos plantorna. Barriärskydden innesluter plantorna och därför är det viktigt att skydden bryts ner när de inte längre behöver skydda plantorna mot snytbaggar, annars riskerar de att strangulera plantan. Denna risk måste noga beaktas innan barriärskydd börjar användas. Ibland kan det omvända problemet inträffa, det vill säga att skydden bryts ner för snabbt, vilket kan gälla både barriär- och beläggningsskydd. Då kan svåra snytbaggeskador inträffa året efter plantering, även om skyddet fungerade väl under första säsongen.



Figur SPS34 Andel plantor dödade av snytbagge efter ett, två och tre år. Resultat från ett storskaligt försök som jämför obehandlad kontroll, insekticid, beläggningsskydd och barriärskydd. Efter Petersson (2009).¹⁵³

Beläggningsskydd:

- Beläggningsskydden ger en skyddseffekt som är likvärdig med insekticidbehandling.
- Beläggningen (eller appliceringsproceduren) kan ibland orsaka något nedsatt vitalitet hos plantan.
- Väl utvecklad teknik för massapplicering på täckrotsplantor finns.
- Flera olika skydd är i storskalig praktisk användning.

Barriärskydd:

- Barriärskydden ger en skyddseffekt som är likvärdig med insekticidbehandling.
- Skydden bör hålla två säsonger men därefter måste de brytas ner för att undvika strangulering av plantan.
- Teknik för massapplicering saknas.

Markberedning

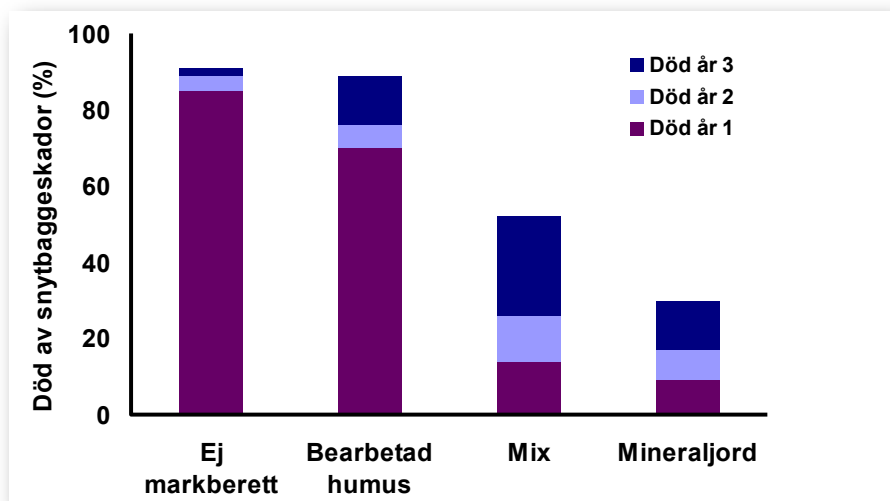
Vid studier av markberedning som gjordes på 1970-talet upptäcktes att plantor som planterades på markberedd skogsmark fick mindre snytbaggskador jämfört med plantor planterade i humus. Markberedningens skadereducerande förmåga visade sig i senare studier variera mycket beroende på hyggets beskaffenhet och vilken markberedningsmetod som användes. Därför har utformningen av markberedningen och hur snytbaggen reagerar på

¹⁵³ Petersson, M. (2009). Storskaligt försök med mekaniska plantskydd mot snytbagge – slutrapport. SLU, Asa försökspark, *Rapport* nr 1–2009, 23 s.

den undersökts noggrant för att få kunskap om hur den optimala planteringpunkten ska se ut för att reducera skadorna.

Dessa studier har visat att när snytbaggen kommer fram till en öppen mineraljordsyta så fortsätter den visserligen ut på mineraljorden men hastigheten ökar och den går rakare, vilket vanligen innebär att den snart kommer bort från mineraljorden.¹⁵⁴ Den är dessutom mindre benägen att stanna för att äta där närmaste omgivningen är mineraljord. Det är troligt att det är avsaknaden av möjligheter för snytbaggen att söka skydd i närheten av plantor som planterats på mineraljordsfläckar som är den huvudsakliga orsaken till att en markberedning minskar skadorna.^{155,156,157}

Plantor omgivna av ren mineraljord utan någon inblandning av humus får minst skador av snytbagge. När mineraljorden är uppblandad med humus ökar skadorna. Bearbetad humus utan inblandning av mineraljord minskar inte skadorna nämnvärt jämfört med plantering i ett ostört humusskikt (figur SPS35).



Figur SPS35 Andelen snytbaggedödade plantor beroende på substrat och bearbetning (obehandlade plantor). Efter Petersson m.fl. (2004).¹⁵⁸

Markberedningens skadereducerande effekter kan upphöra nästan helt redan andra säsongen efter markberedning. Detta beror till stor del på att vegetation växer in i den markberedda ytan.¹⁵⁹ Redan en gles inväxning av gräs gör att effekten upphör nästan helt. Även hög och tät vegetation som

¹⁵⁴ Kindvall, O., Nordlander, G. & Nordenhem, H. (2000). Movement behaviour of the pine weevil *Hylobius abietis* in relation to soil type: an arena experiment. *Entomol. Exp. Appl.* 95: 53–61.

¹⁵⁵ Björklund, N. (2008). Cues for shelter use in a phytophagous insect. *J. Insect Behav.* 21: 9–23.

¹⁵⁶ Björklund, N., Nordlander, G. & Bylund, H. (2003). Host-plant acceptance on mineral soil and humus by the pine weevil *Hylobius abietis* (L.). *Agr. For. Entomol.* 5: 61–65.

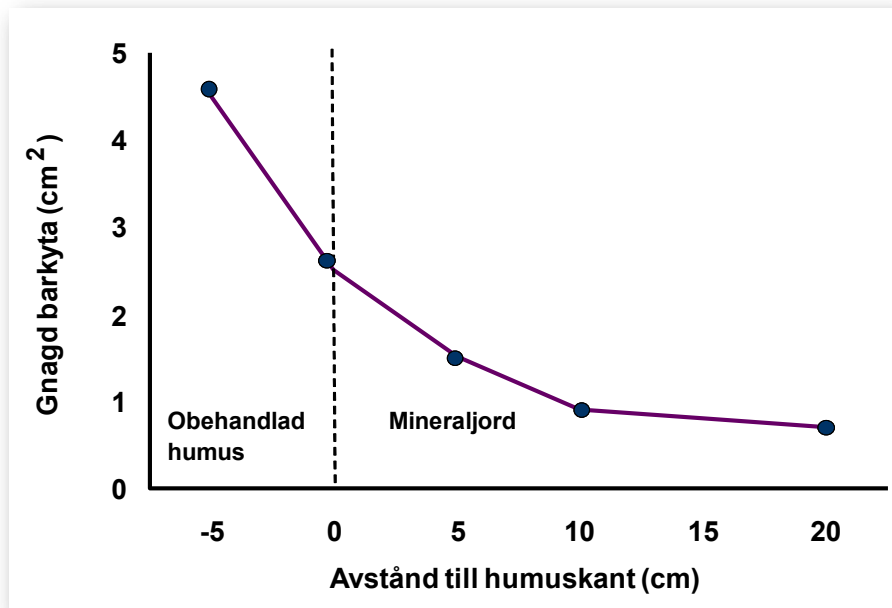
¹⁵⁷ Petersson, M., Nordlander, G. & Örlander, G. (2006). Why vegetation increases pine weevil damage: Bridge or shelter? *For. Ecol. Manage.* 225: 368–377.

¹⁵⁸ Petersson, M., Örlander, G. & Nordlander, G. (2005). Soil features affecting damage to conifer seedlings by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Forestry* 78: 83–92.

¹⁵⁹ Örlander, G. & Nordlander, G. (2003). Effects of field vegetation control on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage to newly planted Norway spruce seedlings. *Ann. For. Sci.* 60: 667–671.

lutar in över den markberedda fläcken eller harvspåret ökar skadorna. En kort hyggesvila minskar risken för snabb igenväxning och förlänger därmed markberedningseffekten.

Markberedningsmetoder som skapar höga planteringspunkter ger ett bättre skydd mot snytbaggarna eftersom inväxning av vegetation går långsammare och eftersom snytbaggarna har svårt att ta sig upp för sluttningar med lös sand.¹⁶⁰ Den skadereducerande effekten av att det finns mineraljord runt plantan avtar snabbt med ett minskat avstånd mellan plantan och humuskanten (figur SPS36). För att få en maximal effekt bör avståndet vara minst 10 cm.



Figur SPS36 Genomsnittlig gnagd barkyta beroende på plantans avstånd till humuskant (obehandlade plantor). Plantering i mineraljordsfläck respektive obehandlad mark. Efter Örlander & Nordlander (1998).¹⁶¹

Sammanfattning – markberedning:

- Mineraljord är den avgörande faktorn för att minska skadorna.
- Plantor bör planteras minst 10 cm från humuskanten.
- Inblandning av humus ökar skadorna.
- Markberedningen förlorar redan andra säsongen effekt när den åldras och växer igen.

¹⁶⁰ Nordlander, G., Bylund, H. & Björklund, N. (2005). Soil type and microtopography influencing feeding above and below ground by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Agr.For. Entomol.* 7: 107–113.

¹⁶¹ Örlander, G. & Nordlander, G. 1998. Skärmar, markberedning och andra skogsskötselåtgärder – kan de minska snytbaggesskadorna? *KSLAT* 137: 57–67.

Skärmställning

Flera studier visar att skärmar ger plantor ett visst skydd mot snytbaggens gnag.^{162,163,164} För att uppnå en god effekt krävs att skärmtätheten är minst 100–150 stammar per hektar eller med en grundyta på minst 10 m².¹⁶⁵ Både tall- och granskärmar reducerar snytbaggsskadorna men av praktiska skäl är tallskärmar att föredra, då risken för stormskador är större för gran.

Det är inte helt klarlagt varför plantorna skadas i mindre utsträckning under en skärm och många hypoteser har testats i olika experiment. Huvudsaken till skärmeffekten är sannolikt att skärmen tillhandahåller rikligare med annan föda för snytbaggen i form av rötter och olika växter jämfört med situationen på hygget.¹⁶⁶ Under försommaren äter snytbaggen också på grenar i skärmträdens kronor, vilket också skulle kunna minska gnaget på plantorna men i så fall bara för en kort period. Däremot verkar inte antalet snytbaggar generellt vara lägre i skärmar än på hyggen.

Skärmen måste vid någon tidpunkt avvecklas för att gynna tillväxten i det kommande beståndet. Efter avveckling kan de färska stubbarna locka till sig en ny population snytbaggar. Storleken på plantorna vid avvecklingen har stor betydelse för hur plantorna klarar ett angrepp. Försök med skärm-avveckling visar att plantorna bör ha nått en rothalsdiameter på minst 10 mm, helst mer om huvudträdslaget är tall (figur SPS37).¹⁶⁷

¹⁶² von Sydow, F. & Örlander, G. (1994). The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scand. J. For. Res.* 9: 367–375.

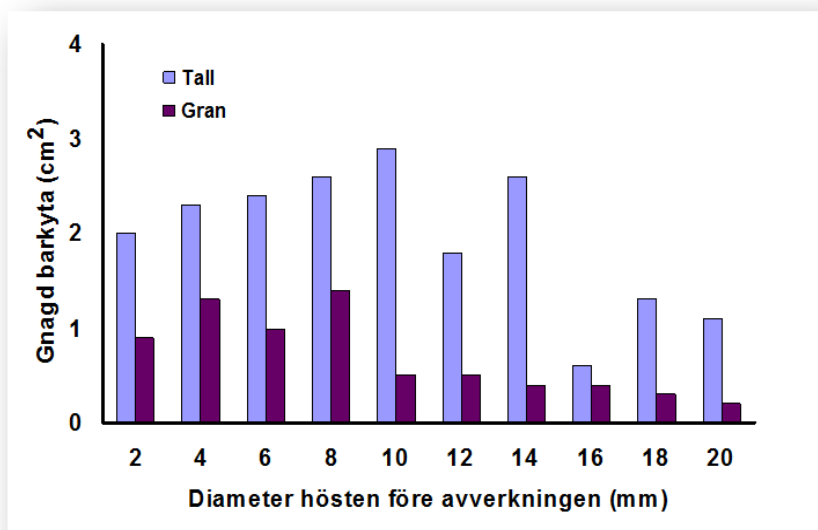
¹⁶³ Nordlander, G., Bylund, H., Örlander, G. & Wallertz, K. (2003). Pine weevil population density and damage to coniferous seedlings in a regeneration area with and without shelterwood. *Scand. J. For. Res.* 18: 438–448.

¹⁶⁴ Petersson, M. & Örlander, G. (2003). Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce pine weevil damage. *Can. J. For. Res.* 33: 64–73.

¹⁶⁵ von Sydow, F. & Örlander, G. (1994). The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scand. J. For. Res.* 9: 367–375.

¹⁶⁶ Nordlander, G., Bylund, H., Örlander, G. & Wallertz, K. (2003). Pine weevil population density and damage to coniferous seedlings in a regeneration area with and without shelterwood. *Scand. J. For. Res.* 18: 438–448.

¹⁶⁷ Wallertz, K., Örlander, G. & Luoranen, J. (2005). Damage by pine weevil *Hylobius abietis* to conifer seedlings after shelterwood removal. *Scand. J. For. Res.* 20: 412–420.



Figur SPS37 Genomsnittlig gnagd barkyta för obehandlade plantor med olika rothalsdiameter första året efter avveckling av skärmträd, jämförelse mellan gran och tall. Efter Wallertz m.fl. (2005).¹⁶⁸

Kombinerade åtgärder

Som framgår ovan så kan ett flertal olika åtgärder användas för att minska plantdödligheten på grund av snytbaggegnag. De två främsta motåtgärderna är en bra markberedning som får fram mineraljord att plantera i samt att direkt skydda plantan med kemiskt eller icke-kemiskt skydd.¹⁶⁹ Ytterligare åtgärder är val av tidpunkt för plantering som medför lägre risk för skador, val av stora, vitala plantor som klarar angreppen bättre samt användning av högskärm som minskar skaderisken.

Var för sig ger de olika åtgärderna ofta inte tillräcklig effekt. Men genom att kombinera flera åtgärder kan skadorna reduceras till en acceptabel nivå (figur SPS38). Vid högt skadetryck kan man behöva vidta ett flertal åtgärder samtidigt för att pressa ner skadorna tillräckligt.¹⁷⁰ Vid valet av motåtgärder kan den allmänna risken för snytbaggeangrepp grovt uppskattas utifrån geografiskt läge i landet och hyggesålder.¹⁷¹

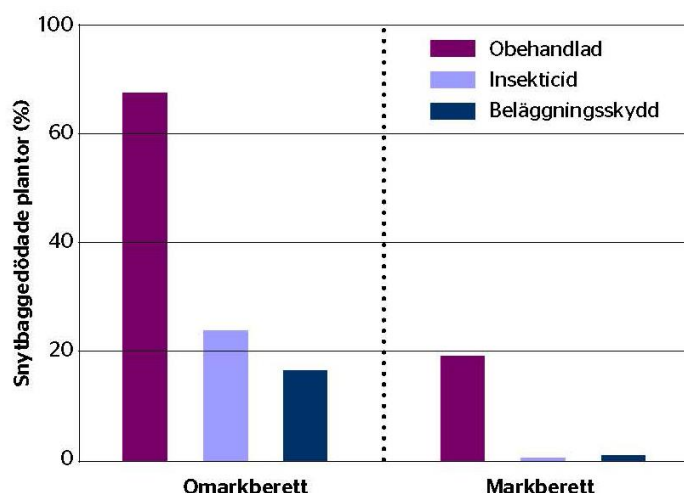
¹⁶⁸ Wallertz, K., Örlander, G. & Luoranen, J. (2005). Damage by pine weevil *Hylobius abietis* to conifer seedlings after shelterwood removal. *Scand. J. For. Res.* 20: 412–420.

¹⁶⁹ Nordlander, G., Hellqvist, C., Johansson, K. & Nordenhem H. (2011). Regeneration of European boreal forests: Effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine weevil *Hylobius abietis*. *For. Ecol. Manage.* 262: 2354–2363.

¹⁷⁰ Petersson, M. & Örlander, G. (2003). Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce pine weevil damage. *Can. J. For. Res.* 33: 64–73.

¹⁷¹ Snytbaggen – åtgärder för lyckade planteringar.

<http://snytbagge.slu.se/attachment/snytbaggen-atgarder-for-lyckade-planteringar.pdf>



Figur SPS38 Plantavgångar på grund av snytbaggaskador efter tre år i fält. Effekt av olika kombinationer av markberedning och plantskydd i tester vid Asa försökspark. Efter Härlin & Eriksson (2016).¹⁷²

Ju fler åtgärder som används desto lägre blir alltså skadorna men oftast betyder detta också en högre förnygringskostnad. Vilka åtgärder som väljs avgörs i praktiken av de restriktioner som ståndorten sätter, vilka metoder som finns tillgängliga och vad de olika åtgärderna kostar. Som exempel kan nämnas att ett bestånd med tallskog på lättbearbetad mark ger goda förutsättningar för skärmställning och markberedning som kan skapa planteringspunkter med mineraljord. Därför kan det vara ett bra val att satsa på dessa två metoder just här.

Med den så kallade *Snytbaggemodellen* för södra Sverige går det att testa alternativa åtgärder och se den förväntade effekten på andel överlevande plantor, kostnader med mera. Snytbaggemodellen hittar man på www.snytbagge.se. En enklare version av Snytbaggemodellen finns också som applikation för iPhone, iPad etcetera, som kan laddas ner gratis från AppStore.

Läs mer om snytbagge på nätet:

Snytbaggen – biologi och aktuell forskning. ("Snytbaggehemsidan" – här finns bland annat aktuella forskningsrapporter och sammanställningar att ladda ner som pdf): www.snytbagge.se

Skogsskötselåtgärder mot snytbagge. Webbhandbok, 43 sidor:
http://snytbagge.slu.se/attachment/snytbaggehandbok_v1_3.pdf

Snytbaggen – åtgärder för lyckade planteringar. Broschyr, 8 sidor:
<http://snytbagge.slu.se/attachment/snytbaggen-atgarder-for-lyckade-planteringar.pdf>

Snytbaggen – åtgärder i Norrland. Broschyr, 10 sidor:
<http://snytbagge.slu.se/skaderisker-och-atgarder.php>

¹⁷² Härlin, C. & Eriksson, S. (2016). Test av mekaniska plantskydd mot snytbaggar i omarkberedd och markberedd mark, anlagt våren 2012. SLU, Enheten för skoglig fältforskning, *Rapport 12*.

Svart granbastborre

av Åke Lindelöw, Claes Hellqvist och Göran Nordlander

Svart granbastborre har en liknande biologi som snytbaggen och arterna förekommer ofta tillsammans. Planterade granplantor skadas genom de fullbildade bastborrarnas gnag i barken på rötter och nedersta delen av stammen. Märkligt nog har i Sverige inga mer omfattande plantskador förorsakade av den lika allmänna svarta tallbastborren noterats i tallplanteringar.

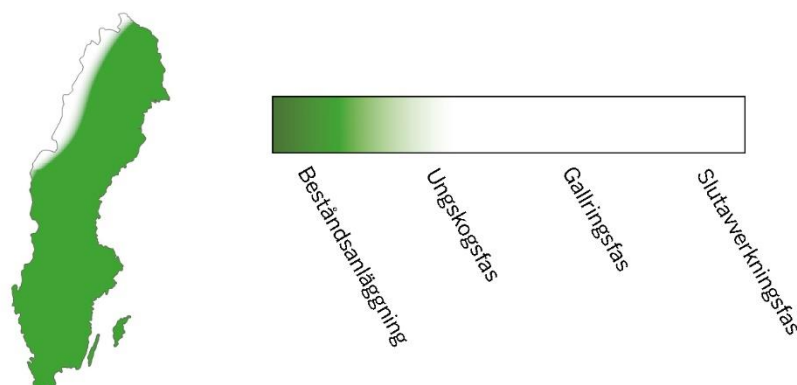


Figure SPS39 Svart granbastborre är vanlig i granskog och finns i hela landet. Skador i form av plantgnag är vanligast under plantornas första år men i norra Sverige kan skador påträffas upp till 7–8 år efter avverkning.

Förekomst

Den svarta granbastborren (*Hylastes cunicularius*) är en av de allmännaste insektsarterna i granskog och finns i hela landet. Skador på granplantor förekommer i hela landet men har, åtminstone tidigare, varit vanligast i Hälsingland, Medelpad, Jämtland, Ångermanland och Västerbotten. De senaste åren har en ökad frekvens av bastborreskador observerats längre söderut, i både Svealand och Götaland.¹⁷³

Ofta medför gnaget ringbarkning av plantorna som vissnar efter hand. Färgen övergår från friskt grön till gul-grön och därefter blir barren röd-bruna under en kort tid innan de faller av. Kvar blir en gråaktig och barrlös död planta, som ganska snabbt bryts ned och försvinner. Om döda plantor påträffas och dras upp sitter de påtagligt löst i jorden eftersom bastborrarna ätit av all bark (figur SPS40).

¹⁷³ Hellqvist, C., Lindelöw, Å. & Nordlander, G. (2014). Ökande plantskador av bastborrar. *Skogseko* 2014(2): 40–41.



Figur SPS40 Gnagskador av den svarta granbastborren på rötter och nedre delen av stammen. Typiskt är de gångar i barken bastborren gnagt sig fram. Foto Claes Hellqvist.

Plantgnag kan påträffas under plantornas första år i fält men även upp till 7–8 år efter avverkning i norra Sverige. Orsakerna till denna fördröjning i skadornas uppträdande är oklar. Bastborrarna koloniserar färska stubbrötter efter avverkning och har en utvecklings- och generationstid som snytbagge, men finns uppenbarligen kvar på hygget under många år. Föräldraskalbaggar kan leva två år och reproducera sig och troligen kan flera generationer utvecklas i stubbar vars rötter hållit sig färska under flera år. Mängden lämpliga rötter är stor efter en avverkning och i dessa sker en kraftig ökning av populationen.

Biologi

Svart granbastborre är en cylindrisk, cirka 4–5 mm lång, svart, något glänsande skalbagge med korta ben och antenner (figur SPS41). De vit-gula, drygt millimeterstora äggen läggs i separata fickor inne i barken på rötter av granar som nyligen dött (avverkats). Larverna blir cirka 7–8 mm innan de förpuppas. Färgen är vit-gul med ett ljusbrunt huvud. Puppen är vit och är en så kallad fri puppa på vilken man kan se anlag till de ben och antenner som den färdiga insekten har. Den nykläckta skalbaggen är brun men blir efter hand svart då den uppnår könsmodnhet.



Figur SPS41 Svarta granbastborrar med ägg och larver i modergång. Foto Rune Axelsson.

Bastborrarna flyger under försommaren och söker nyligen dödade granar. De kryper på marken och lokaliserar rötter nere i jorden med ledning av dofter som rötterna avger. De kan gräva ned sig till rötter på mer än en halv meters djup. Honan gnager sig in genom barken åtföljd av en hane. Arten är monogam och honan gnager en längsgående modergång som är cirka 5 cm lång. I kanten på denna lägger hon sedan äggen ett och ett i separata fickor.

Larverna äter av det näringsrika döende kambiet under sommaren och övervintrar som larv. Föräldraskalbagarna lämnar roten efter avslutad äggläggning och övervintrar och kan fortsätta att yngla året därpå. Larverna förpuppas under högsommaren och ungskalbaggar gör sitt mognadsgnag (näringsgnag) på rötterna eller söker andra rötter som kan vara levande. Ibland finner de plantor och kan äta på rothalsen och rötterna. Larvutveckling och näringsgnag kan också ske i bark på ved som ligger an mot markytan med bibehållen fukt.

Skogsskötsel för att förebygga och minska skador

Angrepp under flera år kan leda till en sammanlagd stor plantförlust. På enskilda hyggen kan mer än hälften av plantorna angripas och dö. De plantor som överlever gnagen behöver en återhämtningsperiod vilket minskar produktionen. Vid kraftiga angrepp behövs hjälp- eller omplantering, vilket innebär extra kostnader för nya plantor och arbete.

Antalet bastborrar kan förmodligen inte påverkas (om man inte drar upp alla stubbrötter). Hyggesvila kan inte gärna rekommenderas då skadeperioden kan utsträckas under mer än 6–7 år. Markberedning, användning av stora plantor och skyddsbehandling med insekticid kan motverka angrepp av bastborrar. Både barriärskydd och beläggningsskydd har sannolikt begränsad effekt då baggarna kryper nere i jorden och kan nå plantans rötter trots skydden. När insekticidbehandling av plantor fullt ut ersatts av icke-kemiska skydd så kan det medföra ökande skador av bastborrar.

Läs mer om den svarta granbastborren:

Eidmann, H.H. & Klingström, A. (1990). *Skadegörare i skogen*. LTs förlag. Stockholm. 355 s.

Hellqvist, C., Lindelöw, Å. & Nordlander, G. (2014). Ökande plantskador av bastborrar. *Skogseko* 2014(2): s. 40–41.

Lindelöw, Å. (1993). Svarta granbastborren – betydelsefull skadegörare i granplanteringar. Skogsfakta 2/1993. SLU.

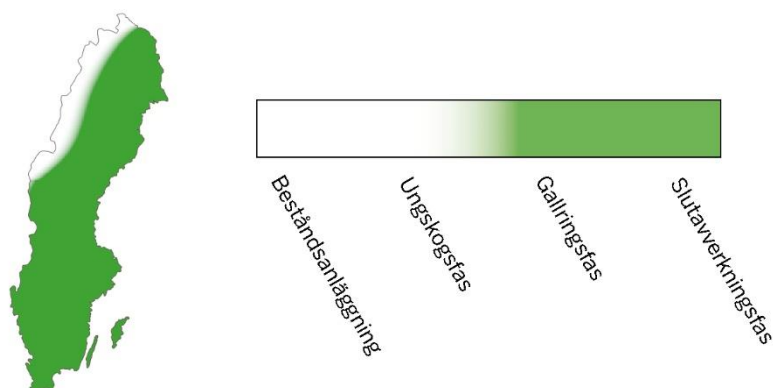
<http://snyttagge.slu.se/svart-bastborre.php>

<http://www.slu.se/skogsskada>

Större mägborren

av Bo Långström

Mägborrarna (*Tomicus* sp.) har fått sitt svenska namn på grund av sina näringsgnag i tallkronorna där de borrar sig in i och urholkar tallskott, som sedan ofta bryts och ramlar ner. I Sverige har vi två arter: större och mindre mägborren. Vid omfattande näringsgnag kan tallen förlora hundratals skott och då minskar barrmassan så mycket att tillväxten påverkas negativt. Genom att även knoppar förstörs påverkas tillväxten mer än vid motsvarande barrförlust vid till exempel ett tallstekelangrepp. Kortvariga kraftiga angrepp (500–1000 skott per träd) kan ge en halvering av tillväxten under 3–5 år.



Figur SPS42 Större mägborre är vanlig i hela landet och finns överallt där det finns tallskog. Alla åldersklasser utom plant- och ungskog kan drabbas av skador.

Förekomst

Mägborrarna är viktiga skadegörare på tallvirke och växande tallskog. Under 1970-talet drabbades tallskogen i stora delar av Mellansverige av omfattande tillväxtförluster, som utlöstes av stormskador hösten 1969 men som i grunden berodde på dålig skogshygien med omfattande sommarlagring av obarkat tallvirke under hela 1960-talet. Tack vare ökat skogsskyddsmedvetande under 1980-talet ser man numera de karaktäristiskt utglesade tallkronorna nästan enbart runt industrivedgårdar och virkesterminaler (figur SPS43).



Figur SPS43 Utglesade kronor i mörghorreskadad tallskog i anslutning till virkesterminal. Foto Bo Långström.

Ofta avtar skadorna snabbt med avståndet och upphör inom 100 m från mörghorre-källan men vid mångårig lagring har skadeeffekter uppmätts upp till 2 km från en industrivedgård.

Alla åldersklasser utom ungskog kan drabbas och skadorna blir värre på svagare marker, där återhämtningen sker långsammare. Under vissa förhållanden kan större mörghorren även angripa och döda *försvagade tallar*. För detta krävs höga populationsnivåer och att trädens försvar är kraftigt reducerat genom barrförluster eller annan stress. Nyare forskning har visat att tallarna blir mottagliga för stamangrepp av större mörghorren om de förlorat mer än 80 % av barrmassan. Det har också visat sig att större mörghorren har aggressiva *blånadssvampar* som bidrar till att bryta igenom tallens försvar så att angreppet lyckas och trädet dör. Även *rotskadade träd* kan angripas och dödas och efter stormen Gudrun år 2005 kunde man se mörghorredödade tallar lite här och där inom stormområdet. Omfattningen dödade träd var dock blygsam jämfört med granbarkborrens härjningar i granskogen i stormområdet.

Mörghorredödade träd får alltid en kraftig blånad i splintveden medan angripet virke bara får en ljus och ytlig blånad. Större mörghorren har därför ingen stor betydelse som virkesskadegörare.

Biologi

Större mörghorren (*Tomicus piniperda*) är mycket vanlig i hela landet och finns överallt där det finns tallskog. Globalt finns den från Nordnorge i norr till norra Spanien i söder och från Frankrike i väster till Japan i öster. Runt Medelhavet ersätts den av en snarlik art, medelhavsmörghorren (*T. destruens*). Sedan 1990-talet finns större mörghorren även östra USA och Kanada.

Större mörghorren är en cirka 4–4,5 mm lång barkborre (figur SPS44). Färgen är mörkbrun men den kan också ha rödbruna täckvingar och är då väldigt lik mindre mörghorren. Mörghorrarna skiljs lätt från flertalet andra liknande bastborrar genom att de är glänsande och glest behårade (syns i lupp) medan till exempel svarta bastborrarna är matta. Större mörghorren

flyger tidigt om våren och svärmningen börjar när lufttemperaturen når upp till 12 °C i skuggan. Under de senaste åren har detta skett redan i månads-skiftet mars–april i södra Sverige medan svärmningen i Norrland vanligen börjar cirka en månad senare. Beroende på vädret kan svärmningen vara över på några veckor eller pågå under hela våren.

Under svärmningen lockas mörghorrtarna av doften från färsk tall till yngel-materialet. Honan av större mörghorrtarna borrar in sig under tallens grova bark och anlägger sin modergång i vedens längsriktning. Äggen läggs i ägg-fickor längs modergångens kanter. Hanen finns också i gångsystemet och transporterar ut bormjöllet som bildas så att karaktäristiska högar med blandat brunt bark- och vitt vedmjöl bildas på stammen och avslöjar var mörghorrtgången börjar. Äggen kläcks efter cirka en vecka och larverna börjar gnaga sig fram i innerbarken så att det typiska gångsystemet med modergång och larvgångar växer fram (figur SPS44).



Figur SPS44 Vänster: Större mörghorre på tallskott. Foto Rune Axelsson.
Höger: Modergångar av större mörghorre. Foto Claes Hellqvist.

Äggläggningen kan pågå under drygt en månad och efter avslutad ägg-läggning lämnar föräldradjuret yngelmaterialet. De flyger då upp i närliggande tallkronor för att näringsgnaga i tallskotten under resten av sommaren.

Under barken gnager larverna vidare i sina larvgångar och i mitten av juni kan de vara klara att förpupa sig i en puppkammare. Beroende på svärmningstid och väderlek kan de unga mörghorrtarna börja kläckas kring midsommar och kläckningen kan pågå långt in i juli. De unga skalbaggar är halmgula och flyger också upp i tallkronorna för att näringsgnaga och bli könsmogna.

Under näringsgnaget borrar mörghorrtarna in sig i unga tallskott i tallkronans övre del. Föräldradjuret borrar in sig i fjolårskotten redan i juni och då drabbas också flera utväxande årsskott, medan ungskalbaggar i regel borrar in sig i årsskotten. Ibland ser man flera mörghorrtar i samma skott men i genomsnitt åter varje mörghorre ur ett skott. Näringsgnaget pågår långt in på hösten och i oktober–november går mörghorrtarna ner längs stammen och borrar in sig vid stambasen för övervintring.

I hela Europa har större mörghorrtarna bara en generation per år och hos oss är det relativt ovanligt med syskonkullar, det vill säga att samma föräldradjuret lägger en andra omgång ägg samma sommar. Däremot kan en del av föräldradjuret (kanske en tredjedel) överleva till nästa år och svärma om då.

Skogsskötsel för att förebygga och minska skador

Märgborreskador kan förebyggas eller minskas genom *god skogshygien*, det vill säga genom att minimera tillgången på yngelmateriel för större märgborren under svärmningstiden på våren. Detta innebär att *stormfällda träd bör upparbetas i tid*, helst innan svärmningen men i vart fall före kläckningen. Eftersom större märgborren också angriper virke som lagts upp i vältrar bör dessa också tas om hand före kläckningen.

Efter de omfattande märgborreskadorna på 1970-talet har man skogsskyddsbestämmelser baserade på skogsvårdslagens 29 § om insektshärjning, som reglerar hur obarkat tallvirke bör hanteras. I korthet säger reglerna att obarkat tallvirke bör tas om hand före 1 juli men att man får lämna upp till 5 m³sk per hektar utan åtgärd. Vidare rekommenderar man att röjningar utförs under ”märgborresäker” tid, det vill säga efter årets svärmning och före oktober så att röjningsavfallet hinner torka till nästa vår. Om man flisar avfallet kan man förstås röja året om. Lagring av angripet virke får ske utan åtgärd på stora terminaler (> 5 000 m³) men virkets ägare är ansvarig för eventuella skador på omgivande skog. Barkning, bevattning eller vattenlagring dödar larver och puppor. Besprutning av virke vid skogsbilväg med insecticid är tillåten i undantagsfall men rekommenderas inte och måste ske före svärmningen.

Mindre mörghborren

av Bo Långström

Mindre mörghborren är främst en virkesskadegörare. Dess blånads-svamp har låg aggressivitet och därför är mindre mörghborren en sekundär följeslagare till större mörghborren vid den senares angrepp på stående försvagade tallar. Bägge arterna gör ett likadant näringsgnag i tallkronorna som kan ge betydande tillväxtförluster.



Figur SPS45 Den mindre mörghborren finns i större delen av landet men är vanligast och orsakar skador främst i mellersta Sverige. Den uppträder som skadegörare vid slutavverkningar och stormfällningar.

Förekomst

Jämfört med större mörghborren är mindre mörghborren (*Tomicus minor*) mer lokal i sitt uppträdande och i Sverige är den vanligast i Svealand. Den finns även i Europa och Asien där den förekommer mest i bergstrakter. Som skadegörare har den mindre betydelse än större mörghborren eftersom den är mer kräsen vid valet av yngelmaterial. Man hittar den främst under den tunna barken på vindfällda tallar och den förekommer också i grövre grenar (över 5 cm diameter). Däremot angriper den sällan röjningsvirke och den förekommer inte heller i massaved som lagts i välta före svärmningen. Därför är det främst vid stormfällningar och slutavverkningar som mindre mörghborren kan uppträda som skadegörare.

Biologi

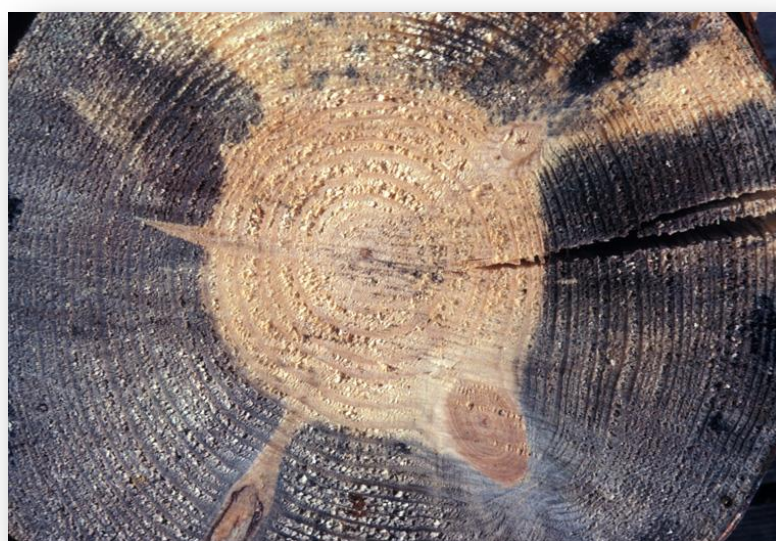
Mindre mörghborren liknar större mörghborren men den har alltid rödbruna täckvingar och är i genomsnitt något mindre (3–4 mm lång). De tvärställda gångsystemen under den tunna barken är omisskännliga (figur SPS46).



Figur SPS46 Mindre mörghorre (till vänster) och dess modergångar (till höger). Foto Rune Axelsson.

Mindre mörghorrens biologi liknar i många avseenden större mörghorrens. Nedan betonas några av de viktigare skillnaderna. Svärmningen börjar ofta 1–2 veckor senare än större mörghorrens. Detta beror på att mindre mörghorren övervintrar i förnan under trädskronorna och särskilt efter snörika vintrar dröjer det innan marken blir bar och mindre mörghorren kan krypa fram. Efter snöfattiga vintrar flyger bägge arterna samtidigt. Den två-armade modergången görs av en och samma hona och mindre mörghorren är alltså också monogam.

Mindre mörghorren är associerad med en *blånadssvamp* (*Ophiostoma canum*) och dess larver är beroende av denna svamp för sin utveckling. Svampen ympas i gångsystemet av föräldrarna och medan den växer till åter larverna innerbark men övergår helt till svampdiet efter första larvstadiet. Utvecklingstiden är längre än hos större mörghorren och mindre mörghorren kläcks vanligen från mitten av juli till slutet av augusti beroende på hur sommaren varit. I hela Europa utvecklas bara en generation per år. Blånadssvampen *O. canum* ger en intensiv blånad i hela splintveden (figur SPS47) som inte accepteras i prima talltimmer men betydelsen är ändå begränsad, eftersom rotstocken med grov bark sällan angrips.



Figur SPS47 Mörghorreblånat tallvirke. Foto Bo Långström.

Näringsgnaget är likadant som hos större mörghorren, det vill säga både föräldradjur och ungskalbaggar flyger upp i tallkronor och holkar ur unga skott. Näringsgnaget pågår till senhösten. Övervintringen sker som ovan nämnts i förnan.

Skogsskötsel för att förebygga och minska skador

Den viktigaste åtgärden för att förebygga och minska skador av mindre mörghorren är att *hålla nere mängden yngelmaterial*. Det handlar främst om att *inte lämna grova toppar* vid slutavverkning av tall samt om att *upparbeta vindfällade tallar i tid*, helst före svärmningen men i varje fall innan den nya generationen kläcks. Å andra sidan får man inte städa för mycket i skogen med tanke på den *biologiska mångfaldens* behov av ökande mängd död ved.

Det finns skogsskyddsbestämmelser baserade på skogsvårdslagens 29 § om insektshärjning som reglerar hur obarkat tallvirke bör hanteras.

Läs mer om mörghorror:

Lieutier, F., Långström, B. & Faccoli, M. (2015). The genus *Tomicus*. s. 371–426. I: Vega, F. E. & Hofstetter R. W. (Eds). Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species. 620 s. ISBN: 978-0-12-417156-5.

Eidmann, H.H. & Klingström, A. (1990). *Skadegörare i skogen*. LTs förlag. Stockholm. 355 s.

Långström, B. (1981). Mörghorreskadorna – ett skogsskyddsproblem. *Skogsakta* 2/1981.

Långström, B. (1991). Mörghorreskadornas inverkan på tallens tillväxt och fysiologi. *Skogsakta* 19/1991.

Långström, B. (1992). Mörghorreskador och tillväxtförluster efter tre års lagring av obarkat barrvirke. *Skogsakta* 15/1992.

Långström, B. (2006). Insektsskador, svampsjukdomar och brand, s. 79–84 i: Stormen 2005 – en skoglig analys. *Meddelande* 1–2006. Skogsstyrelsen.

Långström, B. (2006). Insekts- och svampskador efter stormen, s. 43–60 i: Agestam, E., Bergquist, J., Bergqvist, G., Johansson, K., Langvall, O., Långström, B. & Petersson, M. Stormskadad skog – föryngring, skador och skötsel. *Meddelande* 9–2006. Skogsstyrelsen.

Långström, B. & Solheim, H. (2001). Vem dödar trädet – mörghorren eller dess blånadssvamp? *Fakta Skog* nr 11/2001.

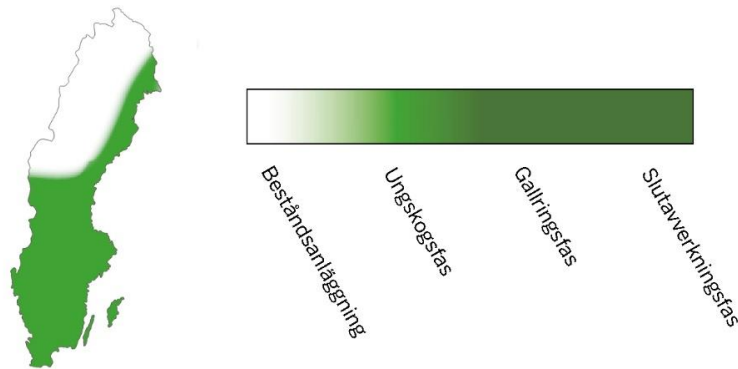
<http://www-skogsskada.slu.se>

<http://skogskada.skogoglandskap.no>

Röd tallstekel

av Åke Lindelöw

Den röda tallstekelns larver angriper tallar i röjningsålder och uppåt. Betning orsakar tillväxtförluster och fleråriga angrepp kan stressa träden. Åtgärder är dock aktuella endast vid kraftiga angrepp.



Figur SPS48 Röd tallstekel förekommer över hela Götaland och Svealand samt i Norrlands kusttrakter. Skador återfinns i bestånd av både tall och contortatall från röjningsålder.

Förekomst

Den röda tallstekeln (*Neodiprion sertifer*) finns i hela Götaland, Svealand samt i Norrlands kusttrakter. Kraftiga skador uppträder mer eller mindre regelbundet i Östergötland, Värmland, Dalarna, Uppland och i Hälsingland. Vissa år angrips 1000-tals ha tallskogar från röjningsålder och äldre. Larverna kan utvecklas på olika tall-arter. Både *vanlig tall* och *contortatall* är lämpliga värdträd för larverna. Contortatall tycks vara mycket attraktiv och lämplig som föda och utbrott är inte ovanliga i contortaskog. Det är inte heller ovanligt att finna enstaka kolonier på berg- eller svarttall i trädgårdar.

Larverna äter till dominerande del på *fjölårsbarren*. Vid starka och fleråriga angrepp glesas tallkronorna ut kraftigt (figur SPS49). Angripna grenavsnitt mister ofta samtliga barr. De vissna fjölårsbarren sitter dock kvar några veckor och ger träden en mycket karakteristisk orange-brun färg på håll (figur SPS50). Skotttillväxten stannar upp.

De grågröna larverna sitter tillsammans i klungor om 20–40 individer på grenarna under maj–juni. En härjning pågår ofta 2–4 år och därefter kraschar populationen eftersom naturliga fiender, sjukdomar (virus) eller födobrist gör att flertalet larver inte når full utveckling. Parasitering och predation på äggen är också vanligt.



Figur SPS49 Angrepp av röd tallstekel kan leda till tallkronornas kraftiga utglesning. Foto Åke Lindelöw.

Biologi

Röd tallstekel hör tillsammans med vanlig tallstekel till familjen barrsteklar (*Diprionidae*). Hanarna är svarta med utpräglat kammade antenner medan honan är röd-brun med enkelt byggda antenner. Honans röd-bruna färg har gett arten dess svenska namn. De ljusgula äggen är svåra att se då de ligger helt dolda i separata fickor i barren. Fickorna som sitter i regelbundna rader är däremot lätta att se som ljusa fläckar i kanten på barren.

Larverna lever i kolonier om 20–40 individer (figur SPS51). De är ljusgrågröna med litet mörkare längsband samt har ett svart huvud. Som försvar kan alla larver i en koloni exakt samtidigt hastigt böja upp främre delen av kroppen och ut genom munnen utsöndra en kådblandad illasmakande salivdroppe. Detta beteende hos flera tallstekelarter har gett dem det gemensamma namnet ”sprittmaskar” och uttrycket ”alla grabbar på en gång” finns också i många äldre läroböcker i skogsentomologi.

Den fullväxta, cirka 2,5 cm långa larven spinner en seg ljusbrun kokong nere i förnan eller nedtill på stammen. I kokongen förpuppar sig larven. Puppen är en så kallad fri puppa på vilken man kan se anlag till de ben och antenner som den färdiga insekten har.

Röda tallstekeln har en helt avvikande utvecklingscykel jämfört med andra tallsteklar som flyger på försommaren och övervintrar som larv i kokong. Svärmning och äggläggning sker under varma dagar i september–

oktober. Honan sitter i en tall och avger ett sexualferomon vilket lockar hanarna som flyger runt träden och söker efter honor. Efter parningen lägger honan äggen i särskilda fickor som "sågas" upp i kanterna på årsbarren.

I slutet av maj till början av juni påföljande år kläcks larverna. De äter under juni och början av juli. De unga larverna börjar äta de barr i vilka äggen lades och dessa delvis uppätta barr brukar sitta kvar och vissna. Senare äts alla äldre barr och skotten blir helt kala. I samband med födobrist äter larverna också av årsbarren. Under sensommaren lämnar larverna träden och spinner en kokong i marken. Huvuddelen av larverna förpuppas efter några veckor och den nya generationen kläcks samma höst. En del av larverna kan ligga kvar i *diapaus* (vila) ett eller flera år för att sedan kläckas.



Figur SPS50 Efter ett angrepp sitter de vissna fjolårsbarren kvar några veckor och ger träden en mycket karakteristisk orange-brun färg. Foto Åke Lindelöw.

Skogsskötsel för att förebygga och minska skador

Olika studier antyder att tre års tillväxt förloras om larverna ätit upp alla äldre barr under ett par års tid och det tar 5–10 år innan trädet återfått sin normala tillväxt. Träden överlever oftast även svåra angrepp. Upprepade kraftiga angrepp kan medföra att träd kan dö eller dödas av sekundära insektsarter såsom mörghärlar och tallvivlar. Detta gäller särskilt om beståndet är tätt och träden konkurrerar om ljus och näring. Om andra kalamiteter inträffar samtidigt kan träden stressas i än högre grad. Gremmeniella, näringsgnag av tallblomvivlar och angrepp av tallbarrgallmyggor som drabbar årsbarren kan innebära att merparten av barrskruden dör eller äts upp.

Ståndorten tycks ha betydelse för arten. Främst angrips bestånd på sedimentmarker och torvmarker, men angrepp förekommer också på morän- och före detta åkermark. En viktig faktor som reglerar antalet tallsteklar är förekomst av smågnagare som äter kokonger i förnan.

Utbrott av röd tallstekel kan inte förebyggas. Direkt bekämpning för att stoppa upp en pågående härjning fordrar dispens från Kemikalieinspek-

tionen. Idag finns inga preparat registrerade att använda för bekämpning av röd tallstekel. I Sverige har ingen bekämpning av röd tallstekel ägt rum de senaste 30 åren. Röda tallstekelns virus är artspecifikt och har använts för biologisk bekämpning. I Norge och Finland har så sent som 2007 respektive 2008 mindre arealer behandlats med virus.

Ett sätt att minska skador är att vänta med röjning och gallring tills att ägglägningsperioden avslutats. Då kommer äggen att spridas på fler träd-individer, varav en del tas ut i röjningen eller gallringen och antalet ägg lagda på de kvarstående träden blir lägre. Sekundära skadegörare såsom mörghorn och tallvivlar kan, om de finns i mängd angripa och lägga ägg i försvagade träd som då kan dö. Röjda och gallrade bestånd med hög vitalitet står normalt emot dessa angrepp.

Användning av fångstvirke syftar till att erbjuda skadeinsekter ett alternativ och på så sätt locka dem från de stående försvagade träden. Fångstvirket transporteras ut ur skogen innan en ny generation insekter hinner kläckas och lämna veden.



Figur SPS51 "Sprittmaskar" – som försvar kan alla larver i en tallstekelkoloni böja upp främre delen av kroppen. Foto Christer Björkman.

Läs mer om den röda tallstekeln:

Eidmann, H.H. & Klingström, A. (1990). *Skadegörare i skogen*. LTs förlag. Stockholm. 355 s.

Kollberg, I. (2013). The effect of temperature on trophic interactions: implications for the population dynamics of a forest pest insect in a warmer climate. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* – 2013:57.

Olofsson, E. (1985). Tallsteklarna – våra vanligaste barrätande insekter. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2–1985.

Olofsson, E. (1988). Virusbekämpning av röda tallstekeln – förutsättningar och möjligheter. *Skogsfakta* 54/1988. SLU.

Olofsson, E. (1989). Röda tallstekeln – biologi, skoglig betydelse, åtgärder. *Skogsfakta* 58/1989. SLU.

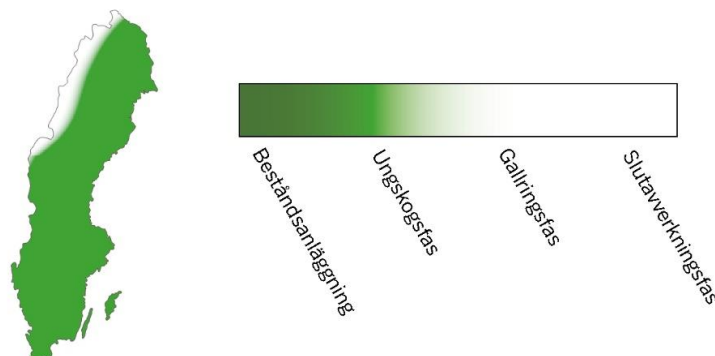
<http://www.slu.se/skogsskada>

<http://skogskada.skogoglandskap.no>

Liten tallstekel

av Åke Lindelöw

Den lilla tallstekeln finns på tall-arter i hela landet. Vid kraftiga angrepp kan merparten av barren vissna och dö, vilket medför tillväxtförluster eller att träden dör. Omfattande plantdöd innebär nya kostnader för beståndets etablering om det ska planteras på nytt. Utebliven produktion under flera år innebär ytterligare förluster. Angreppen kan omfatta 100- eller 1000-tals ha.



Figur SPS52. Lilla tallstekeln finns i hela landet och kraftiga skador uppträder regelbundet i Dalarna och i norra Norrland. Kraftiga skador i form av kalätning kan drabba bestånd som är under 2 m.

Förekomst

Lilla tallstekeln (*Microdiprion pallipes*) lever på vanlig tall men också andra tall-arter, inklusive contortatall. Kalätning drabbar enbart bestånd som är under 2 m och särskilt äldre plantskog under en meters höjd (figur SPS53). Kraftiga skador uppträder mer eller mindre regelbundet i Dalarna och norra Norrland. Lokalt kan smärre skador inträffa i södra Sverige.

Utbrott av lilla tallstekeln uppträder enbart på flacka marker på magra ståndorter. I Dalarna och Lappland på kärva tallhedar, främst i höjdlägen är skadorna som störst. Vad som orsakar utbrotten i bestämda områden är oklart. Utbrott sker ungefär var 10:e år.

Biologi

Hanen är svart med kammade antenner och honan något ljusare med enkla antenner. Den färdiga insekten är 4–7 mm lång. Honan lockar till sig hanar med hjälp av feromon. Den kan inte lägga obefruktade ägg såsom till exempel röda tallstekeln. Vanligtvis lägger honan ett ägg per barr, men både två eller tre förekommer ibland. De ljusgula äggen är svåra att se då de ligger helt dolda i separata fickor i barren.

Lilla tallstekelns larver kläcks mitt i sommaren när årets barr börjat utvecklas. Larverna lever enskilt och är svåra att se eftersom de har samma gröna färg som barren och dessutom har gul-gröna ränder längs kroppen. I pannan på det svarta huvudet finns en ljus månfläck (figur SPS54). De nykläckta larverna äter först vid basen på årsbarren. Detta får barren att böja sig utåt och ganska snart vissna. Larven fortsätter att röra sig från barr till

barr och ta en liten munsbit här och där. Senare äter larven barren från spetsen och inåt, men lämnar ofta den innersta delen orörd.

Blandningen av barr som pekar fel och delvis vissnar ger en mycket karaktäristisk skadebild (figur SPS53). Efter några veckor äter larverna av de äldre barråtgångarna. Om barren tar slut kan larverna vandra över till andra träd. Under sensommaren lämnar de fullväxta larverna trädet. Den fullväxta 1,5 cm långa larven spinner en seg ljusbrun 5–7 mm lång kokong nere i förnan.

Larven övervintrar i kokongen där den kan stanna under flera år, så kallad diapaus. De flesta larver kläcks dock redan efter en övervintring. På våren förpuppar sig larven inne i kokongen för att kläckas under maj–juni. Efter en kort pupptid gnager de fullbildade steklarna inifrån av ett pryddligt ”lock” i ena änden av kokongen och kryper ut i det fria.

Till skillnad från andra tallsteklar är den lilla tallstekeln en god flygare som snabbt tar till vingarna om den oroas. Om vädret är svalt släpper den sig ned på marken.



Figur SPS53 Blandning av barr som pekar ”fel” och delvis vissnar ger en karaktäristisk skadebild för angrepp av den lilla tallstekeln. Foto Åke Lindelöw.



Figur SPS54 Larver av den lilla tallstekeln är svåra att se eftersom de har samma gröna färg som barren och gul-gröna ränder längs kroppen. Foto Erik Nyberg.

Skogsskötsel för att förebygga och minska skador

Utbrott av lilla tallstekeln kan inte förebyggas. Idag finns inga preparat registrerade att använda för bekämpning av lilla tallstekeln. Eftersom den lilla tallstekeln är en god flygare och effektivt kan sprida sig ut i unga planteringar på stora hyggen kan man hävda att omfattande skador i särskilt utsatta områden förebyggs genom att inte ta upp stora hyggen. Med andra ord skulle skador kunna undvikas genom att tillämpa ett hyggesfritt skogsbruk. Möjligheter att prognostisera risk för utbrott är dock begränsade.

Läs mer om den lilla tallstekeln:

Eidmann, H.H. & Klingström, A. (1990). *Skadegörare i skogen*. LTs förlag. Stockholm. 355 s.

Olofsson, E. (1985). Tallsteklarna – våra vanligaste barrätande insekter. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2/1985.

Olofsson, E. (1994). Biology and outbreaks of *Microdiprion pallipes* (Hymenoptera; Diprionidae) in Sweden. *Studia Forestalia Suecica* No. 193: 1–20.

Forsslund, K.H. (1960). Studier över lilla tallstekeln, *Diprion pallipes* (Fall.). *Meddelande från Statens Skogsforskningsinstitut* 49:8.

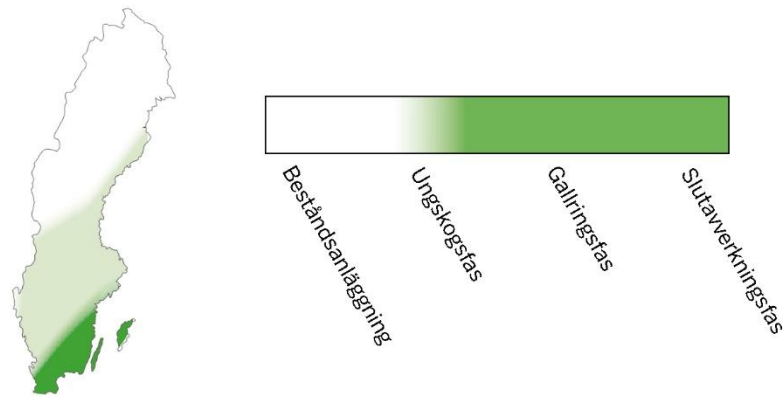
<http://www.slu.se/skogsskada>

<http://skogskade.skogoglandskap.no>

Barrätande insekter på tall

av Åke Lindelöw

Vanlig tallstekel (*Diprion pini*), tallmätare (*Bupalus piniaria*), barrskogsnunna (*Lymantria monacha*), tallspinnare (*Dendrolimus pini*) och tallfly (*Panolis flammea*) äter alla barr på tall.



Figur SPS55 Dessa fem barrätande insekter återfinns upp till södra Norrland men kraftiga skador har främst inträffat i sydöstra Sverige. De orsakar skador från ungskogsfas till slutavverkning.

Förekomst

Dessa insekter finns utbredda upp till i södra Norrland. Kraftiga skador har framför allt inträffat i sydöstra delen av landet. Vissa år angrips 1000-tals ha tallskogar. Kolmården, Hökensås och östra Skåne är områden där några arter haft stora utbrott. Både *vanlig tall* och *contortatall* är lämpliga värdträd för larverna. Barrskogsnunna lever dessutom på *flera andra barrträd* såsom gran och lärk och kan ibland också angripa lövträd.

Larverna äter *alla barrårgångar*. Vid utbrott kan larverna äta upp alla barr med kalätning som följd. Vid starka och fleråriga angrepp glesas tallkronorna ut kraftigt. Årsskottslängden minskar dramatiskt och en del toppar och grenar torkar och dör.

Upprepade kraftiga angrepp kan medföra att träd försvagas och dör eller dödas av sekundära insektsarter såsom mörghärlor och tallvivlar. Detta gäller särskilt om beståndet är tätt och träden konkurrerar om ljus och näring. Om andra kalamiteter inträffar samtidigt kan träden stressas i än högre grad, till exempel i samband med angrepp av Gremmeniella, storm-, snöbrotts- och torkskador.

En härjning pågår ofta 1–3 år och därefter kraschar populationen eftersom naturliga fiender, sjukdomar (virus) eller födobrist gör att flertalet larver inte når full utveckling. Ståndorten tycks ha betydelse för arterna. Främst angrips bestånd på magera och torra ståndorter, men angrepp förekommer också på morän- och före detta åkermark. Hökensås och östra Skåne är klassiska utbrottsområden för dessa arter.



Figur SPS56 Barrskogsnunna, larv. Foto Åke Lindelöw.

Biologi

Vanlig tallstekel har en helt avvikande utvecklingscykel jämfört med den röda tallstekeln. Den vanliga tallstekeln kläcks och flyger under försommaren. Svärmning och äggläggning sker under varma dagar i juni till början av juli. Honan sitter i kronan på en tall och avger ett sexualferomon vilket lockar hanarna som flyger runt träden och söker efter honor. Efter parningen lägger honan äggen i särskilda fickor som "sågas" upp i kanterna på barrn.

Larverna utvecklas under sensommaren och de fullbildade larverna söker sig ned i förnan där de spinner en kokong. De unga larverna börjar äta de barr i vilka äggen lades och dessa delvis uppätta barr brukar sitta kvar och vissna. Senare äts alla äldre barr och skotten blir helt kala. Efter övervintring som larv i kokongen förpuppar sig larven i juni och den färdiga insekten visar sig i juni. Larverna kan utvecklas på olika tallarter. Det är inte ovanligt att finna enstaka kolonier på berg- eller svarttall i trädgårdar. Barrskogsnunna (figur SPS56), tallspinnare, tallmätare, och tallfly utvecklas som larver under sommaren. Den förstnämnda övervintrar som ägg, tallspinnare som halvvuxen larv och de andra två i puppstadiet. Tallfly flyger tidigt på våren, tallmätaren vid midsommartid, tallspinnaren från juni till augusti och barrskogsnunnan först i juli/augusti.

Utbrott är ovanliga och kan inte förutsägas eftersom ingen övervakning sker. Övervakning av hela södra Sverige är inte heller meningsfullt eftersom man inte vet var och när utbrott kommer att ske. Det finns dock några "klassiska" områden där man kan vara mer uppmärksam. Om det finns gott om flygande insekter kan det indikera att populationen ökar och att ett utbrott är på gång. Signaler från Centraleuropa om utbrott kan också signalera skärpt uppmärksamhet. Varma vårar-somrar och milda vintrar är faktorer som ofta gynnar arterna.

Skogsskötsel för att förebygga och minska skador

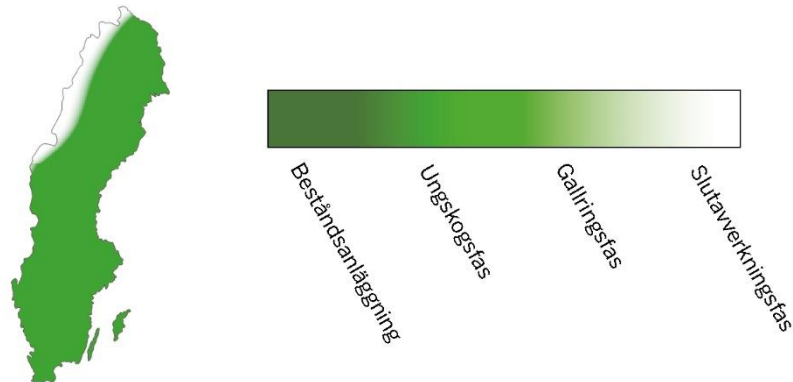
Utbrott av dessa insekter kan inte förebyggas. I många länder pågår *fortlöpande övervakning* av dessa arter i beredskapssyfte. Idag finns inga preparat registrerade att använda för bekämpning. I Sverige har under de senare decennierna tallmätare och barrskogsnunna bekämpats med ett bakteriepreparat (*Bt, Bacillus thuringensis*) (se faktaruta i avsnittet *Molekylärbiologi och bioteknik* i kapitlets del 2) med dispens från Kemikalieinspektionen.

Väntar man med röjning eller gallring tills att ägglägningsperioden avslutats kommer äggen att spridas på fler trädindivider, varav en del tas ut i röjningen eller gallringen och antalet ägg lagda på de kvarstående träden blir lägre. Sekundära skadegörare såsom mörghjortar och tallvivlar kan, om de finns i mängd angripa och lägga ägg i försvagade träd som då kan dö. Röjda och gallrade bestånd med hög vitalitet står normalt emot dessa angrepp. Dock är granen känslig för angrepp av barrskogsnunna. Användning av fångstvirke syftar till att erbjuda dessa insekter ett alternativ och på så sätt locka dem från de stående träden. Fångstvirket transporteras ut ur skogen innan en ny generation insekter kläcks och lämnar veden.

Hjortvilt

av Jonas Bergquist

Hjortvilt tillhör de mest betydande skadegörarna på skog både i Sverige och övriga Europa, Nordamerika och på många andra håll. I Sverige är det främst älg (*Alces alces*; figur SPS58) och rådjur (*Capreolus capreolus*) som orsakar skador men lokalt kan även kronhjort (*Cervus elaphus*) och dovhjort (*Dama dama*) orsaka skador. Skadeproblematiken beror till övervägande del på förhållandevis täta populationer.



Figur SPS57 Hjortvilt förekommer över hela landet. Älg återfinns i hela landet förutom Gotland, rådjur finns över hela landet. Kronhjort har en mer sydlig utbredning och finns inte i Norrbotten. Dohvjort förekommer i fläckvisa bestånd ända upp till Västmanland och Uppland samt i södra Västerbotten. Hjortvilt orsakar främst skador på den unga skogen men kan ibland orsaka problem till följd av barknag och barkflängning i medelålders skog.

Förekomst

Under 1800-talet och det tidiga 1900-talet var hjortviltpopulationerna betydligt glesare än idag både i Sverige och andra länder och har sedan dess tillväxt kraftigt under 1900-talets andra halva. Denna tillväxt antas främst bero på ändringar i markanvändning (till exempel nedläggning av jordbruk och införande av takthyggen i skogbruket), avskjutningsrestriktioner och minskad mängd rovdjur.

Skadorna av hjortdjuren har successivt ökat med tiden under 1900-talet och skogsbruket har haft betydande problem att hitta effektiva sätt att hantera skadeproblematiken, trots att frågan har diskuterats under åtskilliga decennier.¹⁷⁴ Hjortviltet har, till skillnad från många andra skadegörare, ett betydande egenvärde, främst som jaktbyte,¹⁷⁵ som gör att avskjutning vanligen inte används fullt ut för att minska skadeproblematiken.

¹⁷⁴ Kardell, L. (2000). Har vi sett några resultat av ett sekels viltskadedebatt? *Skog & Forskning* 2: 28–34.

¹⁷⁵ Mattsson, L., Boman, M. & Ericsson, G. (2008). Jakten i Sverige – Ekonomiska värden och attityder jaktåret 2005/06. Adaptiv förvaltning av vilt och fisk: *Rapport* nr 1. ISSN 1654-8310.



Figur SPS58 Älgen orsakar omfattande och ekonomiskt betydande skogsskador i Sverige. Foto Petri Timonen.

Skador

Hjortviltet kan skada en planta eller ett träd på ett flertal olika sätt. Det vanligaste är genom att beta på skotten men skador sker ofta även genom att de äter av barken, fejar hornen på stammen, trampar på plantan, bryter av toppen och på andra sätt. Vid höga tätheter kan hjortviltet omforma skogslandskapet genom att föryngringen av vissa trädslag kraftigt minskar.¹⁷⁶

Ett högt betestryck kan även leda till att sammansättningen av fältvegetationen förändras i grunden. På unga hyggen kan detta observeras som att risväxter, örter och föryngring av träd (både självsådda och kulturplantor) minskar medan gräsen ökar i omfattning. Gräsen är relativt lågt rankade som foderväxter för älg och rådjur och vid högt betestryck kan hyggesvegetationen för en tid omformas till grässavanner.¹⁷⁷

Skottbete

Bete på skotten sker främst genom att skottspetsarna äts upp. Detta betende kan förekomma hela året på både barr- och lövträd, men det är vanligast vintertid. Skott som är för grova undviks då den osmältbara veden i mitten utgör allt för stor del. Rådjur brukar äta skott klenare än cirka 2–3 mm¹⁷⁸ medan älgen vanligen äter upp till cirka 4 mm grova skott.¹⁷⁹

¹⁷⁶ Gill, R. M. A. (1992). A review of damage by mammals in north temperate forests: 1. Deer. *Forestry* 65: 145–169.

¹⁷⁷ Bergquist, J., Örlander, G. & Nilsson, U. (1999). Deer browsing and slash removal affect field vegetation on south Swedish clearcuts. *For. Ecol. Man.* 115: 171–182.

¹⁷⁸ Bergström, R & Bergqvist, G. (1997). Frequencies and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scand. J. For. Res.* 12: 288–294.

¹⁷⁹ Jia, J., Niemelä, P. & Danell, K. (1995). Moose (*Alces alces*) bite diameter selection in relation to twig quality on four phenotypes of Scots pine *Pinus sylvestris*. *Wildlife Biol.* 1: 47–55.

Toppskottet är mest attraktivt och betas först om plantan är i lämplig storlek, vilket för rådjur innebär under cirka 1 m höjd och för älg under cirka 2 m höjd. Det är framför allt toppskottsbetet som orsakar svåra ekonomiska skador genom tillväxtnedsättningar och kvalitetsdefekter. Under försommaren kan hjortdjuren ibland beta ganska hårt på färska skott av barrträd.¹⁸⁰ Detta beteende är mindre vanligt i Sverige jämfört med Mellaneuropa men lokalt kan försommarbete av älg orsaka svåra skador på unga tallar.¹⁸¹

Under sommaren kan även lövträd skadas genom lövrepning när en hel kvist dras genom mulen för att komma åt bladen, ofta dödas då hela kvisten genom att barken repas sönder. Skottbete av hjortdjur kan, åtminstone på lite grövre skott, skiljas från bete av harar och andra gnagare genom att betytan är något ojämn och fransig och ofta, men inte alltid, är den vinkelrät mot skottaxeln medan betytan från harar och gnagare är mycket jämn och ofta lite sned i förhållande till skottaxeln.

Det finns en tydlig preferens hos hjortdjuren mellan olika trädslag. Denna preferens är aldrig exakt utan varierar över tiden, mellan olika lokaler och mellan olika hjortdjursarter. Utifrån olika studier kan ändå följande ungefärliga preferenslista sättas upp där 1 anger högst prefererad och 5 att trädslaget vanligen undviks:

1. Ek, asp, rönn, sälg
2. Ask, fågelbär, alm, lönn
3. Vårtbjörk, bok, tall, lind, douglasgran, lärk
4. Glasbjörk, klibbal, contorta
5. Gran, gråal, sitkagran

Skottbetet är den skadetyp som vanligen har den största inverkan på trädens utveckling. Visserligen har varje enskilt bett inte så stor inverkan och även efter att ha varit utsatta för ett hårt betetryck kan träden relativt snabbt reparera skadorna om betet upphör. Den stora ekonomiska skadan består istället av att skottbete är så oerhört vanligt och när det riktas mot toppskotten under flera år så reduceras höjdtillväxten och tekniska defekter som sprötkvist, krökar och i värsta fall flerstammighet blir följden. Den buskighet som träden utvecklar efter tidigt toppskotts-bete läker vanligen ut sig när plantan har vuxit ur den höjd där risken för skador är som störst.¹⁸²

Den avgång som ofta sker vid intensivt skottbete beror vanligen inte på att plantan dör genom förlust av grön biomassa utan på att konkurrensförmågan sätts ned och att annan vegetation växer förbi och kväver plantan eller att andra sekundära skadegörare slår ut den.

Toppbrytning

Toppbrytning utgör egentligen en variant av skottbete där främst älg bryter av toppen på unga träd som annars har vuxit ur lämplig beteshöjd. Träd

¹⁸⁰ Gill, R. M. A. (1992). A review of damage by mammals in north temperate forests: 1. Deer. *Forestry* 65: 145–169.

¹⁸¹ Bergström, R., Bergqvist, G. & Burström, L (2008). Försommarbete på tall – ett skogligt problem. Skogforsk, *Resultat* nr 1–2008.

¹⁸² Bergquist, J., Bergström, R & Zakharenka, A. (2003). Responses of young Norway spruce (*Picea abies*) to winter browsing by roe deer (*Capreolus capreolus*): Effects on height growth and stem morphology. *Scand. J. For. Res.* 18: 368–376.

mellan 2–4 meter tycks vara mest utsatta. Efter nedbrytningen genomför älgen ett skottbete på toppen som då hänger ned.

Effekterna av toppbrott liknar de av toppskottsbete men är mer destruktiv för plantan eller det unga trädet. Vanligen överlever trädet skadan och en sidogren reser sig och bildar en ny topp men resultatet blir då en så kallad bajonettkrök som kraftigt sänker virkeskvaliteten. Effekten av en sådan skada blir större ju längre ned på stammen som brottet sker. Sker det nedanför andra grenvarvet så är sannolikheten liten för att rotstocken skall duga till sågtimmer ens av sämsta kvalitet.¹⁸³

Barknag och barkflängning

Barknag och barkflängning, är betydligt mindre vanligt än skottbete. Det är älg och kronhjort som ägnar sig åt denna typ av födosök medan rådjur och dovhjort vanligen inte gör det. Skadan är allvarligare än skottbete eftersom veden blottläggs och ofta blir infekterad av rötsvampar.

Det är huvudsakligen barknag av älg på relativt unga tallar som utgör det stora problemet ur skoglig synpunkt och skadan tycks vara vanligare i södra Sverige än i norr.¹⁸⁴ Kronhjort och i viss mån älg kan lokalt orsaka svåra skador på medelåders granar men denna skadetyper är relativt dåligt studerad i Skandinavien. Flera lövträd som ek och asp kan skadas på unga träd och detta är svårt att skydda sig ifrån.

Fejning

Fejning skadar plantor och unga träd genom att handjuren hos alla hjortdjur på våren gnider sina horn mot stammen för att bli av med basthuden. Barken skadas och kan många gånger slitas loss helt med följd att trädet dör ovanför. Basthudsfejning utgör totalt sett inte något större skogligt problem. Utöver basthudsfejning så utför även råbockar fejning på stammarna på unga träd för att markera revirgränser.

Råbockarna har doftkörtlar i pannan som gnids mot stammen och ger en doftsignal till andra rådjur. Detta beteende kan lokalt orsaka ganska svåra skador och sker huvudsakligen under sommaren fram till och med brunsten. Ofta söker bockarna sig till trädslag med stark egen doft¹⁸⁵ eller till trädslag i minoritet, troligen för att förstärka signalvärdet.¹⁸⁶ Träd med en stamdiameter mellan 2–3 cm är mest utsatta och skadan hamnar typiskt på cirka 10–80 cm höjd.

Biologi

Föda

Olika stora växtätare, som hjortdjur, skiljer sig lite åt i sitt födoval. Djur som främst lever på gräs och annan vegetation av generellt sett lågt nä-

¹⁸³ Heikkilä, R. & Löyttyneimi, K. (1992). Growth responses of young Scots pines to artificial shoot breaking simulation moose damage. *Silva Fenn.* 26: 19–26.

¹⁸⁴ Bergqvist, G., Bergström, R. & Edenius, L. (2001). Patterns of stem damage by moose (*Alces alces*) in young *Pinus sylvestris* stands in Sweden. *Scand. J. For. Res.* 16: 363–370.

¹⁸⁵ Johansson, A., Liberg, O. Wahlström, L. K. (1995). Temporal and physical characteristics of scraping and rubbing in roe deer (*Capreolus capreolus*). *J. Mammal.* 76: 123–129.

¹⁸⁶ Motta, R. and Nola, P. (1996). Fraying damages in the subalpine forest of Paneveggio (Trento, Italy): a dendroecological approach. *For. Ecol. Manage.* 88: 81–86.

ringsvärde kallas *grazers* medan de som huvudsakligen lever av mer näringsrika växter eller växtdelar som örter, blad, frukt, bark, knoppar med mera kallas för *browsers*. Älg och rådjur klassas som typiska browsers medan kronhjort och dovhjort klassas som mellanformer mellan *grazers* och *browsers* där kronhjorten ligger mer åt *browser*hållet och dovhjorten mer åt *grazer*hållet.¹⁸⁷ *Browsers* är i allmänhet svårare skadegörare på skog än *grazers* eftersom växtdelar från träd utgör en stor del av deras naturliga foder. Älg och rådjur äter främst av träd på vintern (både barrträd och lövträd) och under sommaren (lövträd).¹⁸⁸

Spridningsstrategi

Älg och rådjur anses vara anpassade till en mer renodlad skogsmiljö där de utnyttjar markvegetation på de platser där skogen har dött eller skadats av någon orsak, exempelvis skogsbrand, stormfällning, översvämning etcetera. Efter en sådan händelse startar en ny vegetationssuccession och djuren livnär sig på de första stadierna med örter, ris, buskar, trädplantor och ungskog.

När skogen sluter sig åter beger sig djuren successivt iväg för att söka efter nya störningar med tidiga succesionsstadier i skogen. Vanligen är det främst unga djur som söker sig iväg. Älg och rådjurspopulationerna är således inte stationära i ett område utan mer ambulerande i landskapet och populationerna inom ett område fluktuerar kraftigt över tiden. Älg och rådjur (och många andra browsers) föder regelmässigt tvillingar (rådjur till och med trillingar).

Forskare har förklarat den höga reproduktionstakten som en effekt av denna ambulerande strategi. När foder väl finns i överflöd gäller det att maximera antalet avkommor innan skogen åter sluter sig och reproduktion blir svårt på grund av foderbrist.

Älg genomför i norra Sverige även vandringar mellan vinter- och sommarbetesplatser. Även rådjur kan röra sig över stora områden i norr. Säsongsvandringar för älg tycks även förekomma i södra Sverige men sker då över betydligt kortare distanser. Direkta säsongsvandringar tycks vara sällsynta hos södra Sveriges rådjur men hemområdesstorleken ökar ofta under vintern ökar varvid nya rådjur kan tillkomma på en mark.

Kron- och dovhjort anses vara anpassade till en mer stabilt öppen eller halvöppen miljö med glesa skogar eller skogar som omväxlar med öppna områden där fältvegetationen huvudsakligen utgörs av gräs. Kron- och dovhjort har en långsam spridningsekologi och låg reproduktionstakt (en kalv per år) och detta brukar tas som intäkt för deras anpassning till en stabil förutsägbart miljö med ett relativt lågt näringsvärde på foderväxterna. Det finns inte så stor anledning att söka sig iväg i en stabil miljö eftersom det är sannolikt att även nästa område är upptaget av andra hjortar. Beteendet att leva i flock indikerar även det en anpassning till öppna områden då det bland annat är en strategi att gemensamt hålla utsikt efter rovdjur i en öppen terräng.

¹⁸⁷ Hofmann, R.R. (1989). Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78: 443–457.

¹⁸⁸ Cederlund, G., Ljungqvist, H., Markgren, G. & Stålfelt, F. (1980). Foods of moose and roe-deer at Grimsö in central Sweden: results of rumen content analyses. *Viltrevy* 11: 169–247.

Åtgärder för att förebygga och minska skador

Andelen viltskador varierar vanligen mycket kraftigt mellan olika bestånd, även om alla mätbara yttre faktorer tycks vara lika.^{189,190} Skadorna har även en tendens att variera mellan år även vid en konstant viltstam. Även vid förhållandevis glesa viltstammar kan attraktiva trädslag drabbas hårt. Denna oförutsägbarhet innebär svårigheter att på ett ekonomiskt väl avvägt sätt utföra skyddsåtgärder för att minska skadorna. Istället är man i de flesta fall hänvisad till att så långt som möjligt minska den genomsnittliga risken för viltskador väl medveten om att enskilda bestånd kan drabbas hårt ändå.

Förvaltning

Hjortdjuren är relativt enkla att minska i antal genom jakt men på grund av deras egenvärde bemöts ofta krav om kraftig avskjutning med motstånd eller ovilja att genomföra långtgående reduktioner. Diskussionerna landar vanligen i att man bör balansera skogsbrukets behov av små skador mot jaktintressenas behov av täta viltstammar. Svårigheten i en sådan förvaltning ligger i att till ett rimligt pris få fram högkvalitativa data på viltstammarnas storlek och demografi, skadornas omfattning och tillgången på viltfoder. Dessa data bör dessutom vara lokala för att accepteras av enskilda jakträttsinnehavare.

Hittills har inte aktiv viltförvaltning i Sverige lyckats lösa skadeproblematiken mer än på begränsade arealer. För närvarande pågår en hel del utvecklingsarbete för att effektivisera klövviltförvaltningen. Det kommer sannolikt att ta flera år innan effekten av detta arbete kan påverka situationen och det är oklart i vilken grad den framtida förvaltningen kan lösa viltskadeproblematiken.

Skydd

Det finns ett stort antal metoder och åtgärder som man kan ta till för att skydda plantor och träd mot skador. Generellt kan man säga att de flesta skyddsmetoder har så stora nackdelar, som att de är väldigt dyra, ineffektiva eller att de skadar plantan, att användbarheten begränsas.

Hägn

Genom att stänga ute djuren från hela området kan skadorna reduceras till tolerabel nivå. Ofta får man ändå besök genom revor och luckor som uppstår till exempel genom vindfällning. Det saknas vetenskapligt grundad kunskap om lämplig design och användning av hägn. I realiteten så är man hänvisad till empiriska erfarenheter och i dagsläget dominerar relativt kraftiga och höga nätstängsel av metallnät.

Det är även vanligt att man försummar underhåll och nedtagning och ofta ser man nät som vuxit in i vegetationen. Hägnen utgör betydande hinder i terrängen för både friluftaktiviteter och det vilda. De höga kostnaderna och övriga negativa effekter gör att metoden endast bör användas när inget an-

¹⁸⁹ Andrén, H. & Angelstam, P. (1993). Moose browsing in Scots pine in relation to stand size and distance to forest edge. *J. Appl. Ecol.* 30: 133–142.

¹⁹⁰ Bergquist, J. & Örlander, G. (1998). Browsing damage by roe deer on Norway spruce seedlings planted on clearcuts of different ages: 1. Effect of slash removal, vegetation development, and roe deer density *For. Ecol. Manage.* 105: 283–293.

nat fungerar. Elstängsel är vanligen billigare än näthägn men kräver mer underhåll. Mindre hjorddjur som rådjur tar sig ofta in emellan eltrådarna.

Skrämselanordningar

På senare år har ett antal artiklar funnits på marknaden som avser att skrämma bort djuren från ett område genom lukt, ljud eller visuella effekter. Tester och praktiska erfarenheter visar vanligen på en mycket svag eller obefintlig effekt.

Repellenter och plantskydd

Det finns många skydd för den enskilda plantan som har visat sig minska skadorna. Dessa har främst använts för att skydda små barrplantor mot bete av rådjur. Det är inte studerat om dessa skydd även hindrar älgbete på lite större tallar, men det är sannolikt. Metoderna har dock visat sig otillräckliga för att skydda lövplantor mot rådjur. Många preparat har även visat sig ge planskador vid olämplig hantering eller dosering.¹⁹¹ Under förutsättning att betesskadorna sker under relativt kort period (ett par år) och gäller små barrplantor så är behandling med repellenter och plantskydd en förhållandevis kostnadseffektiv skyddsmetod.

Skogsskötselåtgärder

Valet av skötselmetod kan ha en betydande påverkan på mängden viltskador på flera olika sätt. Genom skötselåtgärder påverkar man miljön på en förnygringsyta vilket i sin tur kan påverka risken för plantskador. En sådan miljöfaktor gäller vegetationen runt de plantor som skall bygga upp det framtida beståndet. Vid val av två olika skötselmetoder kan man välja den metod som ökar mängden alternativt foder. Vanligen anser man att en ökning av det alternativa fodret leder till minskade skador på plantorna. Detta är dock inte helt säkert i det enskilda beståndet då de ökade fodermängderna kan locka till sig nya djur och skadorna kan därigenom till och med öka.

Skogsskötselåtgärderna påverkar även själva plantans egna fodervärde, vilket påverkar risken för att den betas. Generell tenderar vitala plantor med hög tillväxthastighet att betas mer än stressade och/eller skadade plantor med lägre tillväxthastighet om plantorna för övrigt är ungefär lika. Genom att satsa på långsamväxande plantor kan betestrycket ett enskilt år sannolikt minska men samtidigt är plantan längre i ett storleksintervall där den riskerar skador. Långsamväxande plantor står dessutom i klar kontrast till hög produktion, den mest grundläggande målsättningen med skogsbruk.

Det finns naturligtvis fler åtgärder som kan påverka viltskadorna på olika sätt och dessutom förekommer ofta flera olika faktorer samtidigt som kan samverka. En ökning av vegetationen kan till exempel leda till minskat bete genom att plantorna döljs och genom att mer foder erbjuds men även genom att den ökade konkurrensen leder till lägre plantvitalitet.

¹⁹¹ Bergquist, J., & Örlander, G. (1996). Browsing deterrent and phytotoxic effects of roe deer repellents on *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings. *Scand. J. For. Res.* 11: 145–152.

Beståndsstorlek

Det är en relativt vanlig uppfattning att små planteringar drabbas av mer skador än stora dito. Förklaringen är vanligen att djuren undviker att exponera sig på stora öppna ytor. Detta är ett mönster som har rapporterats i flera mellaneuropeiska studier för rådjur och hjortar men som inte har bekräftats i svenska studier för vare sig rådjur¹⁹² eller älg.¹⁹³ Förklaringen till detta kan vara att de mellaneuropeiska studierna avser ett storleksintervall ned till, ur svensk synvinkel, mycket små hyggen på under 1000 m². Detta är närmast att jämföra med en luckblädning i svensk skoglig terminologi.

Planttyp

De första åren efter planteringen har planttypen stor betydelse för skaderisken där täckrotsplantor betas oftare än barrotsplantor och en större del av plantan konsumeras. Täckrotsplantornas högre begärlighet än barrotsplantorna beror sannolikt på en högre vitalitet och en slankare och mindre förvedad arkitektur.¹⁹⁴ Skillnaden i betestryck är så pass stor att det många gånger lönar sig att välja barrotsplantor i områden med högt betestryck. Även om det inte är direkt studerat så är det inte sannolikt att denna skillnad i begärlighet finns mer än de första 2–3 åren efter plantering eftersom skillnaderna mellan planttyperna successivt växer bort.

Trädslagsval

Att välja trädslag som viltet undviker är kanske det vanligaste sättet att hantera viltskador. Listningen av preferensen tidigare utgör ett lämpligt underlag för detta. I södra Sverige planteras numera gran allmänt även på ren tallmark. Det råder stor osäkerhet hur dessa planteringar kommer att utvecklas långsiktigt.

Naturlig föryngring

Naturlig föryngrade plantor tenderar att drabbas av mindre betesskador än planterade.¹⁹⁵ Det finns flera olika möjliga orsaker till detta. Ofta växer de långsammare än kulturplantorna och blir då mindre smakliga. Under förutsättningen att tätheten mellan plantorna är hög kan plantorna skydda varandra rent fysiskt. Tätheten kan även medföra ett överutbud av ett födoslag vilket leder till ett lägre uttag på varje enskild planta.¹⁹⁶ Användning av naturlig föryngring, under förutsättning att plantuppslaget blir tätt, är sannolikt en av de mest effektiva metoderna för att minska effekterna av hjortviltbete. Under förutsättning att man får ett stort planttillslag kan även sådd vara ett förhållandevis effektivt sätt att minska skadorna.

¹⁹² Bergström, R. & Bergqvist, G. (1997). Frequencies and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scand. J. For. Res.* 11: 288–294.

¹⁹³ Andrén, H. & Angelstam, P. (1993). Moose browsing in Scots pine in relation to stand size and distance to forest edge. *J. Appl. Ecol.* 30: 133–142.

¹⁹⁴ Bergquist, J., Örlander, G. & Nilsson, U. (2003). Interactions among forestry regeneration treatments, plant vigour and browsing damage by deer. *New Forests* 25: 25–40.

¹⁹⁵ Bergström, R. & Bergqvist, G. (1997). Frequencies and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scand. J. For. Res.* 11: 288–294.

¹⁹⁶ Vivås, H. J. & Sæther, B.-E. (1987). Interactions between a generalist herbivore, the moose *Alces alces*, and its food resources: an experimental study of winter foraging behaviour in relation to browse availability. *J. Anim. Ecol.* 56: 509–520.

Röjning

Det finns flera uppfattningar om när och hur röjning bör utföras för att minska skaderisken från framför allt älg på tallungskog. Vanligen rekommenderas att röjningen skjuts upp till tallarna är över 5 m höga men vetenskapliga underlag saknas helt för denna rekommendation. Det är inte klarlagt om de negativa effekterna av en uppskjuten röjning (snötrycksskador, svampinfektioner, förlorade möjlighet att gynna lämpliga framtidsstammar etcetera) är större än de negativa effekterna av ökade betesskador vid en tidigare röjning. Unga tallbestånd som är övertoppade av lövsly tenderar dessutom att bli svårare betade än jämförbara röjda bestånd.^{197,198}

Utöver frågan om uppskjuten röjning finns det även föreställningar om att röjningens utförande kan påverka skaderisken. På senare tid har toppröjning (där röjstammarna kapas på drygt 1 meters höjd) föreslagits som en metod att öka mängden lämpligt älgfoder. Man förutsätter då att avkapade tallar och lövträd buskar ut sig och producerar en stor mängd smakliga, dåligt förvedade nya skott. Även här saknas vetenskapliga data som stöd för metodiken och beräkningar av övriga kostnader och negativa effekter av metoden (som till exempel försvårad framtida gallring, behov av kompletterande röjningar och hinder för friluftslivet).

Foderstimulerande åtgärder

Ett förslag som genom åren ofta återkommer gäller att man bör lätta på betetrycket mot värdefulla bestånd genom att erbjuda alternativt foder.¹⁹⁹ Kunskapen är mycket begränsad om hur mycket detta egentligen betyder för att minska betetrycket. Även om foder erbjuds så utnyttjas vanligen endast en bråkdel av det som teoretiskt borde vara lämpligt att äta. Det är även viktigt att jämföra med hyggesupptagning som är den åtgärd som sammantaget har störst betydelse för ett skogsområdes förmåga att hålla hjortvilt. Det krävs cirka 20 ha ungskog för att erbjuda foder tillräckligt för en enda älg under ett år.

Användning av foderstimulerande åtgärder måste kombineras med en aktiv förvaltning, i annat fall riskerar foderstimuleringen att få ganska kortvariga effekter på skadorna om viltpopulationerna tillåts öka i takt med foder-tillförseln.

Avverkning

Vid avverkningen kan tillfälligt extra foder skapas genom att man lämnar ris och toppar från tall och vissa lövträd, till exempel asp. Detta fodertillskott är extra värdefullt om det sker under vintern då skadorna vanligen inträffar och riset håller sig samtidigt färskt under en längre tid. På samma sätt kan man styra gallringar i tall och avverkning av frötallar till vintern.

Rent praktiskt kan det vara svårt att ta denna typ av hänsyn då marknaden och skogsbrukets transportlogistik sätter begränsningar för hur långt man

¹⁹⁷ Härkönen, S. (1998). Effects of silvicultural cleaning in mixed pine–deciduous stands on moose damage to Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Scand. J. For. Res.* 13: 429–436.

¹⁹⁸ Nikula, A., Hallikainen, V., Jalkanen, R., Hyppönen, M. & Mäkitalo, K. (2008). Modelling the factors predisposing Scots pine to moose damage in artificially regenerated sapling stands in Finnish Lapland. *Silva Fenn.* 42: 587–603.

¹⁹⁹ Kardell, L. (2000). Har vi sett några resultat av ett sekels viltskadedebatt? *Skog & Forskning* 2: 28–34.

kan styra avverkningar. Det finns inte heller några säkra uppskattningar för hur mycket detta kan betyda rent praktiskt och för åtgärdens kostnadseffektivitet.

Föryngring

Flera olika åtgärder vid föryngring av skog har stor betydelse för produktionen av viltfoder. Markberedning, hyggesbränning och stubbtäkt gynnar föryngring av vedartade växter och vanligen ökar lövträd, tall och risväxter som utgör viktigt vinterfoder.²⁰⁰ En skärmställning av tall eller löv kan även ge ökad föryngring av vedartade växter. GROT-skörd (skörd av grenar och toppar) ger en viss ökning av självföryngring men minskar även utbredning av örter och hallon som utgör viktigt sommarfoder.²⁰¹

Lite förenklat kan man säga att ju aggressivare markbehandling desto högre foderproduktion, men då det samtidigt innebär betydande negativa miljöeffekter är frihetsgraderna att använda fodertillskottet som argument för en aggressiv markbehandling mycket begränsade.

Öka andel tall

En ganska spridd uppfattning finns att man kan minska älgskadorna på tall genom att öka andelen tallungskogar inom ett landskap. Tanken är att tallarna både kan erbjuda viss mängd foder och samtidigt vara produktions-trädslag. Det finns även studier som till en del bekräftar detta.²⁰²

Denna kunskap är dock inte enkel att omsätta rent praktiskt. I många områden är det helt enkelt inte lämpligt att öka tallandelen på grund av naturgivna förutsättningar och/eller produktionsekonomiska överväganden. För att öka tallföryngringen inom ett område behöver ett antal olika markägares insatser koordineras. Den första vågen av tallföryngringar i ett område med högt betestryck måste sannolikt skyddas genom ökad avskjutning eller på annat sätt. Inledningsvis kommer dessa inte erbjuda särskilt mycket foder. Det finns även en pedagogisk utmaning i att förklara varför skogsägarna ska öka planteringen av ett skadedrabbat trädslag för att förhoppningsvis minska skadorna på sikt.

Gödsling och dikning

Många har observerat att hjortvilt föredrar att beta i kvävegödslade skogar och det finns även vetenskapligt stöd för detta.²⁰³ Även om det inte är direkt studerat så är det även troligt att gödsling med fosfor och kalium på torvmark har samma effekt. En annan vanlig observation som inte är vetenskapligt bekräftad gäller ett ökat betesutnyttjande efter dikning på torvmark.

²⁰⁰ Cederlund, G., Ljungqvist, H., Markgren, G. & Stålfelt, F. (1980). Foods of moose and roe-deer at Grimsö in central Sweden: results of rumen content analyses. *Viltrevy* 11: 169–247.

²⁰¹ Bergquist, J., Örlander, G. & Nilsson, U. (1999). Slash removal and deer browsing affects field vegetation on south Swedish clearcuts. *For. Ecol. Manage.* 115: 171–182.

²⁰² Bergqvist, G., Bergström, R. & Wallgren, M. (2014). Recent browsing damages on Scots pine, birch and aspen in young commercial forests – effect of forage availability, moose population density and site productivity. *Silv. Fenn.* 48: article id 1077

²⁰³ Ball, J.P., Danell, K. & Sunesson, P. (2000). Response of a herbivore community to increased food quality and quantity: an experiment with nitrogen fertiliser in a boreal forest. *J. Appl. Ecol.* 37: 247–255.

Övrigt

Det finns ganska stora markarealer i skogslandskapet som inte används för virkesproduktion. Det kan gälla kraftledningsgator, hänsynsytor, kantzoner, gammal jordbruksmark etcetera. Ett vanligt återkommande förslag är att dessa kan utnyttjas för att öka produktionen av viltfoder och teoretiskt skulle det kunna handla om stora mängder.

Potentialen för viltfoderproduktion begränsas ofta av det ändamål som ytorna har, till exempel får inte miljövärdena på en hänsynsyta påverkas. Vidare består en del av dessa ytor av lågproduktiva marker. Utöver detta finns betydande ekonomiska och juridiska begränsningar, vilket ytterligare minskar möjligheterna. En viktig juridisk begränsning är att det vanligen inte är tillåtet eller önskvärt att gödsla dessa marginalmarker.

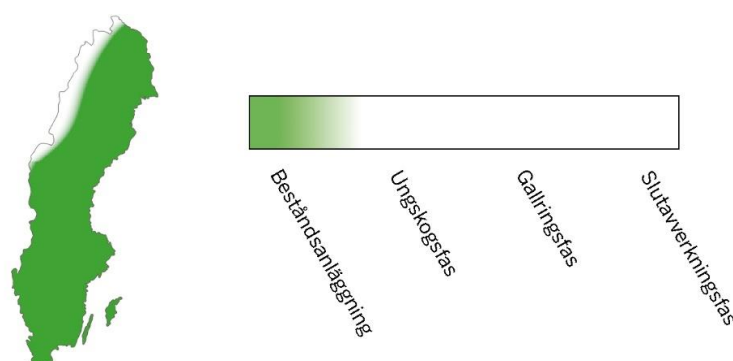
Utöver odling av viltfoder så kan man tillföra foder genom direkt utfodring med hö, ensilage, foderpellets, rotfrukter och annat. Under förutsättning att djuren verkligen utnyttjar det tillförda fodret så tycks det på kort sikt vara en förhållandevis kostnadseffektiv metod. En risk med utfodring är att det drar till sig mycket djur vilket riskerar öka skadorna nära utfodringsplatsen.²⁰⁴

²⁰⁴ Garrido, P., Lindqvist, S. & Kjellander, P. (2014). Natural forage composition decreases deer browsing on *Picea abies* around supplemental feeding sites. *Scand. J. For. Res.* 29: 1–9.

Skador av hare och kanin

av Jonas Bergquist

Gnagare av familjen *Leporidae* är kända som skadegörare på vedartad vegetation. I Sverige representeras denna familj av skogshare (*Lepidus timidus*), fälthare (*Lepidus europaeus*) och vildkanin (*Oryctolagus cuniculus*). Av dessa arter anses skogsharen vara den största skadegöraren på vedartad vegetation. Skadorna ligger totalt sett på en betydligt lägre nivå än för hjortdjuren men kan lokalt vara mycket besvärande, särskilt på lövträdsplantor. Litteraturen och forskningen är ganska begränsad när det gäller skador av dessa djur och den klart mest studerade arten är skogshare.



Figur SPS59 Skogsharen återfinns över nästan hela landet men populationen är glesare i södra Sverige och i södra Skåne saknas den helt. Fältharen finns i öppna och halvöppna miljöer över Götaland och Svealand medan vildkanin främst finns i Skåne, Halland och på Gotland. Skador från hare och kanin drabbar den unga skogen.

Förekomst

Skadorna på betade plantor blir ofta betydande eftersom de kapas eller barkas långt ner på stammen och nya skott kan ha problem att växa ur konkurrerande vegetation. Bredvid kapade plantor lämnar ofta haren en stor del av plantan liggande kvar på marken. Detta beteende kan vara förbryllande och se ut som haren endast har kapat plantan i rent nöje eller för att provsmaka.

Förklaring ligger i att haren matsmältningsorgan inte klarar att smälta skottspetsarna på grund av de kemiska försvarsämnen dessa innehåller. Hjortdjuren har fysiologiska anpassningar i matsmältningsorganen som gör att de bättre kan neutralisera dessa giftiga substanser. Hararna konsumerar istället ofta de äldre och grövre plantdelarna nära stambasen och lämnar den svårsmälta övre delen på plantan. På grövre skott och på mindre omtäckta trädslag som gran och al kan dock hela plantan lämnas orörd efter att den ha kapats.²⁰⁵

²⁰⁵ Aarnio, M. (1983). Selection and quality of winter food of the mountain hare in southern Finland. *Finnish Game Res.* 41: 57–65.

Biologi

Skogsharen finns i nästan hela landet men i södra Sverige kan populationerna bitvis vara ganska glesa och i södra Skåne saknas den helt. Fältharen finns huvudsakligen i öppna miljöer över större delen av Götaland och Svealand, men är mindre vanlig i rena skogsbygder. Fältharen och skogsharen hybridiserar ofta, med steril avkomma som följd. Kaninens utbredning begränsar sig främst till Skåne, Halland och Gotland men finns fläckvis något norr därom. Födan för hararna och vildkaniner domineras av gräs, örter, blad och risväxter. Fältharen och kanin är mer utpräglade gräsätare än skogsharen, som åtminstone vintertid till stor del livnär sig på vedartad vegetation.^{206,207}

Harar och kaniner skadar skogsplantor främst genom att gnaga av barken eller genom att kapa plantan nära marken.²⁰⁸ Skadorna är vanligast vintertid men kan även förekomma på sommaren.²⁰⁹ Förekomst av skador är ofta men inte alltid kopplad till höga populationstätheter.²¹⁰

Det enklaste sättet att separera betesskador av harar och kaniner från de av hjortdjur är att titta på bettytan. Harar och kaniner lämnar en mycket skarp och ofta, men inte alltid, något sned bettyta efter sig medan den yta hjortdjuren lämnar vanligen är tydligt fransig, särskilt på lite grövre skott. Data om vilken grovlek på plantor som föredras är mycket knapphändiga men skogsharen verkar föredra 2–4 mm grova skott men kan öka detta upp till 10 mm.^{211,212} Barkning tycks dock ske på lite grövre stammar, i en finsk studie barknagdes inga skott under 5 mm.²¹³

Lövträd föredras men bortsett från detta tycks preferensen för olika trädslag var mer otydlig än för hjortdjuren. Rönn, vide, asp och björk tycks vara populära hos skogsharen där björken verkar var minst smaklig.^{214,215,216} Bok tycks var relativt omtyckt och äts hellre än björk och ek.²¹⁷

²⁰⁶ Palo, T., Anderson, S. K. & Iason, G. (1993). Niche separation in two species of hare. Metabolic costs of plant phenolics. *Chemoecology* 4: 153–157.

²⁰⁷ Iason, G. & Palo, T. (1991). Effects of birch phenolics on a grazing and a browsing mammal: a comparison of hares. *J. Chem. Ecol.* 17: 1733–1744.

²⁰⁸ Gill, R.M.A. (1992). A review of damage by mammals in north temperate forests: 1. Deer. *Forestry* 65: 145–169.

²⁰⁹ Bergquist, J. (2001). Fälttest av viltskyddsmedel på lövplantor – slutrapport. SLU, Asa försökspark, *Rapport* nr 4.

²¹⁰ Gill, R.M.A. (1992). A review of damage by mammals in north temperate forests: 1. Deer. *Forestry* 65: 145–169.

²¹¹ Aarnio, M. 1983. Selection and quality of winter food of the mountain hare in southern Finland. *Finnish Game Res.* 41: 57–65.

²¹² Lindlöf, B., Lindström, E. & Pehrson, Å. (1974). On activity, habitat selection and diet of the mountain hare (*Lepus timidus* L.) in winter. *Viltrevy* 9: 27–43.

²¹³ Aarnio, M. (1983). Selection and quality of winter food of the mountain hare in southern Finland. *Finnish Game Res.* 41: 57–65.

²¹⁴ Lindlöf, B., Lindström, E. & Pehrson, Å. (1974). On activity, habitat selection and diet of the mountain hare (*Lepus timidus* L.) in winter. *Viltrevy* 9: 27–43.

²¹⁵ Hewson, R. (1977). Browsing by mountain hares *Lepus timidus* on trees and shrubs in northeast Scotland. *J. Zool.* 182: 168–171.

²¹⁶ Hjältén, J. & Palo, T. (1992). Selection of deciduous trees by free-ranging voles and hares in relation to plant chemistry. *Oikos* 63: 477–484.

²¹⁷ Bergquist, J. (2001). Fälttest av viltskyddsmedel på lövplantor – slutrapport. SLU, Asa försökspark, *Rapport* nr 4.

Åtgärder för att förebygga och minska skador

Litteraturen är knapphändig med uppgifter om hur man kan minska skador av harar och vildkaniner. Detta gäller särskilt någorlunda testade åtgärder. Bekämpning genom jakt kan vara en lösning vid mycket höga populationer men är sannolikt mindre verksamt i glesare populationer.

På marknaden finns ett antal fysiska skydd, till exempel plantrör, till salu men dessa är sannolikt inte kostnadseffektiva på grund av högt styckepris och att det är svårt att prognostisera skadorna. De repellenter som de senaste 10–15 åren framgångsrikt använts för att minska rådjursskador på små barrplanter i Sverige tycks vara otillräckliga för att skydda lövplanter mot harbetning på lövträd vare sig det gäller sommar eller vinterbetning.²¹⁸

Hägn rekommenderas ofta och då avser man ett finmaskigt nät som är minst 1 m ovan jord och som går ner minst 20 cm under jord för att förhindra inhop och grävning. Ett allt vanligare problem i sammanhanget gäller att vildsvin ofta lyfter upp viltstängsel för att ta sig in och lämnar en öppning för hare och ofta även för rådjur (figur SPS60).



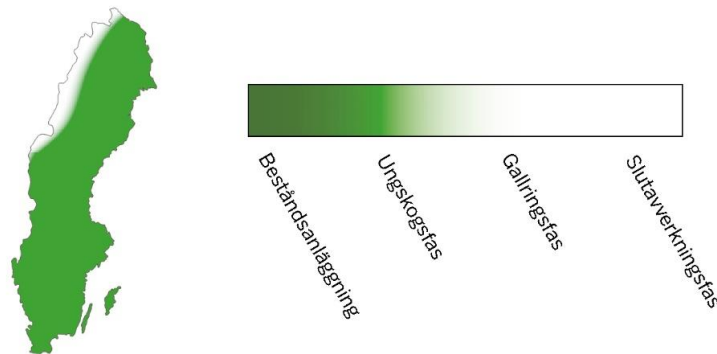
Figur SPS60 Vildsvin har bökat upp en passage i ett viltstängsel där harar och kaniner med lätthet tar sig in och rådjur med någon svårighet. Foto Pär Sundin.

²¹⁸ Bergquist, J. (2001). Fälttest av viltskyddsmedel på lövplanter – slutrapport. SLU, Asa försökspark, *Rapport* nr 4.

Smågnagarskador

av Lennart Hansson

Problem med smågnagare har alltid förekommit inom svenskt skogsbruk men dess omfattning är starkt varierande i både tid och rum.^{219,220,221} Sorkarna visar en markant 3–4-årig beståndsrytm med markanta toppbestånd under en viss höst och nedgångar under kommande vår–sommar.



Figur SPS61 Åkersork och skogssork finns i hela landet medan vattensork och skogsmöss har en mer sydlig utbredning. Smågnagare orsakar skador i början av omloppstiden, skogssork och skogsmöss konsumerar främst frön medan åkersork äter bark på plantorna.

Förekomst

Skadorna på skogsplantor åstadkommes huvudsakligen under toppvintern (då beståndet av smågnagare är högt), och vanligtvis under ett tjockt snötäcke. Beståndsväxlingarna är mest markerade i norra Sverige och omfattande skador har huvudsakligen noterats från Norrland.

Det förekom enorma toppbestånd under 1960-talet, mindre utbrott under 1970-talet och relativt låga amplituder under 1980–90-talen. På motsvarande sätt utmärktes 60-talet av sorkskador för miljonvärden, kanske speciellt på silurområdet i Jämtland, 70-talet av något mindre mängd skador och då särskilt på contorta-planteringar och fröplantager, och 1980–90-talen av mycket begränsade sorkproblem. Det har emellertid lokalt förekommit ganska stora bestånd och skador på nytt under 2000-talet. Till exempel fick stora arealer plantskog planteras om i norra Jämtland, Västerbottens län och södra Norrbottens län efter omfattande skador av sork vintern 2010/2011. Spridning av sorkpest genom skogssork har varit begränsad till starkt fluktuerande bestånd i Norrland och till toppår men synes nu öka i omfattning.

²¹⁹ Hansson, L. (2002a). Consumption of bark and seeds by voles in relation to habitat and landscape structure *Scand. J. For. Res.* 17: 28–34.

²²⁰ Hansson, L. (2002b). Dynamics and trophic interactions of small rodents: landscape or regional effects on spatial variation. *Oecologia* 130: 259–266.

²²¹ Baxter, R. & Hansson, L. (2001). Bark consumption by small rodents in the northern and southern hemispheres. *Mammal Rev.* 31: 47–59.

Biologi

Följande smågnagararter är de mest betydelsefulla för svenskt skogsbruk:

Åkersork (*Microtus agrestis*)

Vanlig i hela landet. Konsumerar bark på stambasen på nyplanterade till cirka tioåriga plantor på gräsrika hyggen och åkermarker. I vissa fall angrips även äldre stammar eller träd, till exempel i fröplantager. Detta är den i särklass mest skadebringande arten som ofta uppträder i stort antal på hyggen eftersom den inte behöver gräva i marken utan kan leva under en filt av förna eller visset gräs. Tall (inklusive contortatall) – och lövträdplanter är mest utsatta.

Vattensork (*Arvicola terrestris*)

Konsumerar rötter och basal bark på plantor på lucker åkermark. Lever underjordiskt, åtminstone under vintern, och kan inte gräva i morän- eller sedimentmark. Relativt sett mest skadegörande i södra och mellersta Sverige och åstadkommer mer problem i trädgårdar än på skogsplanteringar.

Skogssork (*Clethrionomys glareolus*)

Vanlig i hela landet. Konsumerar skogsfrön, inklusive barrträdsfrön, i stor omfattning men bark endast i ringa utsträckning. Klättrar väl i träd och avbarkar främst grenklykor, en skada utan större betydelse. Överför en allvarlig sjukdom, sorkpest (en njursjukdom med i enstaka fall dödlig utgång), vartill skogsarbetare och andra som tillbringar tid i skogen kan bli exponerade.

Skogsmöss (*Apodemus sp.*)

Både den större och mindre skogsmusen äter skogsfrön men skogsmössen är bara vanliga i södra Sverige.

Åtgärder för att förebygga och minska skador

Kemisk bekämpning

Gifter

Inga gifter är nu (2017) tillåtna för användning utomhus (bortsett från speciell licens att lägga gift i vattensorkgångar).

Herbicider

Man besprutar ibland åkrar med herbicider före plantering med skogsplanter. Den exponerade marken kan ge ett temporärt skydd men gräsväxten är normalt tillbaka efter 2–3 år. Plantorna är sedan tyvärr åter tillgängliga för sorkarna under 2–3 utbrottsvintrar.

Repellerter

Varierande effektivitet har rapporterats för avskräckande substanser som säljs kommersiellt. Om de appliceras på värdefulla plantor eller ympar måste behandlingen upprepas årligen eftersom de löses ut av väta och regn. Behandling av hela planteringar är ekonomiskt orealistisk.

Mekaniska hinder

Nät och plastrullar har använts kring fröträd i fröplantager och vid klonförsök. De har visat viss effektivitet men man har också misslyckats med dessa skyddsförsök. Det senare har sannolikt berott på att de varit för låga så att sorkar kunnat ta sig in uppifrån vid vandring på snöytan. Även om speciellt skogssorken vandrar och klättrar mycket i exponerade lägen så kan också åkersorken röra sig långa distanser vintertid och klättra på finmaskigt nät. Försök med inhägnad av hela fröplantager med finmaskigt nät har misslyckats, dock troligen på grund av att plantagen inte varit sorkfri då hägnet uppfördes.

Biotoppåverkan

Åkersorken är starkt beroende av skydd i form av en tät gräsfilt och om denna tas bort, till exempel genom slåtter eller betning så bör skaderisken minska betydligt. Man måste emellertid behandla mycket stora områden kring det möjliga skadeobjektet eftersom åkersorkar vandrar mycket och långt (hundratals meter) uppe på snön under en vinter med toppbestånd.

Alternativa metoder

Det har förekommit en mångfald förslag hur man skall lösa sorkproblemet, bland annat feromoner (artegna doftämnen), biologisk (bakteriell) bekämpning, utplacering av holkar och sittpinnar för rovfåglar, utsläpp av vesslor och ultraljud. De har visat sig verkningslösa eller är förbjudna (till exempel *Salmonella*-bakterier som också skulle kunna infektera människor).

Skogsskötselåtgärder

Ett möjligt alternativ är blädning eller (helst) plockhuggning i områden som utvecklar gräsrika hyggen, till exempel gräsrika skogar och skogar i sänkor eller med genomsipprande vatten men detta är antagligen ekonomiskt inte särskilt realistiskt. I praktiken har inte någon praktiskt eller ekonomiskt användbar skogsskötselmetod framkommit i vare sig Sverige eller andra (nordliga) länder med sorkskador på plant- och ungskog.

En möjlig framkomlig väg kan vara att inte plantera provenienser som är särskilt smakliga för sorkarna.²²² Sålunda utmönstrades vissa starkt sorkskadade contorta-provenienser efter särskilt svåra sorkangrepp under 1970-talet. Björkplantor har också visat sig olika starkt angripna beroende på proveniens. Även detta angreppssätt kan visa sig sakna betydelse eftersom många växtliga provenienser visat sig angripas särskilt starkt av sorkarna.

²²² Hansson, L. (1994). Bark consumption by voles in relation to geographical origin of tree species. *Scand. J. For. Res.* 9: 288–296.

Litteratur

- Aarnio, M. (1983). Selection and quality of winter food of the mountain hare in southern Finland. *Finn. Game Res.* 41: 57–65.
- Andrén, H. & Angelstam, P. (1993). Moose browsing in Scots pine in relation to stand size and distance to forest edge. *J. Appl. Ecol.* 30: 133–142.
- Aukema, J.E., Leung, B., Kovacs, K., Chivers, C., Britton, K.O., Englin, J., m.fl. (2011). Economic impacts of non-native forest insects in the continental United States. *PLoS ONE* 6(9): e24587.
- Ball, J.P., Danell, K. & Sunesson, P. (2000). Response of a herbivore community to increased food quality and quantity: an experiment with nitrogen fertiliser in a boreal forest. *J. Appl. Ecol.* 37: 247–255.
- Baxter, R. & Hansson, L. (2001). Bark consumption by small rodents in the northern and southern hemispheres. *Mammal Rev.* 31: 47–59.
- Bendz-Hellgren, M. (1997). *Heterobasidion annosum* root and butt rot of Norway spruce, *Picea abies*: colonization by the fungus and its impact on tree growth. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae – *Silvestria* 41.
- Berglund, M. & Rönnberg, J. (2004). Effectiveness of treatment of Norway spruce stumps with *Phlebiopsis gigantea* at different rates of coverage for the control of *Heterobasidion*. *Forest Pathol.* 34: 233–243.
- Berglund, M., Rönnberg, J., Holmer, L. & Stenlid, J. (2005). Comparison of five strains of *Phlebiopsis gigantea* and two *Trichoderma* formulations for treatment against natural *Heterobasidion* spore infections on Norway spruce stumps. *Scand. J. For. Res.* 20: 12–17.
- Bergquist, J. (2001). Fälttest av viltskyddsmedel på lövplantor – slutrapport. Rapport nr 4, Asa försökspark, SLU.
- Bergquist, J., Bergström, R. & Zakharenka, A. (2003). Responses of young Norway spruce (*Picea abies*) to winter browsing by roe deer (*Capreolus capreolus*): Effects on height growth and stem morphology. *Scand. J. For. Res.* 18: 368–376.
- Bergquist, J., & Örlander, G. (1996). Browsing deterrent and phytotoxic effects of roe deer repellents on *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings. *Scand. J. For. Res.* 11: 145–152.
- Bergquist, J. & Örlander, G. (1998). Browsing damage by roe deer on Norway spruce seedlings planted on clearcuts of different ages: 1. Effect of slash removal, vegetation development, and roe deer density. *For. Ecol. Manage.* 105: 283–293.
- Bergquist, J., Örlander, G. & Nilsson, U. (1999). Slash removal and deer browsing affects field vegetation on south Swedish clearcuts. *For. Ecol. Manage.* 115: 171–182.
- Bergquist, J., Örlander, G. & Nilsson, U. (2003). Interactions among forestry regeneration treatments, plant vigour and browsing damage by deer. *New Forests* 25: 25–40.
- Bergqvist, G., Bergström, R. & Edenius, L. (2001). Patterns of stem damage by moose (*Alces alces*) in young *Pinus sylvestris* stands in Sweden. *Scand. J. For. Res.* 16: 363–370.
- Bergström, R. & Bergqvist, G. (1997). Frequencies and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scand. J. For. Res.* 12: 288–294.
- Bergqvist, G., Bergström, R. & Wallgren, M. (2014). Recent browsing damages on Scots pine, birch and aspen in young commercial forests – effect of forage availability, moose population density and site productivity. *Silv. Fenn.* 48: article id 1077.
- Bergström, R., Bergqvist, G. & Burström, L. (2008). Försommarbete på tall – ett skogligt problem. Skogforsk, Resultat nr 1–2008.

- Björklund, N. (2008). Cues for shelter use in a phytophagous insect. *J. Insect Behav.* 21: 9–23.
- Björklund, N., Nordlander, G. & Bylund, H. (2003). Host-plant acceptance on mineral soil and humus by the pine weevil *Hylobius abietis* (L.). *Agr. Forest Entomol.* 5: 61–65.
- Björkman, E. (1948). Studier över snöskyttesvampens (*Phacidium infestans* Karst.) biologi samt metoder för snöskyttets bekämpande. *Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt*, s. 1–129.
- Björkman, E. (1963). Resistance to snow blight (*Phacidium infestans* Karst.) in different provenances of *Pinus sylvestris* L. *Stud. For. Suec.* 5: 1–16.
- Björkman, C., Bylund, H., Nilsson, U., Nordlander, G. & Schroeder, L. M. (2015). Forest management to mitigate insect damage in a changing climate. S. 248–266 i: Björkman, C. & Niemelä, P. (redaktörer) *Climate Change and Insect Pests*. CABI, UK, ix + 266 s. ISBN-13: 978 1 78064 378 6.
- Bonello, P., Heller, W. & Sanderman, H. (1993). Ozone effects on root-disease susceptibility and defence responses in mycorrhizal and non-mycorrhizal seedlings of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *New Phytol.* 124: 653–663.
- Bylund, H., Nordlander, G. & Nordenhem, H. (2004). Feeding and oviposition rates in the pine weevil *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae). *Bull. Entomol. Res.* 94: 307–317.
- Cederlund, G., Ljungqvist, H., Markgren, G. & Stålfelt, F. (1980). Foods of moose and roe-deer at Grimsö in central Sweden: results of rumen content analyses. *Viltrevy* 11: 169–247.
- Cleary, M.R., Arhipova, N., Morrison, D.J., Thomsen I.M., Sturrock, R.N., Vassaitis, R., Gaitnieks, T. & Stenlid, J. (2013). Stump removal to control root disease in Canada and Scandinavia: A synthesis of results from long-term trials. *For. Ecol. Manag.* 290: 5–14.
- Crous, P.D., Quaedvlieg, W., Hansen, K., Hawksworth, D.L. & Groenewald, J.Z. (2014). *Phacidium* and *Ceuthospora* (Phacidiaceae) are congeneric: taxonomic and nomenclatural implications. *IMA Fungus* 5: 173–193. doi:10.5598/imafungus.2014.05.02.02
- Danielsson, M., Kännaste, A., Lindström, A., Hellqvist, C., Stattin, E., Långström, B. & Borg-Karlson, A.-K. (2008). Mini-seedlings of *Picea abies* are less attacked by *Hylobius abietis* than conventional ones: Is plant chemistry the explanation? *Scand. J. For. Res.* 23: 299–306.
- Desprez-Loustau, M.-L. & Dupuis, F. (1994). Variation in the phenology of shoot elongation between geographic provenances of maritime pine (*Pinus pinaster*) – implications for the synchrony with the phenology of the twisting rust fungus, *Melampsora pinitorqua*. *Ann. Sci. For.* 51: 553–568.
- Eidmann, H.H. & Klingström, A. (1990). *Skadegörare i skogen*. LTs förlag, Stockholm. 355 s.
- Emilsson, M. (2002). Långdistansspridning av snöskytte. *Examensarbete* 2002–01, SLU, Inst. f. skogsskötsel, SLU.
- Fedderwitz, F., Nordlander, G., Ninkovic, V. & Björklund, N. (2016). Effects of jasmonate-induced resistance of conifer plants on the feeding behaviour of a bark-chewing insect, *Hylobius abietis*. *J. Pest Sci.* 89: 97–105.
- Forsslund, K.H. (1960). Studier över lilla tallstekeln, *Diprion pallipes* (Fall.). *Meddelande från Statens Skogsforskningsinstitut* 49:8.
- Garrido, P., Lindqvist, S. & Kjellander, P. (2014). Natural forage composition decreases deer browsing on *Picea abies* around supplemental feeding sites. *Scand. J. For. Res.* 29: 1–9.
- Gill, R.M.A. (1992). A review of damage by mammals in north temperate forests: 1. Deer. *Forestry* 65: 145–169.

- Giurca, A. & von Stedingk, H. (2014). FSC pesticides policy in Sweden 2014. Forest Stewardship Council, FSC Sweden, 16 s.
<http://se.fsc.org/rapporter.289.htm> (added 3 September 2014).
- Gremmen, J. (1971). *Rhizina undulata*. A review of research in the Netherlands. *European Journal of Forest Pathology* 1: 1–6.
- Grossnickle, S. C. (2012). Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests* 43: 711–738
- Hagner, M. (1960). Rotmurklan (*Rhizina inflata*) – en aktuell skadegörare på brända hyggen. *Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift*: 81–96.
- Hagner, M. (1962). Några faktorer av betydelse för rotmurklans skadegörelse. *Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift* 245–270.
- Hamelin, R. (2005). Forest Pathology in the Era of Genomics. I: Lundquist, J.E. & Hamelin, R.C (red.), *Forest Pathology – From Genes to Landscapes*, s. 1–9. APS Press.
- Hansson, L. (1994). Bark consumption by voles in relation to geographical origin of tree species. *Scand. J. For. Res.* 9: 288–296.
- Hansson, L. (2002a). Consumption of bark and seeds by voles in relation to habitat and landscape structure. *Scand. J. For. Res.* 17: 28–34.
- Hansson, L. (2002b). Dynamic and trophic interactions of small rodents: landscape or regional effects on spatial variation. *Oecologia* 130: 259–266.
- Hansson, P. (2006). Effects of small tree retention and logging slash on snow blight growth on Scots pine regeneration. *For. Ecol. Man.* 236: 368–374.
- Hansson, P. & Karlman, M. (1997). Survival, height and health status of 20-year-old *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* after different scarification treatments in a harsh boreal climate. *Scand. J. For. Res.* 12: 340–350.
- Hansson, P., Persson, M. & Ekvall, H. (2005). An estimation of economical loss due to the *Gremmeniella abietina* outbreak in Sweden 2001–2003. I: Stanosz, G.R. & Stanosz, J.C. (red.), *Foliage, Shoot and Stem Diseases*. Proceedings of a IUFRO Working Party, June 13–19. 2004, Corvallis, Oregon, USA, s. 67–69.
- Harvell, C.D., Mitchell, C.E., Ward, J.R., Altizer, S., Dobson, A.P. Ostfeld, R.S. & Samuel M.D. (2002). Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science* 296: 2158–2162.
- Hartig, R. (1892). *Rhizina undulata* Fr. Der Wurzelschwamm. *Forstlich-Naturwissenschaftliche Zeitschrift* 1: 291–297.
- Heikkilä, R. & Löytyniemi, K. (1992). Growth responses of young Scots pines to artificial shoot breaking simulation moose damage. *Silva Fenn.* 26: 19–26.
- Hellqvist, C., Lindelöw, Å. & Nordlander, G. (2014). Ökande plantskador av bastborrar. *Skogseko* 2014(2): 40–41.
- Hewson, R. (1977). Browsing by mountain hares *Lepus timidus* on trees and shrubs in north-east Scotland. *J. Zool.* 182: 168–171.
- Highley, T.L. & Illman, B.L. (1991). Progress in understanding how brown rot fungi degrade cellulose. *Biodet. Abstr.* 5: 231–244.
- Hjältén, J. & Palo, T. (1992). Selection of deciduous trees by free-ranging voles and hares in relation to plant chemistry. *Oikos* 63: 477–484.
- Hofmann, R.R. (1989). Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78: 443–457.
- Holmes, T. P. (1991). Price and welfare effects of catastrophic forest damage from Southern Pine Beetle epidemics. *For. Sci.* 37:500–516.
- Härkönen, S. (1998). Effects of silvicultural cleaning in mixed pine-deciduous stands on moose damage to Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Scand. J. For. Res.* 13: 429–436.
- Härlin, C. & Eriksson, S. (2016). Test av mekaniska plantskydd mot snytbaggar i omarkberedd och markberedd mark, anlagt våren 2012. Sveriges lantbruksuniversitet, Enheten för skoglig fältforskning, *Rapport* 12.

- Jason, G. & Palo, T. (1991). Effects of birch phenolics on a grazing and a browsing mammal: a comparison of hares. *J. Chem. Ecol.* 17: 1733–1744.
- Jalaluddin, M. (1967). Studies on *Rhizina undulata*. I: Mycelial Growth and Ascospore Germination. *Transactions of the British Mycological Society* 50: 449–459.
- Jia, J., Niemelä, P. & Danell, K. (1995). Moose (*Alces alces*) bite diameter selection in relation to twig quality on four phenotypes of Scots pine *Pinus sylvestris*. *Wildlife Biol.* 1: 47–55.
- Johansson, A., Liberg, O. & Wahlström, L.K. (1995). Temporal and physical characteristics of scraping and rubbing in roe deer (*Capreolus capreolus*). *J. Mammal.* 76: 123–129.
- Johansson, K. & Pettersson, N. (1997). Effect of initial spacing on biomass production, butt rot frequency and graded yield of *Picea abies* (L.) Karst. I: Johansson, K. Effect of early competition on wood properties of Norway spruce. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, - Silvestria* 19.
- Jukka, L. (red.) 1988. *En bok om skogens hälsa: skogsskador och bekämpning av dem*. ISBN 951-9176-45-4. Helsingfors. 168 s.
- Kaasa, J. (1971). Furuforyngelseproblemet på städer med snoskytteherjinger. *Tidskr. Skogbruk* 3:276–291.
- Kallio, T. (1970). Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. *Acta For. Fenn.* 107: 1–55.
- Kardell, L. (2000). Har vi sett några resultat av ett sekels viltskadedebatt? *Skog & Forskning* 2: 28–34.
- Karlman, L., Martinsson, O., Karlsson, C. & Gisle, S. (2013). Yield of *Larix sukaczewii* Dyl. and larch hybrids in northern Scandinavia. *Euras. J. For. Res.* 16: 45–56.
- Karlman, M., Hansson, P. & Witzell, J. (1994). Scleroderris canker on lodgepole pine introduced in northern Sweden. *Can. J. For. Res.* 24: 1948–1959.
- Kasanen, R., Terhonen, E., Huuskonen, S., Sun, H. & Uotila, A. (2011). High infection rate of residual conifer stumps by *Heterobasidion* species in an area with assumed low infection pressure. *Scand. J. For. Res.* 26: 404–412.
- Kindvall, O., Nordlander, G. & Nordenhem, H. (2000). Movement behaviour of the pine weevil *Hylobius abietis* in relation to soil type: an arena experiment. *Entomol. Exp. Appl.* 95: 53–61.
- Kivinen, S. & Rasmus, S. (2005). Observed cold season changes in a Fennoscandian fell area over the past three decades. *AMBIO* 44: 214–225.
- Kollberg, I. (2013). The effect of temperature on trophic interactions: implications for the population dynamics of a forest pest insect in a warmer climate. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae – 2013:57*.
- Korhonen, K., Capretti, P., Karjalainen, R. & Stenlid, J. (1998). Distribution of *Heterobasidion annosum* intersterility groups in Europe. I: Woodward S., Stenlid J., Karjalainen R. & Hüttermann A. (red.), *Heterobasidion annosum: Biology, ecology, impact and control*. CAB International, s. 93–104.
- Kurkela, T. (1969). Antagonism of healthy and diseased Ericaceous plants to snow blight on Scots Pine. *Acta Forestalia Fennica* 101.
- Lieutier, F., Långström, B. & Faccoli, M. (2015). The genus *Tomicus*. s. 371–426. I: Vega, F. E. & Hofstetter R. W. (Eds). *Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. 620 s. ISBN: 978-0-12-417156-5.
- Lindelöw, Å. (1993). Svart granbastborren – betydelsefull skadegörare i granplantering. *Skogsfakta* 2/1993.
- Lindén, M. & Vollbrecht, G. (2002). Sensitivity of *Picea abies* to butt rot in pure stands and in mixed stands with *Pinus sylvestris* in southern Sweden. *Silva Fenn.* 36: 767–778.
- Lindlöf, B., Lindström, E. & Pehrson, Å. (1974). On activity, habitat selection and diet of the mountain hare (*Lepus timidus* L.) in winter. *Viltrevy* 9: 27–43.

- Lovett, G.M., Canham, C.D., Arthur, M.A., Weathers, K.C. & Fitzhugh, R.D. (2006). Forest ecosystem responses to exotic pests and pathogens in Eastern North America. *Bioscience* 56: 395–405.
- Lundquist, J.E. (2005). Landscape Pathology – Forest Pathology in the Era of Landscape Ecology. I: Lundquist, J.E. & Hamelin, R.C (red.), *Forest Pathology – From Genes to Landscapes*, s. 155–165. APS Press.
- Lygis, V., Vasiliauskas, R. och Stenlid, J. (2005). Clonality in the postfire root rot ascomycete *Rhizina undulata*. *Mycologia* 97: 788–792.
- Långström, B. (1981). Märgborreskadorna – ett skogsskyddsproblem. *Skogsfakta* 2/1981.
- Långström, B. (1991). Märgborreskadornas inverkan på tallens tillväxt och fysiologi. *Skogsfakta* 19/1991.
- Långström, B. (1992). Märgborreskador och tillväxtförluster efter tre års lagring av obarkat barrvirke. *Skogsfakta* 15/1992.
- Långström, B. (2006). Insekts- och svampskador efter stormen. I: Agestam, E., Bergqvist, J., Bergqvist, G., Johansson, K., Langvall, O., Långström, B. & Petersson, M. Stormskadad skog – föryngring, skador och skötsel. *Meddelande* 9–2006, s. 43–60. Skogsstyrelsen.
- Långström, B. (2006). Insektsskador, svampsjukdomar och brand. I: Stormen 2005 – en skoglig analys. *Meddelande* 1–2006, s. 79–84. Skogsstyrelsen.
- Långström, B. & Solheim, H. (2001). Vem dödar trädet – mägborren eller dess blånadssvamp? *Fakta Skog* 11/2001.
- Löf, M., Isacsson, G., Rydberg, D. & Welander, T.N. (2004). Herbivory by the pine weevil (*Hylobius abietis* L.) and short-snouted weevils (*Strophosoma melanogrammum* Forst. and *Otiorhynchus scaber* L.) during the conversion of a wind-thrown Norway spruce forest into a mixed-species plantation. *For. Ecol. Manag.* 190: 281–290.
- Mattson-Mårn, L. & Nenzell, G. (1941). Studier över snöskytteangrepp inom tallföryngringar. *Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr.* s. 160–191.
- Motta, R. & Nola, P. (1996). Fraying damages in the subalpine forest of Paneveggio (Trento, Italy): a dendroecological approach. *For. Ecol. Manage.* 88: 81–86.
- Månsson P.E. & Schlyter F. (2004). *Hylobius* pine weevils adult host selection and antifeedants: feeding behaviour on host and non-host woody scandinavian plants. *Agr. Forest Entomol.* 6: 165–171.
- Mårtensson, S. (2007). Förekomst av rotticka i första generationens lärk på tidigare betes- och åkermark. *Examensarbete*. Institutionen för Sydsvensk skogsvetenskap, SLU, Alnarp. 20 s.
- Möykkynen, T. & Pukkala, T. (2009). Optimizing the management of a Norway spruce stand on a site infected by *Heterobasidion* coll. *Scand. J. For. Res.* 24: 149–159.
- Möykkynen, T. & Pukkala, T. (2011). Optimizing the management of Norway spruce and Scots pine mixtures on a site infected by *Heterobasidion* coll. *Scand. J. For. Res.* 25: 127–137.
- Nikula, A., Hallikainen, V., Jalkanen, R., Hyppönen, M. & Mäkitalo, K. (2008). Modelling the factors predisposing Scots pine to moose damage in artificially regenerated sapling stands in Finnish Lapland. *Silva Fenn.* 42: 587–603.
- Nilsson U., Luoranen J., Kolström T., Örlander G., Puttonen P. (2010). Reforestation with planting in northern Europe. *Scand. J. Forest Res.* 25: 283–294.
- Nordenhem, H. (1989). Age, sexual development, and seasonal occurrence of the pine weevil *Hylobius abietis* (L.). *J. Appl. Entomol.* 108: 260–270.
- Nordlander, G. (1987). Doftfällor för snytbagg – en möjlighet att förutsäga skaderisker? *Skogsfakta*, serien Biologi Skogsskötsel 39/1987: 6 s.

- Nordlander, G., Bylund, H. & Björklund, N. (2005). Soil type and microtopography influencing feeding above and below ground by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Agr. Forest Entomol.* 7: 107–113.
- Nordlander, G., Bylund, H., Örlander, G. & Wallertz, K. (2003). Pine weevil population density and damage to coniferous seedlings in a regeneration area with and without shelterwood. *Scand. J. For. Res.* 18: 438–448.
- Nordlander, G., Hellqvist, C., Hjelm, K. (2016). Replanting conifer seedlings after pine weevil emigration in spring decreases feeding damage and seedling mortality. *Scand. J. Forest Res.* 32: 60–67.
- Nordlander, G., Hellqvist, C., Johansson, K. & Nordenhem H. (2011). Regeneration of European boreal forests: Effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine weevil *Hylobius abietis*. *For. Ecol. Manag.* 262: 2354–2363.
- Nordlander, G., Nordenhem, H. & Bylund, H. (1997). Oviposition patterns of the pine weevil *Hylobius abietis*. *Entomol. Exp. Appl.* 85: 1–9.
- Nordlander, G., Nordenhem, H. & Hellqvist, C. (2009). A flexible sand coating (Conniflex) for the protection of conifer seedlings against damage by the pine weevil, *Hylobius abietis*. *Agr. For. Entomol.* 11: 91–100.
- Oliva, J., Thor, M. & Stenlid, J. (2010). Long term effect of mechanized stump treatment against *Heterobasidion annosum* root rot in *Picea abies*. *Can. J. For. Res.* 40: 1020–1033.
- Olofsson, E. (1985). Tallsteklarna – våra vanligaste barrätande insekter. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2–1985.
- Olofsson, E. (1988). Virusbekämpning av röda tallstekeln – förutsättningar och möjligheter. *Skogsakta* 54/1988.
- Olofsson, E. (1989). Röda tallstekeln – biologi, skoglig betydelse, åtgärder. *Skogsakta* 58/1989.
- Olofsson, E. (1994). Biology and outbreaks of *Microdiprion pallipes* (Hymenoptera; Diprionidae) in Sweden. *Studia Forestalia Suecica* No. 193: 1–20.
- Palo, T., Anderson, S.K. & Iason, G. (1993). Niche separation in two species of hare. Metabolic costs of plant phenolics. *Chemoecology* 4: 153–157.
- Parry, D., Herms, D.A. & Mattson, W.J. (2003). Responses of an insect folivore and its parasitoids to multiyear experimental defoliation of aspen. *Ecology* 84: 1768–1783.
- Petersson, M. (2009). Storskaligt försök med mekaniska plantskydd mot snytbagge – slutrapport. *Rapport nr 1–2009 SLU. Asa försökspark*, 23 s.
- Petersson, M., Nordlander, G. & Örlander, G. (2006). Why vegetation increases pine weevil damage: Bridge or shelter? *Forest Ecol. Manage.* 225: 368–377.
- Petersson, M. & Örlander, G. (2003). Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce pine weevil damage. *Can. J. For. Res.* 33: 64–73.
- Petersson, M., Örlander, G. & Nilsson, U. (2004). Feeding barriers to reduce damage by pine weevil (*Hylobius abietis*). *Scand. J. For. Res.* 19: 48–59.
- Petersson, M., Örlander, G. & Nordlander, G. (2004). Soil features affecting damage to conifer seedlings by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Forestry* 78: 83–92.
- Pettersson, B. & Samuelsson, H. (1995). *Skador på barrträd*. Skogsstyrelsens förlag. 304 s. ISBN 91-88462-22-6.
- Pettersson, M., Rönnerberg, J., Vollbrecht, G. & Gemmel, P. (2003). Effect of thinning and *Phlebiopsis gigantea* stump treatment on the growth of *Heterobasidion parviporum* inoculated in *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 18: 362–367.
- Petäistö, R.L., Lilja, A. & Hantula, J. (2013). Artificial infection and development of snow mold fungus (*Phacidium infestans*) in container-grown Norway spruce seedlings. *Balt. For.* 19: 31–38.

- Piri, T. (1998). Effects of vitality fertilization on the growth of *Heterobasidion annosum* in Norway spruce roots. *Eur. J. For. Path.* 28: 391–397.
- Piri, T. (2003). *Silvicultural control of Heterobasidion root rot in Norway spruce forests in southern Finland*. PhD thesis, Helsinki Univ., Finland.
- Piri, T. & Korhonen, K. (2008). The effect of winter thinning on the spread of *Heterobasidion parviporum* in Norway spruce stands. *Can. J. For. Res.* 38: 2587–2595.
- Pratt, J.E. & Thor, M. (2001). Improving mechanised stump protection against *Fomes* root rot in Europe. *Quart. J. For.* 95: 119–127.
- Pukkala, T., Möykkynen, T., Thor, M., Rönnerberg, J. & Stenlid, J. (2005). Modeling infection and spread of *Heterobasidion annosum* in even-aged Fennoscandian conifer stands. *Can. J. For. Res.* 35: 74–85.
- Rishbeth J. (1951). Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian pine plantations. II. Spore production, stump infection and saprophytic activity in stumps. *Ann. Bot.* 15: 1–21.
- Rishbeth, J. (1959). Dispersal of *Fomes annosus* Fr. and *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee. *Transact. Brit. Mycol. Soc.* 42: 243–260.
- Roll-Hansen, F. (1989). *Phacidium infestans* – A literature review. *Europ. J. For. Pathol.* 19: 237–250.
- Rönnerberg, J. (1999). Incidence of root and butt rot in consecutive rotations, with emphasis on *Heterobasidion annosum* in Norway spruce. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae – Silvestria* 96.
- Rönnerberg, J. & Vollbrecht, G. (1999). Early infection by *Heterobasidion annosum* in *Larix × eurolepis* seedlings planted on infested sites. *Eur. J. For. Path.* 29: 81–86.
- Rönnerberg, J., Vollbrecht G. & Thomsen I.M. (1999). Incidence of butt rot in a tree species experiment in Northern Denmark. *Scand. J. For. Res.* 14: 234–239.
- Rönnerberg, J., Petrylaitė, E., Nilsson, G. & Pratt, J. (2006). Two studies to assess the risk to *Pinus sylvestris* from *Heterobasidion* spp. in southern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 21: 405–413.
- Rönnerberg, J., Berglund, M. & Johansson, U. (2007). Incidence of butt rot at final felling and at first thinning of the subsequent rotation of Norway spruce stands in South-Western Sweden. *Silva Fenn.* 41: 639–648.
- Samuelsson, H. & Örlander, G. (2001). Skador på skog. *Rapport 80–2001*. Skogsstyrelsen.
- Schwartz, F.W., Engels, J. & Mattheck, C. (2000). *Fungal strategies of wood decay in trees*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 185 s.
- Selander, J., Immonen, A. & Raukko, P. (1990). Resistance of naturally generated and nursery-raised Scots pine seedlings to the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae). *Folia Forestalia* 766: 1–19.
- Shigo, A.L. (1984). Compartmentalization: A Conceptual Framework for Understanding How Trees Grow and Defend Themselves. *Ann. Review of Phytopathology* 22: 189–214.
- Solbreck, C. (1980). Dispersal distances of migrating pine weevils, *Hylobius abietis*, Coleoptera: Curculionidae. *Entomol. Exp. Appl.* 28: 123–131.
- Solheim, H. (2005). White rot fungi in living Norway spruce trees at high elevation in southern Norway with notes on gross characteristics of the rot. I: Solheim, H. & Hietala, A.H. (red.). Forest pathology research in the Nordic and Baltic countries 2005. *Aktuellt fra skogforskningen* 1/2006: 5–12.
- Soneson, J. och Rosvall, O. 2011. *Lönsamma åtgärder för ökad tillväxt på Sveaskogs marker*. Skogforsk och Sveaskog.
- Stenlid, J. & Redfern, D.B. (1998). Spread within the tree and stand. I: Woodward S., Stenlid J., Karjalainen R. & Hüttermann A. (red.), *Heterobasidion annosum: Biology, ecology, impact and control*. CAB International, s. 125–142.

- Stenlid, J. (1987). Controlling and predicting the spread of *Heterobasidion annosum* from infected stumps and trees of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 2: 187–198.
- Stenlid, J. & Bendz-Hellgren, M. (1996). Påverkar kalkning granens känslighet för rotröta? I: Staaf, H., Persson, T. & Bertils, U. (red.). Skogsmarkskalkning. Resultat och slutsatser från Naturvårdsverkets försöksverksamhet. *Naturvårdsverket rapport 4559*: 183–188.
- Sturesson, C., Rönnerberg, J., Berglund, M. & Norman, J. (2011). *Rotröta – om rötan i allmänhet och rotticka på gran i synnerhet*. Studentlitteratur. ISBN: 9789144071961.
- Stubblefield, C.H., Lundquist, J.E. & Van der Kamp, B. (2005). Forest Disease Impacts on Wildlife: Beneficial? I: Lundquist, J.E. & Hamelin, R.C (red.), *Forest Pathology – From genes to landscapes*. s. 95–103. APS Press.
- Swedjemark, G. & Karlsson, B. (2004). Genotypic variation in susceptibility following artificial *Heterobasidion annosum* inoculation of *Picea abies* clones in a 17-year-old field test. *Scand. J. For. Res.* 19: 103–111.
- Swedjemark, G. & Stenlid, J. (1995). Susceptibility of conifer and broadleaf seedlings to Swedish S and P strains of *Heterobasidion annosum*. *Plant Pathol.* 44: 73–79.
- Svensson, S. (2011). *Pinus contorta* susceptibility to *Heterobasidion* spp. – A study of stumps, roots and artificial spore infections of stumps. Master thesis no. 171, SLU.
- Svensson, S.A., Bohlin, F., Bäcke, J.-O., Hultåker, O., Ingemarson, F., Karlsson, S. och Malmhäll, J. (2006). Ekonomiska och sociala konsekvenser i skogsbruket av stormen Gudrun. Skogsstyrelsen. *Rapport 12–2006*.
- Terho, M. & Hallaksela, A.-M. (2005). Potential hazard characteristics of *Tilia*, *Betula*, and *Acer* trees removed in the Helsinki City Area during 2001–2003. *Urban Forestry & Urban Greening* 3: 113–120.
- Thor, M., Ståhl, G. & Stenlid, J. (2004). Räkna med rotröta – nytt hjälpmedel för skoglig planering. Skogforsk. *Resultat* nr 13–2004.
- Thorsén, Å., Mattsson, S. & Weslien, J. (2001). Influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by pine weevils (*Hylobius abietis*). *Scand. J. For. Res.* 16: 54–66.
- Thuresson, T., Samuelsson, H. & Claesson, S. (2003) Konsekvenser av ett förbud mot permetertrinbehandling av skogsplantor. *Meddelande 2–2003*. Skogsstyrelsen.
- Toivonen R., Viiri H. (2006). Adult large pine weevils *Hylobius abietis* feed on silver birch *Betula pendula* even in the presence of conifer seedlings. *Agr. Forest Entomol.* 8: 121–128.
- Wallertz, K., Hanssen, K. H., Hjelm, K. & Fløistad, I. S. (2016). Effects of planting time on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage to Norway spruce seedlings. *Scand. J. Forest Res.* 31: 362–370.
- Wallertz, K., Nordenhem, H. & Nordlander, G. (2014). Damage by the pine weevil *Hylobius abietis* to seedlings of two native and five introduced tree species in Sweden. *Silva Fennica* 48(4): article id 1188, 14 s.
- Wallertz, K., Örlander, G. & Luoranen, J. (2005). Damage by pine weevil *Hylobius abietis* to conifer seedlings after shelterwood removal. *Scand. J. For. Res.* 20: 412–420.
- Van der Kamp, B.J. (1991). Pathogens as agents of diversity in forested landscape. *For. Chron.* 67: 353–354.
- Wang, L.Y., Gunulf, A., Pukkala, T. & Rönnerberg, J. (2015). Simulated *Heterobasidion* disease development in *Picea abies* stands following precommercial thinning and the economic justification for control measures. *Scand. J. For. Res.* 30: 174–185.

- Wang, L.Y., Pålsson, H., Ek, E. & Rönnberg, J. (2012). The effect of *Phlebiopsis gigantea* and urea stump treatment against spore infection of *Heterobasidion* spp. on hybrid larch (*Larix x eurolepis*) in southern Sweden. *For. Path.* 42: 420–428.
- Vartiamäki, H., Hantula, J. & Uotila, A. (2009). Effect of application time on the efficacy of *Chondrostereum purpureum* treatment against the sprouting of birch in Finland. *Can. J. For. Res.* 39: 731–739.
- Vasaitis, R. (2013). New light on causes of ash decline.
<http://www.nordicforestresearch.org/news/news-views/>. 2013 (6).
- Vasiliauskas, R. (2001). Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review. *Forestry* 74: 319–332.
- Venn, K. & Solheim, H. (1994). Root and butt rot in first generation of Norway spruce affected by spacing and thinning. I: Johansson, M. & Stenlid, J. *Proceedings of the 8th International Conference on Root and Butt Rots*. Wik, Sweden and Haikko, Finland, August 9–16, 1993. University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, s. 642–645.
- Weslien, J. (1998). Vad kostar snytbaggeskadorna? *KSLAs Tidskrift* 137: 19–22.
- Vivås, H. J. & Sæther, B-E. (1987). Interactions between a generalist herbivore, the moose *Alces alces*, and its food resources: an experimental study of winter foraging behaviour in relation to browse availability. *J. Anim. Ecol.* 56: 509–520.
- Vollbrecht, G., Gemmel, P. & Pettersson, N. (1995). The effect of precommercial thinning on the incidence of *Heterobasidion annosum* in planted *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 10: 37–41.
- Vollbrecht, G., Johansson, U., Eriksson, H. & Stenlid, J. (1995). Butt rot incidence, yield and growth pattern in a tree species experiment in southwestern Sweden. *For. Ecol. Man.* 76: 87–93.
- von Sydow, F. & Örlander, G. (1994). The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scand. J. For. Res.* 9: 367–375.
- Zas, R., Björklund, N., Nordlander, G., Cendán, C., Hellqvist, C. & Sampedro, L. (2014). Exploiting jasmonate-induced responses for field protection of conifer seedlings against a major forest pest, *Hylobius abietis*. *Forest Ecol. Manage.* 313: 212–223.
- Örlander, G. 2017. *Betesskador av älg i Götaland – konsekvenser för virkesproduktion och ekonomi*. Södra. Stencil daterad 2017-03-13.
- Örlander, G. & Nilsson, U. (1999). Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scand. J. For. Res.* 14: 341–354.
- Örlander, G. & Nordlander, G. (1998). Skärmar, markberedning och andra skogsskötselåtgärder – kan de minska snytbaggeskadorna? *KSLAT*. 137: 57–67.
- Örlander, G. & Nordlander, G. (2003). Effects of field vegetation control on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage to newly planted Norway spruce seedlings. *Annals Forest Sci.* 60: 667–671.