

GREMMENIELLA – RISKBEDÖMNING OCH ÅTGÄRDER



Slutrapport till

Länsförsäkringsbolagens forskningsfond

Per Hansson
Inst f skogsskötsel, SLU-Umeå

Introduktion

Under perioden 2001-2003 drabbades Sverige av den genom tiderna allvarligaste epidemin av tallens knopp- och grentorka, *Gremmeniella abietina*, på tall, *Pinus sylvestris*. *Gremmeniella* är en skadesvamp som har kraft att på kort tid skada och till och med döda fullvuxna barrträd framför allt i släktet *Pinus* (Hansson 1996 och Bernhold 2004 och däri citerade referenser). Sporspridning sker under vegetationsperioden och skadeverkningarna under vinterhävåret då svampen lever i trädens kambium. Enligt tidigare forskningsresultat vet man att denna cirkumpolärt spridda patogen gynnas av milda vintrar och svala och nederbördsrika vegetationsperioder. Under epidemin drabbades minst 484 000 ha medelålders tallskog måttligt eller allvarligt (Wulff et al. 2006). Tidigarelagd slutavverkning skedde av 51 000 ha allvarligt skadade tallskogar för att undvika att svampen skulle spridas vidare, sekundära insektsangrepp skulle uppstå, samt för att möjliggöra försäljning av friskt timmer och massaved.

Med tanke på dagens farhågor om ökad växthuseffekt, där flera scenarier pekar på mildare och nederbördsrikare vintrar kan risken för *Gremmeniella*-epidemier öka på lång sikt, särskilt i norra delen av landet. Risken för *Gremmeniella*-epidemier minskar dock troligen i södra Sverige.

Syftet med detta projekt var att A) ta fram klimatvariabler som korrelerar med *Gremmeniella*-skador för att om möjligt identifiera högriskområden samt B) testa vitalitet och överlevnad hos *Gremmeniella* på avverkningsavfall efter sanerande avverkning samt stamkvistning som saneringsmetod.

A. Klimatindikatorer som förklarar *Gremmeniella*-skador

Material och metod

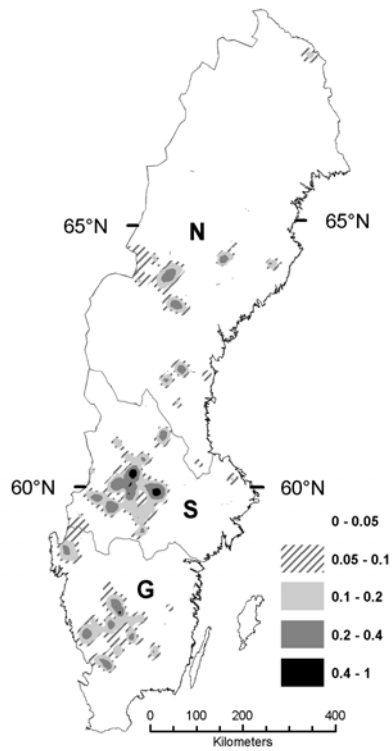
GIS-metodik

För att beskriva och koppla ihop väderdata med skadedata utnyttjades GIS (geografiska informationssystem), i det här fallet ArcMap™ 8.2. Programmet innehåller en rad möjligheter att interpolera data från specifika koordinatpunkter till att representera ett större geografiskt område. **Kriging** är en vedertagen metod som, genom att väga värden från omgivande datapunkter, predikterar värden för områden mellan datapunkterna (Goovaerts, 1997). Ju större radie man använder desto fler datapunkter ingår i den statistiska analys som metoden använder för att utjämna mellan punkterna, vilket innebär att de stora dragen framträder tydligare och att små enskilda avvikelser tonas ned. Genom att tillämpa Kriging kunde både skadornas utbredning och de olika klimatiska variablerna åskådliggöras på ett bättre sätt än enligt de stickprov som Riksskogstaxeringens ytor respektive SMHI:s stationer representerar.

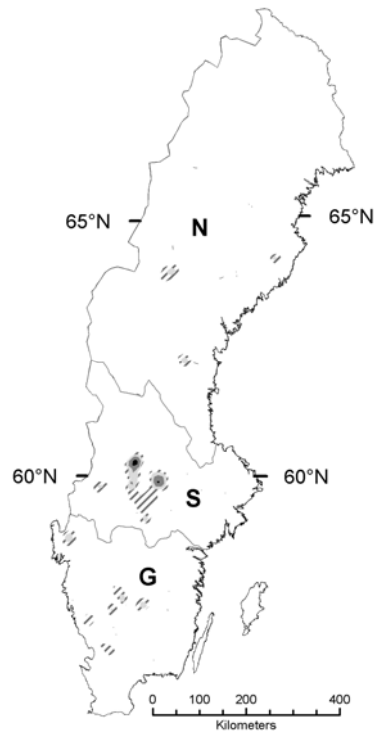
Gremmeniella-data

Som underlag till analyserna användes data på *Gremmeniella*-skador registrerade under vegetationsperioden 2002 inom ramen för den ordinarie riksskogstaxeringen. I detta projekt användes ytor med en tallandel på minst 30% (dvs barrblandskog) samt 70% (dvs ren tallskog). Data ställdes till projektets förfogande av Sören Wulff, Inst f skoglig resurshushållning och geomatik, SLU. Det geografiska läget för de drabbade områdena i Sverige 2001-2003 framgår av Figur 1.

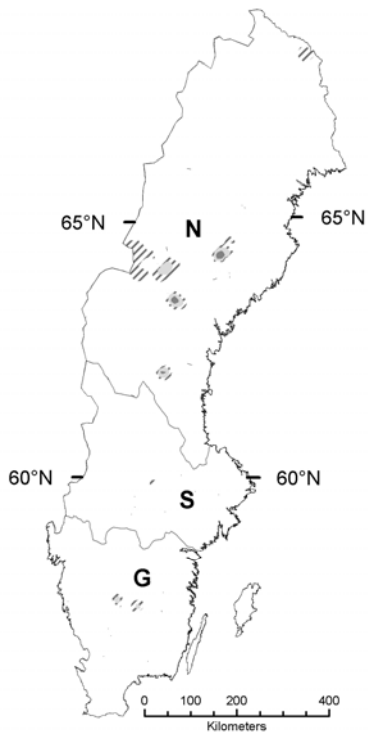
a)



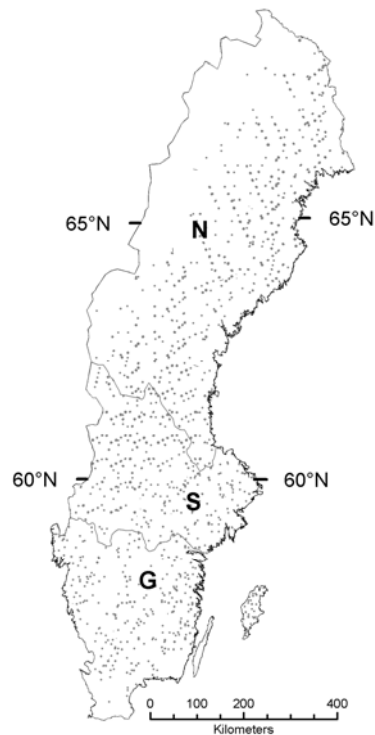
b)



c)

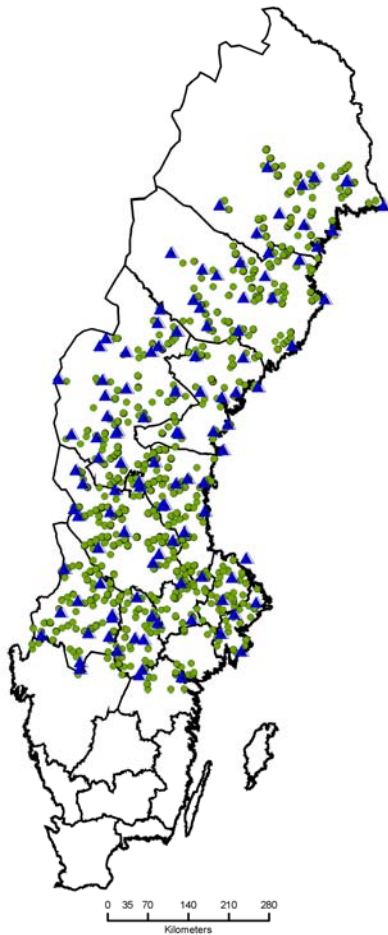


d)

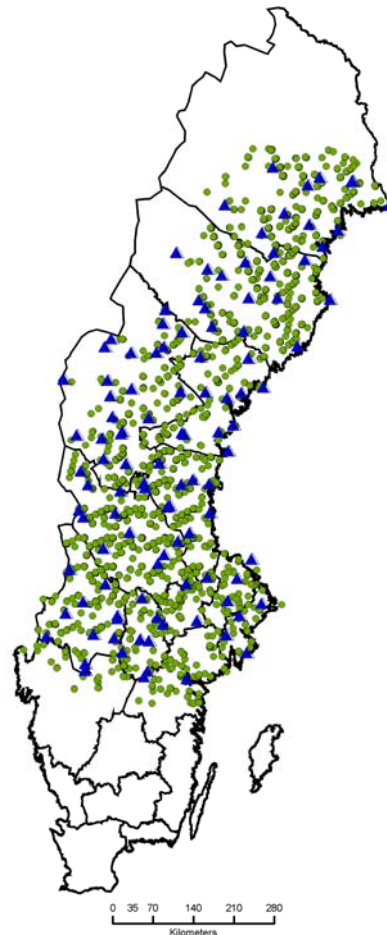


Figur 1. Andel tallar i tallskog (tallgrundyta > 0.7) i Sverige sommaren 2002 som var a) åtminstone lindrigt (=totalt), b) allvarligt skadade av *Gremmeniella*, hade c) nyinfektion samt d) belägenheten av de undersökta ytorna (n=2 705). N=Norrland, S=Svealand, G=Götaland.

En geografiskt betingad begränsning gjordes så att endast cirkelytor inom 50 km (n=2332) respektive 30 km (n=1695) från en SMHI-station med obruten dataserie från 1985 – 2000 (Figur 2).



Figur 2a. Riksskogstaxeringens ytor (gröna cirklar; n=1 695) som ligger < 30 km från en SMHI-station med kontinuerligt dataunderlag för åren 1985-2000 (blå trianglar; n=112).



Figur 2b. Riksskogstaxeringens ytor (gröna cirklar; n=2 332) som ligger < 50 km från en SMHI-station med kontinuerligt dataunderlag för åren 1985-2000 (blå trianglar; n=112).

Klimatdata

Dygnsvärden av temperatur, nederbörd och dagpunkts-temperatur införskaffades från SMHI:s stationsnät. Genom ett särskilt avtal med SMHI har projektet tillgång till dessa klimatdata under projektperioden. Levererade data hade ej genomgått någon bearbetning förutom normal granskning och kontroll av rådata. Totalt omfattade serien 17 års väderdata (1985–2002) från ca 150 svenska klimatstationer från Kolmården i söder till Jokkmokk i norr, vilket motsvarar drygt 2 miljoner datavärden.

Bearbetning av klimatdata

Klimatdata strukturerades till lämpligt format för bearbetning och ett grundligt arbete krävdes för att granska och identifiera perioder med avbrott i mätningarna. De flesta bearbetningar kräver kontinuerliga tidsserier varför avbrott och periodvis saknade värden

kan orsaka stora fel. Detta arbete gjordes av skogsmeteorolog Mikael Ottosson-Löfvenius, Inst f skogsekologi, SLU-Umeå.

För samtliga stationer med kontinuerliga data utvecklades och beräknades en rad *Gremmeniella*-relaterade klimatindices. Dessa kan hänföras antingen till vegetationsperioden eller till "mellanperioden", dvs den del av året som begränsas av vegetationsperiodens slut förra årets till följande års vegetationsperiod startat.

Framtagna klimatindices

Genom att utgå från vegetationsperiodens start/slut (dvs tidpunkten då dygnsmedeltemperaturen varaktigt överstiger/understiger tröskeltemperaturen +5°C) samt vegetationsperiodens längd (dvs antal dygn med dygnsmedeltemperatur överstigande +5°C) beräknades följande klimatindices ur rådata från SMHI:

A) Variabler kopplade till vegetationsperioden

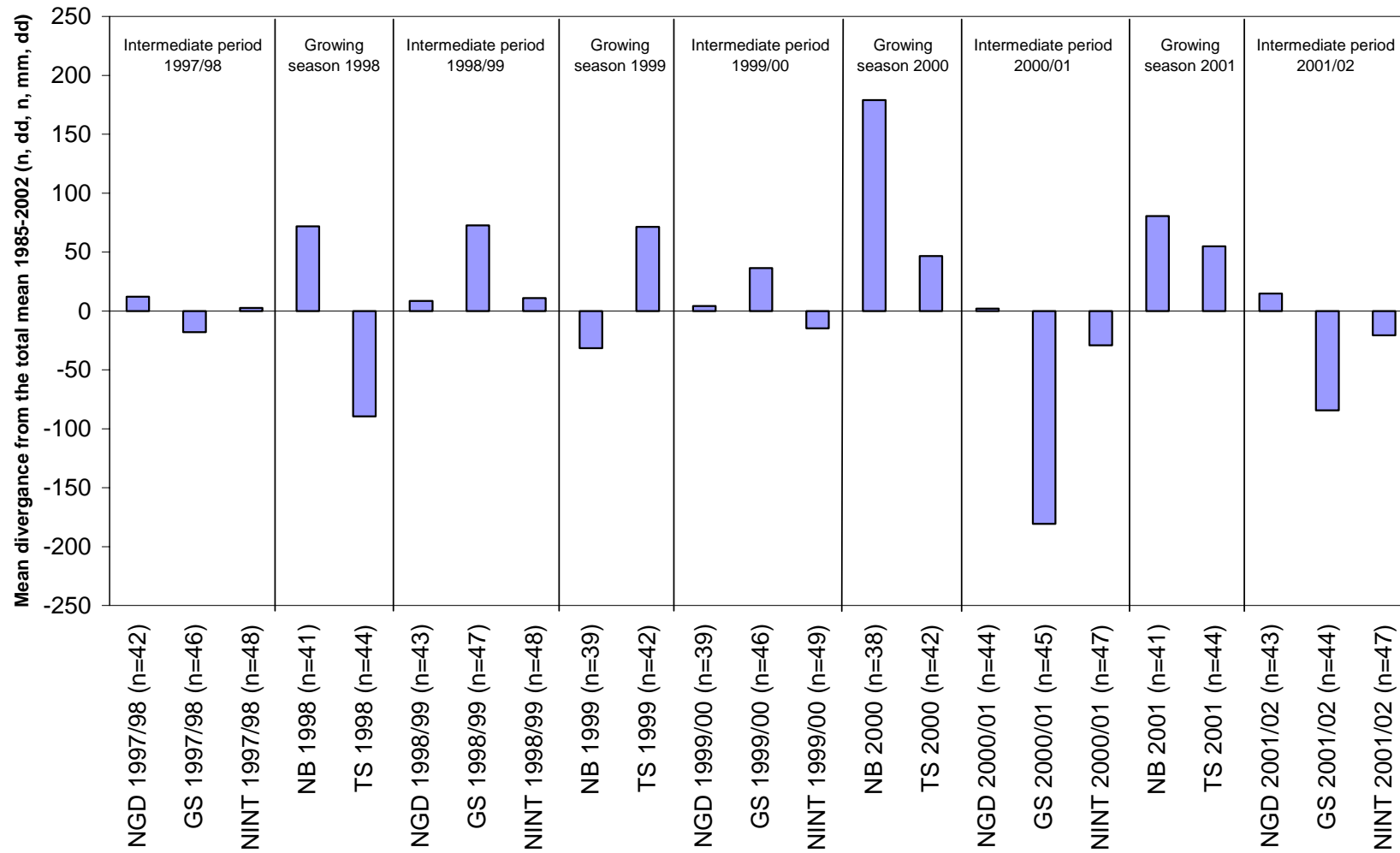
- 1) **TS; temperatursumma**, $\sum (T_d - 5)$, $T_d > 5$.
- 2) **NB**; ackumulerad **nederbörd under vegetationsperioden**.

B) Variabler kopplade till "mellanperioden"

- 1) **NINT; varaktighet av mellanperioden** (antal dygn), dvs period mellan vegetationsperioder.
- 2) **GD**; varaktighet (antal dygn) under "mellanperioden" med dygnsmedeltemperatur inom intervallet - 6 och +5°C, kallad **antal "Gremmeniella-dagar"**.
- 3) **GS**; temperatursumma (tröskeltemperaturen - 6°C) under "mellanperioden", kallad **"Gremmeniella-temperatursumma"**.

Resultat

Det generella vädermönstret från vintern 1997/98 till och med mellanperioden (vintern) 2001/2002 framgår av Figur 3. Sannolikt startade den aktuella *Gremmeniella*-epidemin under sommaren 1998 med att konidiesporer spreds från sedan tidigare infekterade infektionshärdar. Den torra sommaren 1999 kunde sannolikt ytterligare kondiesporer spridas åtminstone i de områden som var minst torra. En mycket omfattande spridning av konidiesporer måste ha ägt rum den extremt blöta sommaren 2000. De två sista vintrarna innan skadeinventeringen, i synnerhet 2000/2001, var "dåliga" ur *Gremmeniella*-synpunkt medan nederbörden sommaren 2001 var över medelvärdet och därmed gynnsam för skadesvampen.



Figur 3. Generalt mönster för de studerade klimatindikatorerna, uttryckt som avvikelse från 17-årsmedelvärdet 1985-2002 för 50 väderstationer (med >10 års data).

De statistiska analyserna visade att *Gremmeniella*-skadorna korrelerade framför allt med nederbörden (Tabell 1). Detta betyder att områden med **hög nederbörd** och i viss mån högre temperatursumma under vegetationsperioden 2000 var hårdast drabbade av *Gremmeniella*-skador. Resultaten visade även att varken klimatiska företeelser före eller efter år 2000 korrelerade nämnvärt med skadebilden år 2002.

Tabell 1. De testade klimatindikatorernas inverkan på *Gremmeniella*-skador på Rikskogstaxeringens ytor 2002. ”+” betyder att skadorna ökar med ökande värde av indikatorn och ”-” det motsatta. Gul färg = signifikansnivå, $p < 0.05$, orange = $p < 0.01$ och röd = $p < 0.001$.

	Data set I				Data set II			
	Barrblandskog (≥ 0.3 tall)				Tallskog (≥ 0.7 tall)			
	Alla skador		Allvarliga		Alla skador		Allvarliga	
R2 Adj	0.124	0.186	0.06	0.085	0.092	0.14	0.025	0.051
F model	3.164	4.5	1.974	2.418	2.265	3.051	1.326	1.673
p model	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	0.149	0.03
N	352	352	352	352	289	289	289	289
Constant	+		+		+		+	
NGD 1997/98	-	+	-	+	-	+	+	+
NGD 1998/99	-	-	-	-	-	-	-	-
NGD 1999/00	+	+	+	+	+	+	+	+
NGD 2000/01	-	-	-	-	-	+	-	-
NGD 2001/02	-	-	-	-	-	-	-	+
GS 1997/98	-	+	+	+	-	+	-	+
GS 1998/99	+	+	+	-	+	+	+	+
GS 1999/00	+	+	+	+	-	+	-	+
GS 2000/01	-	-	+	+	+	-	+	+
GS 2001/02	+	+	+	-	+	+	-	-
NINT 1997/98	-	-	-	-	+	-	-	-
NINT 1998/99	+	+	-	+	-	+	-	-
NINT 1999/00	-	-	-	+	-	+	+	+
NINT 2000/01	+	+	-	+	-	+	-	-
NINT 2001/02	-	-	-	+	-	-	-	+
NB 1998	-	-	-	-	-	-	-	-
NB 1999	+	+	+	+	+	+	+	+
NB 2000	+	+	+	+	+	+	+	+
NB 2001	-	-	-	-	-	-	-	-
TS 1998	-	-	-	-	-	+	-	-
TS 1999	-	+	-	-	-	-	-	-
TS 2000	+	+	+	+	+	+	+	+
TS 2001	-	-	-	-	-	-	-	-

Slutsats

Riklig nederbörd ett enskilt år, i detta fall år 2000, kan uppenbarligen utlösa en storskalig epidemi av *Gremmeniella*. Med ökande nederbörd ökade angreppens omfattning. Det klimatiska mönstret dessförinnan var sannolikt ändå av stor betydelse även om detta i skrivande stund inte kunnat visas med statistiska metoder. Trots att den nuvarande epidemin klingat av finns det sannolikt under flera års tid ett förhöjd risk för uppkomst av nya epidemier.

B. Saneringsåtgärder

1. Vitalitet och överlevnad hos *Gremmeniella* på avverkningsavfall efter sanerande avverkning

Material & Metod: Delstudien genomfördes i ett *Gremmeniella*-infekterat tallbestånd, *Pinus sylvestris*, i närheten av Vindeln (64°17'N, 19°50'E, 260 m ö h). En gång per månad, från september 2003 till juli 2004, avverkades och stamkvistades ett till tre allvarligt skadade träd (>70 % av kronan infekterad). Grenarna fick ligga kvar på marken efter avverkning. En gång per månad inspekterades riset med avseende på fruktkroppar (gamla så väl som nybildade). Prover av kvistar med fruktkroppar togs till Skogspatologilaboratoriet vid SLU-Umeå där de inkuberades i 15°C. Grobarheten hos bildade sporer studerades på vattenagar och V6-agar efter 24, 48 och 72 h.

Resultat: Vitaliteten hos vegetativa fruktkroppar (pyknider) av *Gremmeniella abietina* i avverkningsrester förblev hög under hela undersökningsperioden. Färska pyknider hittades i riset flera månader efter det att konidiesporspridningen normalt upphört, vilket antyder att pyknider kan bildas på döda grenar av tall. Provtagning från avverkningsrester på 13 - 18 månader gamla hyggen visade på konidiesporer med lika hög groningskapacitet som konidiesporer från färska avverkningsrester. Det fanns inga skillnader i groningskapacitet mellan de olika tidpunkterna för insamling, oavsett hur länge riset legat på marken. Groningskapaciteten var också hög oavsett i vilken månad träden saneringsavverkats.

Slutsats: På grund av *Gremmeniella*-svampens långvariga överlevnad och förmåga att nybildas i avverkningsresterna är det inte lämpligt att plantera tallplantor i nordligt boreala skogsområden förrän den tredje vegetationssäsongen efter saneringsavverkning.

Resultaten är publicerade i **Witzell, J., Bernhold, A. och Hansson, P. 2006. "Survival and vitality of *Gremmeniella abietina* on *Pinus sylvestris* slash in northern Sweden." *For. Path.* 36 (2006) 406–412. (Bilaga 1).**

2. Stamkvistning som redskap för sanering av infekterade bestånd

Material & Metod: Manuell stamkvistningen utfördes under september 2004 i ett bestånd nära Åsele i Västerbotten. I september 2005 återinventeras försöksområdena med avseende på andel infekterad barmassa, andel nyinfektion samt antal nyinfekterade grenarv.

Resultat: På grund av att den senaste epidemin förorsakades av "large tree type" av *Gremmeniella*, var svampskadorna spridda över hela tallkronorna. Detta, tillsammans med det faktum att epidemin redan vid försöksutläggningen var på tillbakagång, har inneburit att stamkvistningseffekten blivit mycket begränsad. Vid slutbesiktning i september 2006 visade det sig att stamkvistningen inte hade haft någon effekt på graden av nyinfektion då man jämför kvarvarande träd på stamkvistningsytan (1,4% skadad krona) med motsvarande träd på kontrollytan (1,3% skadad krona). Träden på kontrollytan som hade en skadegrad över gränsvärdet för gallring, dvs 66% uteslutits. Räkna man proportionen nyinfektion av samtliga träd på kontrollytan kommer man ändå inte upp i mer än 2,3%.

Slutsats: Stamkvistning är inte någon tillämplig åtgärd vid *Gremmeniella*-angrepp av ”large-tree-type”. Andra studier visar dock att åtgärden mycket väl kan reducera skadeverkningarna om det istället rör sig om den sk ”small-tree-type”, som drabbade stora arealer contortatall i klimatiskt kärva lägen som varit nedtyngda av snö under perioden 1987-1992 (Karlman et al. 1994).

Resultaten kommer troligen att publiceras i en institutionsrapport. Materialet för just denna delstudie håller troligen inte måttet för publicering i en vetenskaplig tidskrift.

Framtida forskningsbehov

De presenterade resultaten tillsammans med resultat från andra projekt inom forskargruppen pekar på att korrelationen mellan humiditeten under olika delar av året och *Gremmeniella*-skadorna behöver ägnas mer uppmärksamhet framöver. Det har t ex kunnat visas att *Gremmeniella*-skadorna var signifikant allvarigare på höjdlägen än i låglänta områden (Hansson, opubl.). Sannolikt finnas det ett samband mellan höghöjds läge och dimbildning och upplega, vilka faktorer var för sig och tillsammans kan vara gynnsamma för *Gremmeniella*-svampen. Vidare finns det möjligheter att utifrån de funna karakteristiska väderförhållandena åren före utbrottet 2001 och SMHI:s klimatscenarios kunna bedöma sannolikheter för förestående *Gremmeniella*-utbrott även på mycket lång sikt

Avslutande kommentar

Det givna projektstödet var tidsmässigt välavvägt och en förutsättning för att Skogspatologigruppen i Umeå senare kunde erhålla ytterligare forskningsmedel för studier av klimatologiska aspekter på *Gremmeniella*-epidemin 2001-2003. Således kommer med stöd ett nytt forskningsanslag (FORMAS) de nu presenterade resultaten att kompletteras avseende framför allt humiditet och publiceras i ansedd vetenskaplig tidskrift. Ett manuskript (Hansson, P. and Ottosson Löfvenius, M. “A test of climatic indicators related to outbreak of Scleroderris canker on Scots pine in Sweden”) var accepterat i Canadian Journal of Forest Research. På grund av att vi under publiceringsprocessen erhöll nya väderdata från hela Sverige valde vi att komplettera analysen med dessa data innan återigen skickar in artikeln.

Referenser

- Bernhold, A. 2004. *Gremmeniella abietina* on *Pinus* spp. Disease epidemiology and control. Institutionsrapport nr 57. Inst f skogsskötsel, SLU. (35 pp).
- Hansson, P. 1996. *Gremmeniella abietina* in Northern Sweden - silvicultural aspects of disease in the introduced *Pinus contorta* and in *Pinus sylvestris*. Doctor's dissertation. Acta Universitatis Agriculturae Suecia, Silvestria 10.
- Hansson, P. and Ottosson Löfvenius, M. 2005. Climate indicators related to *Gremmeniella abietina* outbreak on Scots pine. In: Stanosz, G.R. and Stanosz J.C. 2005. “Foliage, Shoot and Stem Diseases.” Proceedings of the Meeting of Working Party 7.02.02 of the International Union of Forestry Research Organizations, Corvallis, Oregon, USA, June 13-19 2004. p 58-60.
- Karlman, M., Hansson, P. and Witzell, J., 1994. Scleroderris canker on lodgepole pine introduced in northern Sweden. Canadian Journal of Forest Research. 24: 1948-1959.
- Witzell, J., Bernhold, A. and Hansson, P. 2006. “Survival and vitality of *Gremmeniella abietina* on *Pinus sylvestris* slash in northern Sweden.” For. Path. 36: 406-412.
- Wulff, S., Hansson, P., and Witzell, J. 2006. The applicability of National Forest Inventories for estimating forest damage outbreaks - Experiences from a *Gremmeniella* outbreak in Sweden. Can. J. For. Res. 36: 2605-2613.