



Institutionen för skogsskötsel

Examensarbeten  
2005-16

## **Karaktärisering av *Gremmeniella*-skadade bestånd inom Holmen Skog AB**

*Characteristics of Gremmeniella diseased stands within  
Holmen Skog AB*

Alexandra Frank



Examensarbete i ämnet skogshushållning

Handledare: Per Hansson

Examinator: Rolf Gref

---

Institutionen för skogsskötsel  
Sveriges lantbruksuniversitet  
Umeå 2005

## **Förord**

Detta examensarbete är utfört på Institutionen för skogsskötsel vid Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå med Holmen Skog AB som uppdragsgivare. Arbetet omfattar 20 poäng på D-nivå inom ämnet skogshushållning.

En rad personer har hjälpt mig i arbetet kring detta examensarbete först och främst min handledare Per Hansson som ställt upp i alla lägen, tack! Jag vill också tacka Mikael Ottosson-Löfvenius för ovärderlig metrologisk hjälp, Anders Malmer för att ha gett mig en ökad förståelse för texturer samt Mats Högström för värdefull hjälp med kartmaterial.

Dessutom vill jag tacka min uppdragsgivare Holmen Skog AB och Göran Bergqvist som gett mig möjligheten att genomföra arbetet samt Olov Norgren som hjälpt mig med grundmaterialet.

Örebro, maj 2005

## Sammanfattning

Svampen *Gremmeniella abietina* förekommer över stora delar av Europa och har givit dokumenterade skador i Sverige sedan 1800-talet. Under den senaste epidemin med start 2001 har drygt 480 000 hektar runt om i landet skadats av svampen vilket lett till enorma ekonomiska förluster. Infektion, sporspridning och kolonisation av svampen kräver rätt miljöförhållanden för att lyckas. Syftet med detta examensarbete är att beskriva de angripna bestånden utifrån ståndorts- och beståndsvariabler och att undersöka vilken betydelse dessa variabler har för skadornas uppträdande. Vidare undersöks om sommargallringar under sporspridningsåren är överrepresenterade bland de skadade bestånden. Materialet i undersökningen bygger på data från Holmen Skog AB:s beståndsregister och är uppdelat på alla 670 skadade bestånden och lika många referensbestånd. De variabler som ingick i beståndsregistret analyserades i en logistisk regressionsanalys för att utröna deras inverkan på skadornas omfattning. För att kontrollera om de skadade bestånden var överrepresenterade på så kallade granmarker utfördes en analys av två olika definitioner av begreppet granmark. Den ena enligt Hesselman (1935) och den andra enligt Riksskogstaxeringen. Analysen visade att omfattningen av skadorna hade drabbat distrikten inom de tre analyserade regionerna i olika utsträckning. Skillnader i bestånds- och ståndortsfaktorer eller olikheter i riktlinjer vid inventeringar kan förklara detta. Den logistiska regressionsanalysen resulterade i att variablerna höjd över havet, breddgrad, temperatursumma, vegetationstyp, ståndortsindex och granmark föll ut som signifikanta. En positiv korrelation mellan höjden över havet och skadornas fördelning förekom då skadorna intensifierades med en ökad höjd över havet. Analys utefter riksskogstaxeringens definition av granmark visade på att det fanns en signifikant korrelation mellan dessa typer av marker och förekomst av *Gremmeniella abietina*, dvs. det finns en risk att anlägga tall på för goda marker där gran skulle vara ett bättre alternativ. Detta kunde dock inte stödjas av resultaten för variabeln ståndortsindex. Analysen av granmarker enligt Hesselman visade att endast 12 procent av de skadade bestånden låg på marker med den högsta trädslagfördelningen av gran. Resultatet av jämförelsen mellan de under sporspridningen gallrade bestånden och de senare skadade bestånden kunde inte påvisa att sommargallringarna ökat risken för skador. I framtiden är det av största vikt att inventeringen av tidigare *Gremmeniella*-skadade områden sker på ett effektivt sätt. Detta för att i ett tidigt stadium kunna sätta in adekvata åtgärder mot epidemier. Som underlag för inventeringar bör förhållanden på ståndorten för tidigare skadade bestånd utvärderas och användas. För att reducera riskerna för subjektiva bedömningar vid flyginventering kan satellitbilder för kalibrering av skadegrad vara användbara.

## Abstract

Since the end of the eighteenth century forest damage caused by the pathogen *Gremmeniella abietina* has been observed and documented. During the latest epidemic in Sweden more than 480 000 hectares forest land have been injured and this has led to considerable economic losses. For the pathogen to succeed with infection, spore dispersal and colonization the right environmental conditions is required. The aim of this paper is to describe the diseased stands using site and stand characteristics and to evaluate the effect of these variables on the disease incidence. Further, the thinning performed during the time for spore dispersal and its relationship to injured stands is examined. The stand data material originates from Holmen Skog AB database for their forest land holdings. This survey was made upon 670 diseased stands and the same number of reference stands. The variable included in the database was used in a logistic regression analyze to detect their effect on the diseased stands. An analysis was also done on whether the diseased stands were over-represented on land that former hold Norway spruce (*Picea abies*). Two different definitions were used. The analysis revealed that some of the districts in the three analysed regions showed a larger amount of diseased stands than others. These differences may not only depend on variation in stand characteristics but also on differences in recommendations used for the inventory. The logistic regression analyze showed that the variables altitude, latitude, temperature sum, type of vegetation, site index and sites better suitable for spruce were significant. The disease shows a positive correlation with height above sea level because it increased with an increasing altitude. The regression analyze also showed a positive correlation between *Gremmeniella abietina* and stands on land suited for spruce according to the National Forest Inventory i.e. there is a risk to establish pine on too fertile soil. However, the analysis of the site index variable could not support this. The outcome showed that only 12 percent of the diseased stands were located on former spruce sites. In the comparison between stands thinned in the summer during spore dispersal and later *Gremmeniella*-injured stands the results showed that there were too few stands diseased to give any significant results. In the future research and evaluation of diseased stands distinguishing features may be used to facilitate the identification of risky objects so that sufficient treatment will be implemented in time. Subjective judgments may be prevented by the use of satellite images when making estimating inventories of *Gremmeniella*-diseased stands.

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b>	<b>5</b>
1.2. Bakgrund .....	5
1.3. Utbredning.....	5
1.4. Historia i Sverige.....	6
1.5. Biologi .....	6
1.6. Ståndortsfaktorernas betydelse för <i>Gremmeniella abietina</i> och dess värd.....	7
1.7. Beståndsfaktorernas betydelse för <i>Gremmeniella abietina</i> och dess värd .....	9
<b>2. Syfte</b>	<b>9</b>
<b>3. Material och metod</b>	<b>10</b>
3.1. Bestånd .....	10
3.1.1. Skadade bestånd .....	10
3.1.2. Referensbestånd .....	10
3.2. Variabler.....	10
3.2.1. Granmarker.....	13
3.2.2. Gallringar.....	13
3.3. Väderdata .....	14
3.3.1. Temperatur.....	14
3.3.2. Nederbörd .....	15
3.4. Analys .....	17
<b>4. Resultat</b>	<b>18</b>
4.1. <i>Gremmeniella</i> -skadornas fördelning på regioner och distrikt.....	18
4.1.1 Omfattning av saneringsåtgärder .....	18
4.2. Variabelanalys.....	19
4.2.1. Höjd över havet och breddgrad .....	20
4.2.2. Ståndortsindex .....	20
4.2.3. Temperatursumma .....	21
4.2.4. Vegetationstyp .....	22
4.2.5. Granmarker.....	22
4.2.6. Gallringstidpunktens betydelse på skadebilden .....	22
<b>5 Diskussion</b>	<b>24</b>
5.1. Regioner och distrikt.....	24
5.1.1. Åtgärder .....	24
5.2. Variabler.....	25
5.2.1. Höjd över havet och breddgrad .....	25
5.2.2. Ståndortsindex .....	25
5.2.3. Temperatursumma .....	26
5.2.4. Vegetationstyp .....	27
5.2.5. Granmarker.....	27
5.2.6. Gallrade bestånd .....	27
5.3. Slutsats.....	28
<b>Litteraturförteckning</b>	<b>30</b>

## 1. Inledning

### 1.2. Bakgrund

Sedan sommaren 2001 har det rapporterats om svåra angrepp av skadesvampen *Gremmeniella abietina* (Lagerberg) Morlet i Sverige. Enligt Riksskogstaxeringens inventeringar är omfattningen på skadorna de största dokumenterade någonsin och uppskattades nyligen till drygt 480 000 hektar (Wulff, Hansson & Witzell submitted). Kraftiga angrepp förekommer på Småländska höglandet och från Värmlands och Örebros län i söder till Västerbottens län i norr. Skador uppträder i alla åldersklasser men mest drabbad är yngre gallringsskog av tall (*Pinus sylvestris* L) belägen på hög höjd över havet (Anon 2002; Anon 2003). Redan under 1998-1999 meddelades det om lokala angrepp i delar av Bergslagen. Till följd av det ovanligt fuktiga vädret påföljande år och svampens tvååriga livscykel gavs svampens sporer goda förutsättningar att spridas under sommaren 2000. Epidemiartade angrepp till följd av detta framträdde under 2001. Åtgärder för att förhindra angreppen från att infektera nya områden blev saneringsgallringar eller slutavverkning av de allvarligast skadade bestånden. En sammanställning gjord av Skogsvårdsstyrelserna i landet visade att drygt 12 000 hektar hade anmälts för slutavverkning/förnygringsavverkning på grund av angrepp av *Gremmeniella* under 2001 (Samuelsson pers. komm.). Vintern 2001 – 2002 var mycket gynnsam för svampen vilket ledde till att skadeläget ytterligare förvärrades genom fler allvarligt skadade bestånd under växtsäsongen 2002. De omfattande ekonomiska förlusterna i samband med saneringsingreppen överstiger en miljard SEK på nationell nivå och förväntas öka (Persson 2003).

### 1.3. Utbredning

Ascomyceten *Gremmeniella abietina* orsakar allvarliga sjukdomar på barrträd i Europa, (Roll-Hansen 1972), Nordamerika (Laflamme 1993) och Japan (Yokota et al. 1974). Svampen förekommer i stort sett i hela Europa men de mest drabbade områdena ligger i de centrala delarna av kontinenten, på höga höjder i Alperna och i Fennoskandien. Infektioner uppträder från havsnivå upp till 2000 meters höjd över havet och kan utvecklas till epidemier speciellt i marina klimat och på höga höjder med kalla och blöta somrar (Stephan 1990). *Gremmeniella abietina* har indelats i tre underarter av vilken *Gremmeniella abietina* var. *abietina* påträffas i europeiska, nordamerikanska och asiatiska barrskogar (Dorworth och Kryweinczyk 1975). Svampen har i Fennoskandien ytterligare uppdelats in i två ekologiskt skilda typer: typ A och typ B (Uotila 1983). Typ A eller large tree type (LTT), angriper stora träd medan typ B, small tree type (STT), angriper små träd (Hellgren och Högberg 1995).

## 1.4. Historia i Sverige

Redan i slutet av 1880-talet blev man varse skador på tall (*P. sylvestris* L) orsakade av *Gremmeniella abietina* i Skandinavien (Karsten 1884; Lagerberg 1912). Skador på gran (*Picea abies*) i underväxt till tall påträffades under åren 1910-1912. Det fanns emellertid inga rapporter om skador på tallen i dessa bestånd (Lagerberg 1912). Enligt Lagerberg (1945) skulle svenska bestånd inte angripas i någon större omfattning av svampen även om *Pinus*-arter i andra delar av Europa drabbats. Detta eftersom Sverige vid denna tidpunkt hade en begränsad plantering av exotiska *Pinus*-arter. Det var först under 1950-talet man började uppmärksamma att tallbestånd och plantor av svensk tall i plantskolor var angripna av *Gremmeniella abietina*. Hedmarker i Norrland med naturligt förnygrad tall drabbades och även 30-50 åriga tallbestånd av mellaneuropeiskt ursprung, så kallad "tysktall" i södra Sverige hade omfattande skador (Kohh 1964). Under de senaste decennierna har dokumentationen av svampen och dess angrepp varit omfattande och angreppen av *Gremmeniella abietina* på tall (*P. sylvestris*) har ökat i landet de senaste 50 åren (Barklund 1990). Under slutet av 1970-talet och 1980-talet introducerades Contortatall (*Pinus contorta* Dougl. Ex Loudin var. *latifolia* Engelm.) i Sverige. Karlman (1986, 1987) rapporterade om kraftiga attacker av *Gremmeniella abietina* på Contorta, då främst på träd yngre än 10 år. Detta fick till följd att plantering med contortatallen minskade under senare delen av 1980-talet (Karlman et al 1994; Karlman 1995).

## 1.5. Biologi

*Gremmeniella abietina* räknas till de fakultativa parasiterna och är därmed i stånd att angripa friska värdväxter men lever också på skadade och döda växtdelar (Kohh 1964). *Gremmeniella*-svampen producerar två typer av fruktkroppar: pyknidier (vegetativa) och apothecier (sexuella). Pyknidierna är sfäriska till formen medan apothecierna är skålformade och försedda med fot. Båda fruktkropparna är brunsvarta till färgen och är 0,5-1,5 mm i diameter (Eidman och Klingström 1990). Pyknidier uppkommer i basen på de döda barren redan några månader efter att det infekterade skottet dött (Siepmann 1972; Skilling 1993). De flesta pyknidier produceras dock under våren ett år efter de första symptomen uppkommit (Roll-Hansen 1964; Gremmen 1972). De fleråriga apothecierna utvecklas senare och syns först ett år efter att skottet dött och två (Siepmann 1972) eller tre år efter infektion (Kaitera et al. 1997).

De initiala angreppen av *Gremmeniella* kan ske under olika tidpunkter av året. Infektionstiden för pyknidiernas vegetativa sporer, konidierna, infaller under försommaren medan apotheciernas ascosporer infekterar senare under vegetationsperioden och sent på hösten

(Skilling 1972; Laflamme och Archambault 1990). Enligt en finsk undersökning skedde infektion av *Gremmeniella abietina* LTT i huvudsak under månaderna juni och juli (Kaitera et al. 1997). Under följande vinter koloniserar svampen trädets skott och barkvävnader (Patton et al. 1984). Utvecklingen av infektionen gynnas av att trädets omgivande temperatur ligger mellan -6 och +5 grader i minst 44 dagar under vintern. Även vid lägre temperaturer kan snö som täcker grenarna tjäna som isolering och på så vis bibehålls temperaturen inom det aktuella intervallet (Marosy et al. 1989).

De första symptomen på infektion kan observeras under våren ett år efter att infektionen skett. Fläckar av död vävnad syns då under barken (Patton et al. 1984). Celler i barrbasen dör vilket leder till att barren sitter löst och lätt lossnar. Vidare förhindras transporten av vatten och näring till barren och de får en rödbrun färg med start från barrbasen (Eidman och Klingström 1990). Stamskador är ytterligare ett symptom på *Gremmeniella* angrepp. Sedan skottet dött kan svampen tränga in i stammen och orsaka kräftsår (Roll-Hansen 1964; Witzell 2001). Patogenen kan även infektera stammen direkt vid olika typer av barkskador orsakade av till exempel is och frost eller nedböjda grenar orsakade av snötryck (Kurkela 1981; Witzell 2001).

### 1.6. Ståndortsfaktorernas betydelse för *Gremmeniella abietina* och dess värd

Miljöförhållande som råder inom skogsbestånden har en avgörande inverkan på *Gremmeniella*-svampen och dess förmåga att kolonisera sin värd. Sporspridningen av både konidier och ascosporer kräver regn eller hög luftfuktighet (Skilling 1969). När pyknidierna mognat tränger sporer ut vid fuktigt väder. Spridningen från det infekterade skottet sker sedan genom att regndroppar träffar fruktkroppen och slungar iväg sporer. (Skilling 1969; Uotila 1985). Infektion och kolonisation lyckas endast om vädret är det rätta. En sval, molnig och nederbördsrik växtperiod främjar inte bara sporspridningen och *Gremmeniella*-svampens överlevnad (Skilling 1972) utan kan även reducera värdens motståndskraft (Donaubauer 1972; Dorworth 1972; Skilling 1972; Kurkela 1984). Den epidemi som de senaste åren orsakat svåra skador i svenska skogar föregicks av en blöt sommar och höst med en påföljande mild vinter år 2000. Liknande förutsättningar har även tidigare föregått kraftiga attacker (Karlman 1986; Uotila 1988; Karlman et al. 1994).

Temperaturen är av stor betydelse för både *Gremmeniella abietina* och dess värdträd. När det gäller sporspridning fann Skilling (1972) att den omgivande temperaturen påverkar både antalet ascosporer som sprids och hur tidigt på säsongen spridningen inleds. Undersökningar av *Gremmeniella abietina* på svartgran (*Picea mariana*) visar att temperaturen inte har någon



effekt på sporspridningen (Laflamme och Archambault 1990). Det är i stället fukten på barren som bäst korrelerar med spridning. Svampens kolonisation av värdträd under vintern visar ett starkt samband med temperaturen, då ett temperaturintervall mellan +5 och -6 grader i cirka 44 dagar krävs för att infektioner skall uppstå (Marosy et al. 1989). Ett djupt snötäcke har visat sig vara en idealisk tillväxtmiljö för *Gremmeniella abietina*. Förhållandet under snön är gynnsammare än ovanpå då temperaturen är mer kontant och humiditeten är högre. I en undersökning på contortatall (*P. contorta*) i norra Sverige fann Hansson och Karlman (1997) att de träd som böjts ner under snötäcket, på grund av tung blötsnö i större utsträckning var drabbade av *Gremmeniella* än de som stod upprätt.

Temperatursumman<sup>1</sup> har uppvisat ett starkt samband med svårt angripen contortatall (*P. contorta*) i Sverige under slutet av 1980-talet (Karlman et al. 1994). Anläggning av bestånd belägna i topografiska sänkor har i många fall visat sig öka risken för angrepp av *Gremmeniella* (Uotila 1988; Jalkanen och Kaitera 1993; Witzell och Karlman 2000). Även träd i utsatta lägen som branta dalgångar, dödishålor och på nordsluttningar har på grund av ett ogynnsamt mikroklimat uppvisat stora skador (Aalto-Kallonen och Kurkela 1985).

Marker med näringsrika jordar har visat sig öka mottagligheten för angreppen av *Gremmeniella* (Lähde 1974; Kurkela 1984) och (Kurkela 1984; Kallio et al. 1985; Hellgren och Barklund 1992). Näringsrika och fuktiga marker med fin jordtextur är karaktäristiskt för rena granbestånd (Malmström 1949). Witzell och Karlman (2000) och Karlman et al. (1994) fann mest skador av *Gremmeniella* på sådana granmarkstyper. Tall (*P. sylvestris*) och contortatall (*P. contorta*) planterade på tallmarker hade lägre mottaglighet och dödlighet än motsvarande planteringar på granmarker. I en finsk undersökning fann Nevalainen (1999) att skador var dubbelt så vanliga på torvmarker som på mineraljordar. Dränering ökade näringstillförseln och detta hade medfört förhöjda skador.

Mottagligheten och resistensen skiljer sig mellan svampens olika värdträd (Roll-Hansen 1972). Enligt Stephan (1990) är motståndskraften korrelerad till olika fysiologiska och/eller biokemiska egenskaper och kontrolleras genetiskt. Tall (*P. sylvestris*) har visat sig vara en av de mest mottagliga arterna (Aitiken 1993). Under normala förhållanden är den dock bara måttligt drabbad, men om trädet stressas kan mottagligheten öka vilket kan leda till epidemiska attacker (Donaubauer 1972). Enligt Hansson (1998) har contorta (*P. contorta*) och tall (*P. sylvestris*) under gynnsamma förhållanden samma mottaglighet.

---

<sup>1</sup> den sammanlagda dygnsmedeltemperaturen över +5 grader under vegetationsperioden

### 1.7. Beståndsfaktorernas betydelse för *Gremmeniella abietina* och dess värd

Det har sedan länge varit känt att nordliga provenienser av tall (*P. sylvestris*) är mindre infekterade av *Gremmeniella* än sydliga (Karlman 1986; Dietrichsson och Solheim 1987; Hansson 1998). Den positiva korrelationen mellan tallens (*P. sylvestris*) ursprungsbreddgrad och dess motståndskraft är även den väl dokumenterad (Björkman 1972; Kurkela 1984; Uotila 1985). Wikström (2002) har funnit att tall (*P. sylvestris*) som nordförflyttats minst två grader är signifikant mer angripna än lokala eller nordliga provenienser. Klena träd och undertrykta träd är mer skadade än grova och dominerande. I bestånd av sydligt ursprung var dock även de grova och dominerande träden svårt skadade.

Beståndstätheten har betydelse för trädens mottaglighet för *Gremmeniella*. Andelen träd dödade av svampen ökar i bestånd som är beskuggade eller som finns i täta bestånd (Uotila 1988; Niemelä et al. 1992). Niemelä et al. (1992) förknippar beskuggningen med en högre humiditet och att daggen på beskuggade barr ligger kvar längre, vilket är fördelaktigt för sporer. Täta bestånd har ett gynnsammare mikroklimat för svampen och sporspridningen av svampens sporer underlättas även då avståndet mellan möjliga värdträd minskar (Nevalainen 1999). Att klena träd är mer skadade än grova och dominerade träd nämndes tidigare. Enligt Niemelä et al. (1992) kan detta bero på att klena träd i täta bestånd är mer utsatta för konkurrens om näring och ljus och därmed mer stressade. Stress kan då leda till svårighet för trädet att motstå *Gremmeniella* och skadorna ökar. En tidig och regelbundet återkommande gallring ansåg Gremmen (1972) kunde reducera riskerna med *Gremmeniella*. Dock har Kallio et al. (1985) visat att förmågan för infekterad tall (*P. sylvestris*) att återhämta sig från ett angrepp ökar med ökad beståndstäthet.

## 2. Syfte

Syftet med detta examensarbete är;

1) att karaktärisera och beskriva de bestånd inom Holmen Skog i Norrland som skadats av *Gremmeniella abietina* utifrån bestånds- och ståndortsvariabler. Detta för att få underlag som möjliggör planering för att undvika framtida skador.

2) att jämföra skadornas fördelning mellan bestånd gallrade under sommaren respektive vintern 1999 och 2000 för att undersöka om sommargallringarna under 2000 är överrepresenterade bland de skadade bestånden. Detta eftersom det är troligt att *Gremmeniella*-svampens sporer spreds just under sommaren 2000.

### 3. Material och metod

#### 3.1. Bestånd

Materialet som använts i detta examensarbete är data för skadade och gallrade bestånd som ligger inom Holmen Skogs tre nordligaste regioner Iggesund, Örnköldsvik och Lycksele. Datamaterialet har sin grund i Holmen Skogs beståndsregister, klassificerat efter vad som bedömts skadat av *Gremmeniella abietina*. Skaderegistren bygger på flyginventeringar av bestånd som efter till exempel ålder och läge ansetts ligga i riskzonen för *Gremmeniella*. Bedömningarna av skadorna har vid osäkerhet kompletterats med inventering på marken.

##### 3.1.1. Skadade bestånd

Inom de tre regionerna bedömdes 670 bestånd så skadade att det krävdes saneringsgallring eller slutavverkning för att begränsa skadorna. Vid bedömningen och inventeringen av skadorna använde Holmen sig generellt av de rekommendationer och riktlinjer som Skogsstyrelsen och Sveriges Lantbruksuniversitet utgett. Bedömningen utfördes sedan godtyckligt av inventerarna. De bedömde även vilken åtgärd som skulle in sättas för att säkra beståndets framtida produktion.

##### 3.1.2. Referensbestånd

Under år 1999 och 2000 gallrades cirka 14 000 hektar fördelat på 2 572 bestånd, inom Holmen Skog AB:s tre nordligaste regioner. För att i denna studie möjliggöra en objektiv jämförelse mellan skadade och friska bestånd valdes 670 bestånd ut slumpmässigt. Dessa bestånd har fungerat som referensmaterial i denna beskrivning.

#### 3.2. Variabler

För att beskriva och karaktärisera de skadade bestånden har olika variabler ur Holmen Skog AB:s beståndsdata bearbetats. En variabellista förklarar variablerna där skadade bestånd och referensbestånd beskrivits var för sig (Tabell 1). För att beräkningar skulle kunna utföras är variablerna omarbetade och i några fall har de delats in i nya klasser. Utifrån omarbetningen och klassificeringen har medelvärdet och standardavvikelse beräknats. Nedan följer de förändringar som gjorts för variablerna. Variabeln ståndortsindex för trädslagen (meter) är uppdelad i två delar, en för trädslaget (**Trädslag**) den andra för trädslagets ståndortsindex (**Ståndortsindex**). **Lutning** behåller sin indelning om fyra klasser benämnda med klassmitt. Den sista klassen har tilldelats ett slutvärde på 45 procent. Klimatet på sluttningar i olika riktningar påverkas av grad av fuktighet, instrålningen och vind (Geiger et al. 1995). En

sluttning tar emot mer strålning än vad en plan mark gör, till exempel tar en sluttning med 20 graders lutning emot dubbelt så mycket instrålning som en plan yta. **Expositionen** har därför rangordnats på en skala från 1 till 3 efter stigande instrålning. De expositioner som i beståndsregistret inte har något väderstreck, T (topp), K (kuperat), G (gryta) och P (plan) har tilldelats medelvärdet 2. **Vegetation** har omvandlats till en ”semikontinuerlig” variabel där vegetationstyperna har givits nummer mellan 1 till 19, från fattig typ till rik typ. Då texturen har stor betydelse för den vattenhållande förmågan i marken har jordarterna uppdelats efter **textur** och beskriver fördelningen av olika kornstorlekar. **Temperatursumman** har indelats i åtta klasser om 100 grader betecknade med klassmitt. I vissa regressionsanalyser används inte temperatursumman utan dess viktigaste delkomponenter breddgrad och höjd över havet. **Breddgrad** är indelad i sju klasser om hela grader. **Höjd över havet** är indelad i sex klasser om 100 meter benämnda med klassmitt. **Åtgärds areal** är indelat i fyra klasser benämnda med klassmitt.

Tabell 1. Variabel översikt, beskrivning, enhet, klassificering, medelvärden och standardavvikelser.

Table 1. Variable overview including description, unit, classification, mean values and standard deviation.

VARIABEL	BESKRIVNING	DATA	ENHET	KLASSIFICERING	MEDEL	STDV
TRÄDSLAG	Trädslag Gran, Tall	Referens	antal	Tall= 510 Gran= 160	-	-
		Skadat	antal	Tall= 628 Gran= 42	-	-
STÅNDORTS INDEX	Ståndortsindex för nämnda trädslandet vid en ålder av 100 år.	Referens	meter	Tall= 12-28 Gran= 16-32	T= 22,0 G= 21,3	T= 2,2 G= 3,0
		Skadat	meter	Tall=16-28 Gran=15-26	T=21,9 G=19,1	T =1,7 G=2,6
LUTNING	Komponent i terrängklassificering som påverkar skogsåtgärd. (5) 0- 9 % (15) 10-19 %, (27) 20- 33 %, (40) 34-45 %	Referens	procent	5, 15, 27, 40	1,43 (9,42)	0,64 (6,78)
		Skadat	procent	5, 15, 27, 40	1,65	0,75
EXPOSITION	(1) N nord, NO nordöst, NV nordväst, (2) V väster, O öst, T topp, K kuperat, P plant (3) S syd, SO sydost, SV sydväst,	Referens	-	1-3	1,38	0,49
		Skadat	-	1-3	2,12	0,77
VEGETATION	Indelning efter vegeta- tionstypens täckningsgrad. (1) lavrik, (2) Lav (3) Starr- fräken, (4) Ristyp, (5) Fattigris, (6) Kråkbär-Ljung, (7) Lingon, (8) Blåbär, (9) Grästyp, (10) Smalbladiga gräs, (11) Bredbladiga gräs, (12) Utan fältskikt, (13) Låtgört, (14) Låtgört ej blåbär, (15) Låtgört med blåbär, (16) Låtgört utan ris, (17) Högtört ej blåbär, (18) Högtört med blåbär, (19) Högtört utan ris	Referens	-	1, 2, 3, 4-8, 10, 11, 12, 13-16, 18, 19	8,52	2,93
		Skadad	-	1, 4, 6-11, 13-16, 18	8,13	3,17
TEXTUR	(1) Grusig morän, (2) Sandig morän, (3) Sandig moig morän, (4) Moig mjällig lerig morän	Referens	-	1-4	2,85	0,42
		Skadat	-	1-4	2,98	0,22
MARKFUKT	Fuktighetstillstånd i marken. (1) torr, (2) frisk, (3) fuktig, (4) våt	Referens	-	1-3	2,03	0,37
		Skadat	-	1-3	2,01	0,17
TEMPERATUR SUMMA	Summan av medeltempera- turen för alla dygn under en period.	Referens	dygngrader	624-1294	883,47	133,26
		Skadat	dygngrader	554-1093.	772,08	78,41
BREDDGRAD	Latitud nordsydlig riktning.	Referens	grader°	59,7-65,1	63,23	1,33
		Skadat	grader°	61,5-65,1	63,12	1,00
HÖJD ÖVER HAVET	Altitud	Referens	meter	19-560	262,36	102,54
		Skadat	meter	120-584	402,92	74,65
ÅTGÄRDS AREAL	(5) 0-9 ha, (15) 10-19 ha, (25) 20-29 ha, (46) 30-52,3 ha	Referens	hektar	0,1-40	5,58	4,78
		Skadat	hektar	0,1-52,3	7,45	6,40

### 3.2.1. Granmarker

Det finns olika definitioner på vad som är en granmark. Vid Riksskogstaxeringens skadeinventering under 2002 användes definitionen; mark med sandig-moig morän/grovmo eller finare jordtextur, fältskikt av gräs eller örttyp samt ej torr eller blöt mark. Goda resultat att etablera tall (*P. sylvestris*) beroende på partikelstorleksklassificering skedde enligt Lähde (1974) på jordtyper där finmo ( $\leq 0,02$  mm) och finare inte uppgår till mer än 12 % och/eller grovmo ( $\leq 0,06$  mm) och finare inte uppgår till mer än 25 %. Jordar typiska för gran består av en högre andel fin, mindre genomträngbar partikelstorleksklass. För att tallen skall trivas på dessa jordar bör marken gödslas. De mest karaktäristiska markegenskaperna för ståndorter som ger hög granproduktion är rörligt markvatten och örttyper (Lundmark 1986).

Inom de kyliga temperaturzonerna<sup>2</sup> bestäms valet mellan gran och tall av humiditet, topografi, och ståndortshistorik (Lundmark 1986). Om ståndorten är fuktig eller marken har en finare textur än sandig-moig morän och/eller rörligt markvatten är granen det lämpligaste trädslaget. Större höjder och höjdsträckningar är i regel goda granståndorter

### 3.2.2. Gallringar

Den huvudsakliga sporspridningen för *Gremmeniella abietina* skedde under sommaren 2000 och en del av syftet med denna uppsats var att undersöka om gallringarna som utfördes under sommaren detta år hade betydelse för svampspridningen. För att undersöka om sommargallringarna år 2000 var överrepresenterade bland de skadade bestånden gjordes en jämförelse mellan bestånd som gallrats under perioden 1999-2000 och registret över skadade bestånd. De bestånd som hade gallrats under de aktuella åren och sedan rapporterats som skadade fram till november 2002 plockades ut. Jämförelser mellan månad för gallring och andelen skadat för varje månad utfördes.

#### 3.2.2.1. Hesselman

Hesselmans karta som överskådligt återger barrskogens procentuella arealfördelning på tall-, gran- och barrblandbestånd i Norrland är framställd genom en sammanställning av rikstäckande inventeringar av de svenska skogarna utförd av Riksskogstaxeringen. Inventeringarna är gjorda under åren 1923-1929 och enligt Hesselman (1935) är detta innan avverkningar, skogssådd och planteringar omdanat den ursprungliga skogsbilden i de norra delarna av landet. Inventeringen skedde utefter taxeringslinjer där skogsmarken indelades efter hur stor andel som var täckt med det ena eller det andra trädslaget. Beståndstyperna är indelade i tre procentklasser, 50-70 %, 70-

---

<sup>2</sup> Temperatursumma mindre än 1100 dygnsgrader

90 % och 90-100 % beroende på hur stor del av skogsarealen utefter en taxeringslinje som var bevuxet med det aktuella trädslaget. Av de två trädslagen som beskrivs i detta kartmaterial är det granen som har den största benägenheten att uppträda i stora sammanhängande områden. Hesselman delar upp Norrland i tre delar. Södra Norrland omfattar Dalarna, Härjedalen och Hälsingland samt en del av Jämtland till linjen Sylarna-Oviksfjällen-Hudiksvall. Detta område består till stor del av barrblandbestånd. Grandominerade områden förekommer i relativt små områden och tallen dominerar i de nordvästra delarna. Mellersta Norrland omfattar norra Hälsingland, större delen av Jämtland, Medelpad, Ångermanland och södra delen av Västerbottens län, mellan linjen Sylarna-Oviksfjällen-Hudiksvall i söder till linjen Storuman - Umeälven i norr. Norra Norrland är den resterande delen av landet norr om denna linje.

Hesselman anser att topografin är den mest framträdande faktorn som påverkar fördelningen av tall- och granskogen. Höjder blir bevuxna med gran medan mer flacka områden täcks av tall. Den brutna topografin gynnar granen på flera sätt bland annat genom mer rörligt vatten i sluttningarna och en mer ytligt avrinning. I denna studie av granmarkens betydelse för bestånd skadade av *Gremmeniella abietina* har Hesselmans karta (1935) bearbetats för att bestämma om de skadade bestånden är belägna inom de enligt författaren klassade granmarkerna. Områdena södra och mellersta Norrland med granmark i procentklassen 90-100 % har behandlats. Liknande beräkningar för referensbestånden har inte varit möjliga på grund av bristfälligt kartmaterial för dessa bestånd.

### 3.3. Väderdata

För att få en uppfattning om vädret under spridningsåren 1998-2000 har uppgifter från Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) använts (Anon 1990). En väderstation per region utvaldes i närheten av regionens mesta skador. Medelvärden för nederbörd och temperatur från väderstationerna har jämförts mot referensnormalvärdena 1961-1990 för att se eventuella avvikelser.

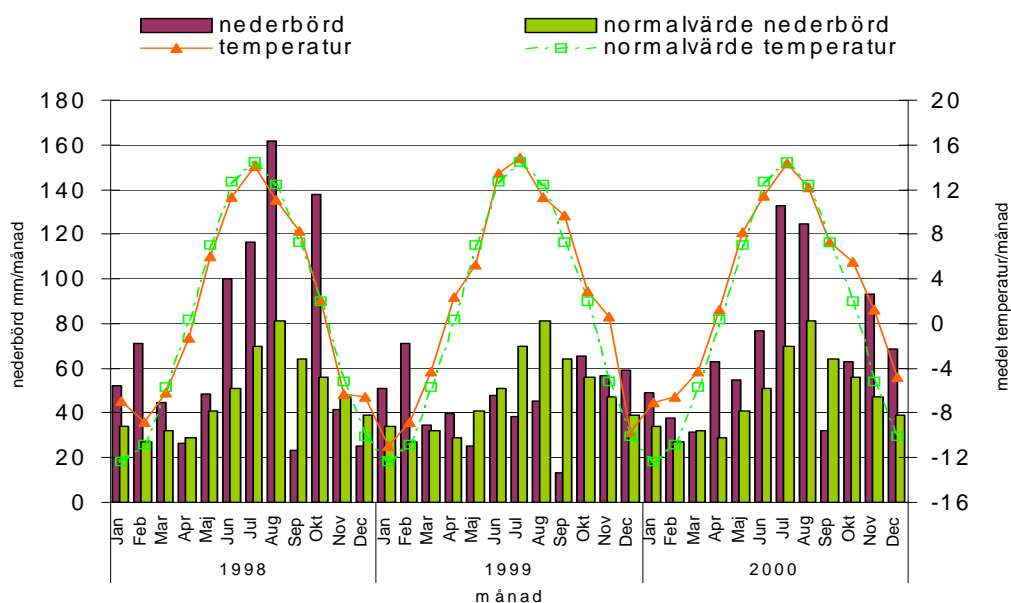
#### 3.3.1. Temperatur

Vindelns (Figur 1), Fränstas (Figur 2) och Hemlings (Figur 3) klimatstationer visar alla tre åren en medeltemperatur över det normala under januari och februari. Dock visar sig skillnaden tydligast under åren 1998 och 2000. Temperaturmätningar i de tre klimatstationerna påvisade under slutet av hösten och början av vintern år 2000 att perioden var varmare än normalt. Liknande tendenser med varma höst- och vintermånader gäller även för år 1998 och 1999. Nämnas bör även att normalvärdet för medeltemperaturen under november och december i alla

tre områdena ligger under  $0^{\circ}\text{C}$  och att december månad ligger under  $-6^{\circ}\text{C}$  (Figur 1, 2 och 3). Under 1999 och 2000 uppmättes i november medeltemperaturen till över  $0^{\circ}\text{C}$ . Under de tre sista månaderna av år 2000 var även medeltemperaturen cirka fem grader högre än normalt och från att normalt ligga under  $-6^{\circ}\text{C}$  i december låg den då högre.

### 3.3.2. Nederbörd

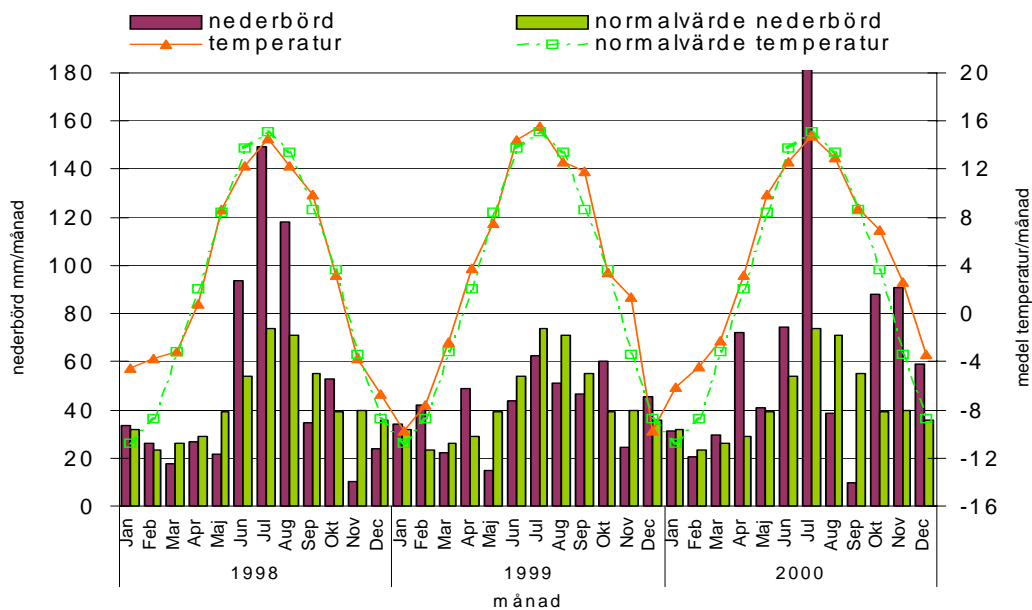
För åren 1998 och 2000 var nederbördsmängderna generellt långt över de normala under stora delar av året (Figur 1, 2 och 3). Våren 1998 hade normala nederbördsmängder, dock blev sommaren blöt. Under år 2000 var nederbördsmängderna över det normala under nästan alla årets månader, speciellt under sommarmånaderna. Undantaget är vintermånaderna januari till mars och september månad som var relativt torra. Regnmängderna för Iggesunds region, Fränsta klimatstation (Figur 2), i juli månad var osedvanligt över det normala. Det regnade 234,7 mm denna månad vilket är mer än tre gånger högre än normalvärdet. Nederbörden 1999 skiljer sig från de andra två åren då den låg i nivå med normalvärdet och sommarmånaderna låg nämnvärt under. Sammanfattningsvis har åren 1998 och 2000 visat på relativt varma vintrar med påföljande nederbördsrika somrar. År 1999 avviker då sommaren inte var lika nederbördsrik som de övriga.



Figur 1. **Lycksele region**, skadat område. Medelvärden för nederbörd och temperatur gällande Vindelns väderstation åren 1998-2000. Normalvärdena för nederbörd och temperatur bygger på referensnormalvärden för åren 1961-90.

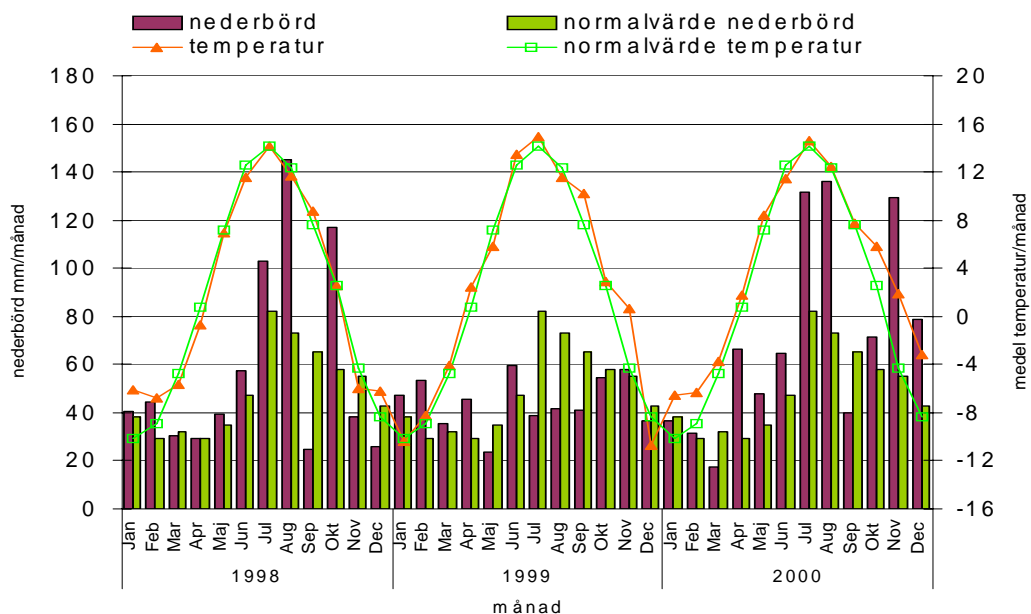
*Figure 1. Region Lycksele, Gremmeniella injured area. Mean values for precipitation and temperature for the meteorological station in Vindelns 1998-2000. Standard values for precipitation and temperature are based upon reference normals for the period 1961-1990.*





Figur 2. **Iggesunds region**, skadat område. Medelvärden för nederbörd och temperatur gällande Fränsta väderstation åren 1998-2000. Normalvärdena för nederbörd och temperatur bygger på referensnormalvärden för åren 1961-90.

Figure 2. **Region Iggesund**, Gremmeniella injured area. Mean values for precipitation and temperature for the meteorological station in Fränsta 1998-2000. Standard values for precipitation and temperature are based upon reference normals for the period 1961-1990.



Figur 3. **Örnsköldsviks region**, skadat område. Medelvärden för nederbörd och temperatur gällande Hemlings väderstation åren 1998-2000. Normalvärdena för nederbörd och temperatur bygger på referensnormalvärden för åren 1961-90.

Figure 3. **Region Örnsköldsvik**, Gremmeniella injured area. Mean values for precipitation and temperature for the meteorological station in Hemlings 1998-2000. Standard values for precipitation and temperature are based upon reference normals for the period 1961-1990.

### 3.4. Analys

För att förklara och analysera vilken inverkan variablerna i materialet har på huruvida bestånden är skadade eller inte, har logistisk regressionsanalys utförts i SPSS. I den logistiska regressionen är responsvariabeln binär, det vill säga av typ 0-1, och modellen anger en form för hur sannolikheten för förekomst (1) beror av variablerna. Signifikansnivån sattes till 95 % det vill säga  $p = 0,05$ . Responsvariabeln sattes till 0 för referensbestånden och 1 för de skadade bestånden. Vid analysen har variablerna i variabellistan använts (Tabell 1) för de bestånd som räknas som tallboniteter. Utöver dessa variabler har variabeln granmarker enligt Riksskogs-taxeringen ingått i regressionsanalysen. Sannolikheten ( $p$ ) för förekomst av *Gremmeniella* har beräknats utefter formeln;

$$p(Grem) = 1/1 + \exp^{(-y)}$$

MiniTab användes för att utföra enklare statistiska beräkningar av medelvärden och standardavvikelser. Hesselmanns kartmaterial har digitaliserats och införts i ArcView där granområden lagts in tillsammans med de skadade områdena. Bearbetningarna och beräkningarna har sedan utförts. Hesselmanns granmarker har inte använts vid regressionsanalysen på grund av att materialet för referensbestånden är bristfälligt.

## 4. Resultat

### 4.1. *Gremmeniella*-skadornas fördelning på regioner och distrikt

Allvarliga skador orsakade av *Gremmeniella abietina* har under de senaste åren drabbat de tre regionerna beskrivna i denna uppsats. Regionerna Örnköldsvik och Iggesund har liknande andel skadade bestånd och hektar medan Lycksele region inte drabbats i samma omfattning (Tabell 2). Inom regionerna skiljer sig skadorna i fördelning mellan distrikten. Örnköldsviks region har sammanlagt 2034 hektar skadat. Åsele distrikt står för 46 procent och Bredbyn 34 procent av dessa skador medan Strömsund inte rapporterat några skador alls. Lycksele region står för knappt 1/5 av de tre regionernas sammanlagda skador. Alla distrikten inom regionen har redogjort för skador, Robertsfors distrikt står dock för 90 procent av regionens totala skador. Iggesunds region omfattar sex distrikt, tre av dessa uppvisar skador. Mest skador finns i Delsbo och Bergsjö distrikt med 43 procent respektive 37 procent. Ljusdal står för resterande 20 procent. Sveg, Hudiksvall och Upplands distrikt redogör inte för några skador. Medelåldern för de skadade bestånden uträknades på 120 skadade bestånd inom Örnköldsviks region och var 51 år.

Tabell 2. De skadade beståndens fördelning mellan regionerna (hektar). Hur stor areal som domineras av tall och contortatall till mer än 70 procent och hur stor andel den skadade arealen utgör av denna areal  
*Table 2. Sites injured by Gremmeniella distributed amongst the regions. Area dominated by Pinus sylvestris and Pinus contorta (>70 %) and how large part of the pine dominated area representing the injured area.*

Region	Hektar	Areal tall och contorta dominerat	Andel skadat i procent
Örnköldsvik	2 034	127 046	1,6
Lycksele	891	160 134	0,6
Igesund	2 065	139 785	1,5
Totalt	4 989	426 965	1,2

#### 4.1.1 Omfattning av saneringsåtgärder

Saneringsåtgärder för att begränsa skadorna inom *Gremmeniella*-skadade bestånd består av slutavverkning eller gallring, allt beroende av graden av skada. Gallring står för 54,5 procent av de saneringsåtgärder som utförts inom de tre regionerna. Resterande 45,5 procent åtgärdades med slutavverkning. Iggesund avviker från de andra två regionerna genom att i större utsträckning saneringsgallrat än slutavverkat sina skadade bestånd (Tabell 3).

Tabell 3. Areal (hektar och antal) för saneringsåtgärderna gallring och slutavverkning fördelat mellan regionerna

Table 3. Area (hectare and number of sites) of thinning and clear-cut reducing *Gremmeniella abietina* injured sites.

Region	Saneringsåtgärd		Totalt
	Gallring	Slutavverkning	
Örnsköldsvik	914 (125)	1120 (143)	2034 (268)
Lycksele	458 (66)	433 (66)	891 (132)
Iggesund	1 347 (172)	717 (98)	2 065 (270)
Totalt	2 719 (363)	2 270 (307)	4 989 (670)

## 4.2. Variabelanalys

En logistisk regressionsanalys (enter), med och utan konstant, utfördes. Analysen gjordes enbart på bestånd med tallboniteter (n=1 127). När alla 11 variablerna användes och ingen konstant användes i modellen föll sex variabler som signifikanta, med ett p-värde < 0,05 (Tabell 4a). Denna metod gav högsta förklaringsgrad,  $R^2=0.517$ . Eftersom skadorna förekom fläckvis valdes ”breddgrad” bort vid en körning, vilket i princip gav samma resultat och ett  $R^2$ -värde på 0,509 (Tabell 4b).

Tabell 4. Resultat av logistisk regressionsanalys (enter) med samtliga variabler a) och utan breddgrad b) sorterade efter inflytande. Signifikanta variabler i fet stil. (n=1 127)

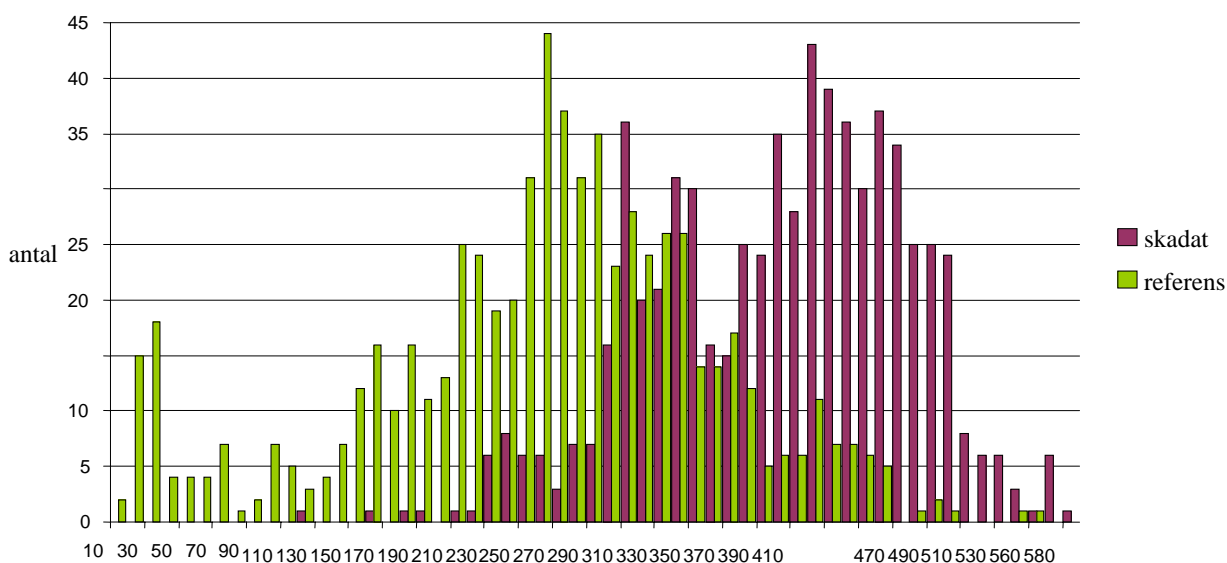
Table 4. Result of logistic regression analyze with all variables (enter) a) and without latitude b), sorted after importance. Significant variables in bold font. (n=1 127).

a)	Koefficient	Medelfel	Wald	p-värde
<b>Höjd över havet</b>	0,016	0,001	161,802	<b>&lt;0,001</b>
<b>Breddgrad</b>	-0,093	0,023	16,552	<b>&lt;0,001</b>
<b>Temperatursumma</b>	-0,005	0,001	13,567	<b>&lt;0,001</b>
<b>Vegetationstyp</b>	-0,136	0,042	10,457	<b>0,001</b>
<b>Ståndortsindex</b>	0,163	0,052	9,840	<b>0,002</b>
<b>Granmark</b>	0,611	0,271	5,063	<b>0,024</b>
Lutning	0,221	0,117	3,560	0,059
Textur	0,318	0,260	1,502	0,220
Markfuktighet	0,357	0,360	0,980	0,322
Åtgärds areal	-0,010	0,014	0,508	0,476
Exposition	-0,017	0,038	0,190	0,663

b)	Koefficient	Medelfel	Wald	p-värde
<b>Höjd över havet</b>	0,017	0,001	154,175	<b>&lt;0,001</b>
<b>Vegetationstyp</b>	-0,136	0,042	10,471	<b>0,001</b>
<b>Ståndortsindex</b>	0,163	0,052	9,824	<b>0,002</b>
<b>Granmark</b>	0,612	0,271	5,084	<b>0,024</b>
<b>Temperatursumma</b>	-0,003	0,001	4,553	<b>0,033</b>
Lutning	0,221	0,117	3,553	0,059
Textur	0,317	0,260	1,489	0,222
Markfuktighet	0,356	0,360	0,974	0,324
Åtgärds areal	-0,010	0,014	0,508	0,476
Exposition	-0,017	0,038	0,189	0,664
Konstant	-7,591	1,870	16,476	0,000

#### 4.2.1. Höjd över havet och breddgrad

Både höjd över havet (Figur 4) och breddgrad föll ut som signifikanta även då temperatursumman togs bort ur modellen. Det bekräftar det inbördes sambandet mellan dessa variabler. Som visas i figur 4 konstaterades de allvarligaste skadorna på hög höjd över havet. I medeltal låg de skadade bestånden på 402 meter över havet medan referensbestånden låg på endast 271 meter (Tabell 5).

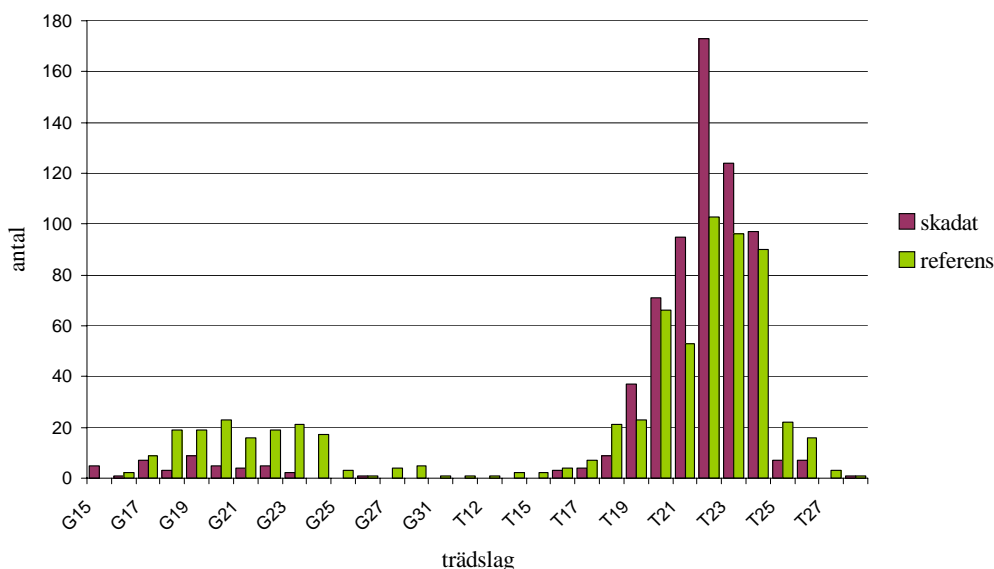


Figur 4. Höjd över havet uppdelat på klasser om 10 meter. Fördelning mellan ej skadade- och skadade bestånd.  
Figure 4. Altitude divided in classes of ten meters. Distributed among reference- and Gremmeniella injured stands.

#### 4.2.2. Ståndortsindex

På tallboniteter hade de skadade bestånden signifikant ( $p < 0,001$ ) lägre ståndortsindex än referensbestånden (Tabell 4a och b). Medelvärden för de skadade bestånden ( $m=21,9$ ) och referensbestånden ( $m=22,0$ ) skiljer sig dock inte nämnvärt (Tabell 1 och 5). Vid ett T-test för tallboniteter ( $n=1\ 127$ ) visar sig inte ståndortsindexet eller vegetationstypen i referensbestånden

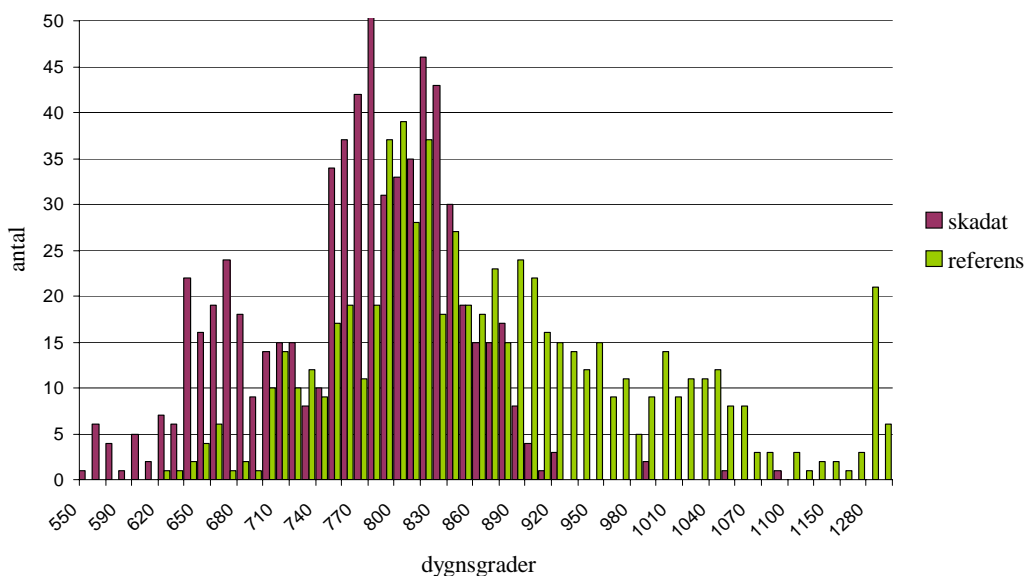
skilja sig från de skadade bestånden. Fördelningen mellan skadade och referens bestånd åskådliggörs i figur 5.



Figur 5. Trädslagen indelade efter ståndortsindex. Fördelning på antal ej skadade- och skadade bestånd.  
 Figure 5. Tree type divided after site index. Distributed among reference- and Gremmeniella injured stands.

#### 4.2.3. Temperatursumma

Temperatursumman föll ut som signifikant i analysen (Tabell 4a och b). Dock är variabelvärdena nära sammanbunden till variablerna höjd över havet och breddgrad och ses därför enbart som en förstärkning av de två tidigare variablerna. Fördelningen mellan referensbeståndens och de skadade beståndens temperatursummor redovisas i figur 6.



Figur 6. Temperatursumma uppdelat i klasser om 10 dyngsgrader fördelat mellan referens och skadade bestånd.  
 Figure 6. Temperature sum divided in classes about 10 degrees. Distributed among reference- and Gremmeniella injured stands.

#### 4.2.4. Vegetationstyp

Vegetationstypen tillhör de variabler som i analysen föll ut som signifikant. Utfallet i denna analys visar på att vegetationstypen blåbär har ett samband med förekomsten av *Gremmeniella* (Tabell 4a och b). Medelvärdena för vegetationstypens täckningsgrader markerar även på störst andel av blåbärstyp i det analyserade materialet.

Tabell 5. Medelvärden för i den logistiska regressionen signifikanta variablerna, för referensbestånd respektive skadade bestånd, endast tallboniteter. (n=1 127)  
Table 5. Mean values of the significant variable of the logistic regression for both reference- and *Gremmeniella*-injured sites, only pine sites. (n=1 127)

Bestånds- eller ståndorts egenskaper	Bestånd	
	Referens	Skadat
Höjd över havet	271	402
Breddgrad	63,3	63,1
Temperatursumma	871	772
Granmark (riksskogstaxeringen)	0,20	0,26
Vegetationstyp	8,18	8,07
Ståndortsindex (meter)	21,98	21,92

#### 4.2.5. Granmarker

Enligt Riksskogstaxeringens definition (se Material och metod) är granmark en mark med sandig-moig morän/grovmo eller finare jordtextur, fältskikt av gräs eller örttyp samt mark som är varken torr eller blöt. Enligt beräkningar av Holmen Skogs data har 27 procent av de skadade bestånden dessa ståndortsegenskaper. Referensbestånden visar 23 procent. Enligt regressionsanalysen faller variabeln ut som signifikant (Tabell 4a och b). Iakttas den avgränsning som Hesselman gjorde utifrån den första Riksskogstaxeringen 1923-29 visade det sig att 84 av de 670 skadade bestånden (12,5 procent) låg inom områden med en granandel på 90-100 procent.

#### 4.2.6. Gallringstidpunktens betydelse på skadebilden

Under åren 1999 och 2000 gallrades inom de tre aktuella regionerna 14 000 hektar, mest under barmarkssäsongen maj till och med oktober med undantag för semestermånaden juli. Av de 2571 bestånd som gallrades blev endast 34 senare drabbade av *Gremmeniella*. Något fler skadade bestånd hade blivit gallrade under år 2000 än under år 1999. Nästan 70 procent av alla gallringar var förstagallringar och i det närmaste 90 procent av de gallrade bestånden som sedan skadades var förstagallringar.

I de bestånd som gallrades under 1999 uppstod *Gremmeniella*-skador endast i de bestånd som gallrades i juni samt september till december (Tabell 6). Procentuellt flest skador uppstod i de gallringar som utfördes under oktober månad. Under juli månad 2000 gallrades 3,4 procent av det årets alla gallringar men hela 22,6 procent av dessa registrerades som skadade under 2001 (Tabell 7).

Tabell 6. Månadsvis fördelning av gallringar utförda 1999 samt andel därav som klassat som skadat av *Gremmeniella* under 2001.

Table 6. Monthly distribution of thinned sites during 1999 and share of which were classified as injured of *Gremmeniella* during 2001

Månad	Gallrat		Varav skadat	
	Areal (ha)	andel i procent	Areal (ha)	andel i procent
Januari	281	4,1	0	0,0
Februari	229	3,4	0	0,0
Mars	162	2,4	0	0,0
April	412	6,0	0	0,0
Maj	769	11,3	0	0,0
Juni	1 087	15,9	10	0,9
Juli	420	6,2	0	0,0
Augusti	1 076	15,8	0	0,0
September	860	12,6	39	4,5
Oktober	699	10,2	52	7,4
November	377	5,5	12	3,2
December	443	6,5	21	4,7
“ej angivet”	10	0,1	0	0,0
Summa	6825	100,0	134	2,0

Tabell 7 Månadsvis fördelning av gallringar utförda 2000 samt andel därav som klassat som skadat av *Gremmeniella* under 2001.

Table 7. Monthly distribution of thinned sites during 2000 and share of which were classified as injured of *Gremmeniella* during 2001

Månad	Gallrat		Varav skadat	
	Areal (ha)	andel i procent	Areal (ha)	andel i procent
Januari	256	3,6	13	5,1
Februari	342	4,8	0	0,0
Mars	347	4,8	10	2,9
April	537	7,5	0	0,0
Maj	879	12,2	39	4,4
Juni	993	13,8	0	0,0
Juli	248	3,4	56	22,6
Augusti	916	12,7	13	1,4
September	813	11,3	13	1,6
Oktober	772	10,7	36	4,7
November	546	7,6	0	0,0
December	494	6,9	0	0,0
“ej angivet”	51	0,7	8	15,7
Summa	7 194	100,0	187	2,6



## 5 Diskussion

### 5.1. Regioner och distrikt

Angreppen av *Gremmeniella abietina* inom regionerna Örnsköldsvik, Lycksele och Iggesund är betydande. Omfattningen av skadorna varierar mycket mellan distrikten då vissa distrikt har avsevärda skador rapporterade medan andra inte påvisar några skador alls. Det är distrikten själva som inventerat och rapporterat skadorna och skillnaderna mellan skadornas fördelning kan bero på att inrapporteringen till beståndsregistret inte är fullständig. Det kan även tänkas att vissa distrikt har tagit mer tid och resurser i anspråk för att hitta även de mindre skadade bestånden och därför förefaller det som att de har mer skador. Som nämndes tidigare använde sig Holmen Skog generellt av de rekommendationer och riktlinjer som Skogsstyrelsen utgett angående bedömningen av skadorna. Men bland annat Örnsköldsviks region hade egenhändigt framställda direktiv (Norgren muntl.). Skogsstyrelsen har i sina rekommendationer bedömt träd med mindre än 15-25 procents grönkrona att ligga i riskzonen för att duka under vid fortsatta angrepp. Enligt Norgren (muntl.) har avverkningsrekommendationerna för Örnsköldsviks region gällt de träd med mindre än 10-15 procents grönkrona.

Flyginventeringen utfördes under augusti månad genom att bestånd som utsökts i beståndsregistren utefter vissa kriterier t ex ålder kontrollerades men även tidigare misstänkta bestånd. De första symptomen av angreppen visar sig först ett år efter det att infektionen skett och syns tidigast vid tiden för skottsträckningen. Då *Gremmeniella* verkar ha ett snabbare förlopp på svensk tall (*P. sylvestris*) än på contortatall (*P. contorta*) talar det för att en fullgod uppskattning av skadorna kan ske relativt tidigt på säsongen. Risken med en flyginventering är att bedömningen av skadorna påverkas av subjektivitet då olika personer utför inventeringarna. Skadegraden är svårare att se från luften och det finns en risk att man bedömer graden av skadorna beroende av individuella referenser. Förutom risken för överskattning eller underskattning av skadorna verkar flyginventeringarna vara en bra inventeringsmetodik då man snabbt och på ett tidigt stadium kan bedöma utbredningen.

#### 5.1.1. Åtgärder

Utbrottet av *Gremmeniella abietina* som uppkommit de senaste åren har haft ett epidemiartat förlopp. Detta har lett till att snabba beslut angående åtgärder varit nödvändiga för att stoppa svampen. Gallring och slutavverkning är de åtgärder som använts för att begränsa skadorna och dessa har använts ungefär likvärdigt av de drabbade regionerna. Enligt Skogsstyrelsen rekommendationer bör gallring användas före slutavverkning för att ”säkra” virket i de skadade bestånden. Att åtgärderna använts i lika stor utsträckning kan var missvisande då en del bestånd

åtgärdats två gånger. Detta på grund av att den första inte visat sig varit tillräcklig. Av alla de skadade bestånden har mer än hälften åtgärdats med gallring men tittar man på de åtgärder som faktiskt utförts är siffran den omvända. Det vill säga fler bestånd är slutavverkade än vad som är gallrade. Anledningen till detta kan vara en felaktig bedömning av skadorna från luften eller att skadorna förvärrats mellan inventeringen och utförande av åtgärden. Av de skadade bestånden var i slutet av år 2002 cirka 60 procent av åtgärden utförda. Av de resterande 40 procenten var fler än hälften ej utförda utan endast planerade eller föreslagna att saneringsgallras. Fortsätter epidemin under följande säsong kan dessa siffror snabbt ändras.

## 5.2. Variabler

Många faktorer påverkar infektionen och utvecklingsförloppet för *Gremmeniella abietina* och dess värd. Även om trädets ursprung passar ståndorten så är det fortfarande en mängd förhållanden som är avgörande t ex klimat och villkor på ståndorten.

### 5.2.1. Höjd över havet och breddgrad

Höjden över havet har visat sig ha stor betydelse för fördelningen av skadorna i denna undersökning. Medelvärde för de skadade bestånden ligger 140 meter över referensbestånden. Det är rimligt att anta att kärva lägen med låga temperatursummor på högre höjder över havet i många fall kan stressa träden som då inte har tillräcklig motståndskraft för att kunna motstå svampens angrepp. Redan på 1960-talet fann forskare att många skadade bestånd av planterad tall (*P. sylvestris*) i Sverige och i Norge var belägna på hög höjd över havet. (Roll-Hansen 1972). Även i de alpina delarna av Europa förekommer omfattande svampskador på höga höjder över havet och då ofta i kombination med långvarigt snötäcke. Dessa skador orsakas dock av en annan variant (Alpin typ) av *Gremmeniella abietina* (Hamelin et al. 1996). Nevalianen (1999) visade emellertid att i Finland hade höjden över havet endast en svag effekt på skadefrekvensen av *Gremmeniella abietina*. Ett flertal andra undersökningar visar dock att träd som växer i svackor på höga höjder är svårt angripna vid en attack av svampen (Aalto-Kallonen och Kurkela 1985). När det kommer till exposition har Uotila (1988), Karlman et al. (1994) och Witzell och Karlman (2000) funnit att nordsluttningar är mer utsatta än andra expositioner. I denna undersökning visade sig inte någon exposition ge signifikant fler skador.

### 5.2.2. Ståndortsindex

Bördigare jordar än de som vanligtvis håller tallskogar bidrar enligt vissa undersökningar till svåra attacker av *Gremmeniella abietina* (Kowalski och Dormanski 1983). Men bevisligen

drabbas även tall som växer på fattigare jordar av svampen, då tallhedar i norra Sverige drabbades under 1950-talet (Kohh 1964). Lähde (1974) anser att om andelen grovmo överstiger 25 procent i jorden försämras tallens (*P. sylvestris*) förutsättningar för en god etablering. Jordar med finare partiklar som granen trivs på kan för tallen innebära syrebrist. Nevalainen (1999) visade att ju näringsrikare mineraljord desto mer skador av *Gremmeniella abietina*. I denna undersökning har dock texturen inte visat sig ha någon signifikant betydelse för skadorna. Däremot föll ståndortsindex ut som signifikant för de skadade bestånden. De skadade bestånden på tallboniteter hade lägre ståndortsindex än referensbestånden, dvs. skadade bestånd var belägna på svagare marker relativt referensbestånden.

### **5.2.3. Temperatursumma**

Eftersom sporspridningen, infektion och symptomutveckling är beroende av klimatförhållanden analyserades dessa. Under de kritiska perioderna för värdräd och svamp var förhållandena exemplariska för svampen och katastrofala för träden. Många forskare har visat på att spridningen av sporer kräver en hög luftfuktighet och lämpligen regn (Skilling 1972). Denna typ av väderlek var typisk för sommaren 2000 då troligen den huvudsakliga sporspridningen skedde. Vädret under åren 1999 och 2000 skilde sig avsevärt ifrån varandra. År 2000 var medelvärdena för nederbörd långt över det normala i alla de tre regionerna. Året innan hade förhållandet varit det omvända för nederbörden med en torr sommar och en relativt normal medeltemperatur. Vidare är påföljande vinter av stor vikt för hur svampen har möjlighet att kolonisera sin värd. Marosy et al. (1989) visar att temperaturen bör hålla sig mellan +5 till -6 grader under 44 dagar för att infektionen skall utvecklas. Vintern 1999 och 2000 låg medeltemperaturen under långa perioder inom detta intervall. Medeltemperaturer för de sista månaderna år 2000 visar på att det var varmare än normalt under perioden och att medeltemperaturen i december månad låg över - 6 grader då det normalt brukar vara under.

Temperatursumman ger en beskrivning av hur varm vegetationsperioden är och har inget med hur den verkliga väderleken under säsongen att göra. I genomsnitt avtar temperatursumman med 58 dygnsgrader för varje breddgrads nordförflyttning och 90 dygnsgrader för varje 100 meters höjning över havsnivån. I den logistiska regressionen visade analysen att temperatursumma var signifikant för *Gremmeniella*-skadorna. Detta stämmer med tidigare undersökningar. Karlman et al. (1994) fann i sin forskning om skadade contorta bestånd att förekomsten av svampen ökade med en avtagande temperatursumma. Låga temperaturer under ett år kan även leda till att förhållandet för träden förändras drastiskt. Den kalla sommaren 1987 antogs ha "förflyttat" bestånden till förhållanden som gäller på 150-250 meter högre höjd över

havet än det rådande. Även Venier et al. (1998) fann att *Gremmeniella abietina* är starkt beroende av klimatet för att kunna utveckla epidemier.

#### **5.2.4. Vegetationstyp**

Vegetation föll i denna undersökning ut som signifikant för *Gremmeniella* i analysen. Även Nevalainen och Uotila (1984) fann samband mellan vegetations typ och *Gremmeniella*. Då tall (*P. sylvestris*) som växer på marker av blåbärstyp (*Myrtillus*) i större omfattning var drabbad av *Gremmeniella abietina* än tall som växte på marker av lingontyp (*Vaccinium*).

#### **5.2.5. Granmarker**

Om man som Malmström (1949) likställer näringsrika och finjordsrika marker som granmark stämmer resonemanget som Karlman et al. (1994) förde under den förra epidemin på contortatall i norra Sverige. Det vill säga att *Gremmeniella abietina* är mer förekommande på denna typ av mark. I den regressionsanalys som utfördes i denna undersökning faller Riksskogstaxeringens definition av granmark ut som signifikant i ett antal olika analyser. Detta indikerar att det finns ett samband mellan förekomst av *Gremmeniella abietina* och marker lämpade för gran. Tidigare forskning angående Hesselmanns kartmaterial över granmarker visade att skadorna var belägna på marker som tidigare höll gran. Endast 84 av de 670 skadade bestånden i denna undersökning låg inom det som Hesselmann betecknade som granmark med 90-100 procent täckning av gran. En anledning till detta kan vara att de skadade bestånden inom Holmen Skog ligger relativt kustnära och inom de delar där kartmaterialet kan ifrågasättas i fråga om påverkan av skogsåtgärder. Hesselmann menade på att fram till de år som inventeringen för kartmaterialet utfördes var påverkan från skogsådd och planteringar minimal för Dalarna och Norrland och den ursprungliga skogsbilden kunde ses som genuin. Det är emellertid väl känt att huggningar och andra kulturella påverkningar i dessa områden varit omfattande under en lång period före 1923. Denna påverkan har gynnat förekomsten av tall och resulterat i en större utbredning av trädslaget än det ursprungliga. Eventuellt skulle resultaten se annorlunda ut vid användning av en bredare täckningsgrad än 90-100 procent.

#### **5.2.6. Gallrade bestånd**

Av de gallringar som utfördes under 1999 och 2000 blev endast ett fåtal (34 bestånd) senare skadade av *Gremmeniella abietina*. Denna andel är för liten för att hypotesen om gallringens påverkan på spridningen av svampen kan anses bekräftad. Nämnas bör dock att de gallringar som utfördes under juli månad år 2000 blev hela 22,6 procent av bestånden senare skadade (Tabell 8). Nederbörds mängderna för de tre regionerna var då långt över det normala (Figur 1,

2 och 3). Detta kan jämföras med juli månads gallringar år 1999 som inte påvisar några skador alls. Enligt de resultat som framkommit i denna undersökning förefaller ingrepp i bestånden under sporspridningsåren inte påverka infektionen i det kvarvarande beståndet.

Tätt stående relativt klena träd är karaktäristiskt för icke gallrade bestånd. Som nämnts tidigare löper klena träd större risk för att angripas av *Gremmeniella abietina* än grova och dominerande träd. Nevalainen (1999) visade att de mikroklimatiska förhållanden och det korta avståndet mellan potentiella värdar gynnar spridandet av infektionen. I de områden som upprepade gånger drabbats av svampen kan riskerna för nya angrepp därför reduceras med regelbundna och upprepade gallringar (Gremmen 1972). Att de bestånd som gallrades under 1999 inte drabbats av *Gremmeniella abietina* i någon nämnbar utsträckning kan bero på just att de gallrats. De friställda träden fick bättre förutsättningarna genom t ex minskad konkurrens för att motstå den massiva spridningen av sporer påföljande år. Vidare har forskning visat att skadade beståndets förmåga att återhämta sig ökar med en ökad beståndstäthet (Kallio et al. 1985). Att lämna en stor mängd död/döende ved kvar i skogen, med risk för sekundära insektsangrepp, kan i en praktisk mening dock leda till svårigheter i relation till skogsvårdslagen § 29 (Anon 2001).

### 5.3. Slutsats

En mängd förhållanden påverkar utvecklingen av *Gremmeniella abietina* mot en eventuell epidemi. Av de variabler som ingick i denna undersökning utföll sex stycken som signifikant betydande för sannolikheten av skada. En av dem är höjd över havet vilket visade på att de mesta skadorna var lokaliserade på högre höjder än vad referensbestånden var. Även temperatursumma visade sig vara en variabel av betydelse för skador av *Gremmeniella abietina*, då skadorna ökade med avtagande temperatursumma. Markförhållande så som vegetationstyp och huruvida marken är mer lämpad för annat trädslag, så kallade granmarker påvisades även i resultaten. Dock bör tilläggas att resultaten för ståndortsindex, vilket är ett sätt att klassificera växtplatsers potentiella produktionsförmåga inte kunde påvisa något sådant samband. Analysen visade på att de skadade bestånden låg på marker med lägre ståndortsindex, det vill säga på marker med lägre produktionsförmåga än vad referensbestånden gjorde.

I områden med stor andel skadade bestånd bör bestånds- och ståndortsfaktorer beaktas för att i framtiden minska förutsättningar för epidemier av *Gremmeniella abietina*. Detta då skador av svampen tenderar att drabba samma bestånd upprepade gånger.

Huruvida gallringar av drabbade bestånd förvärrar angreppen har inte kunnat påvisas i denna undersökning. Dock kan det inte uteslutas att tillståndet i beståndet kan försämrans om man till exempel gallrar vid gynnsamma förhållanden för sporspridning.

För att i god tid kunna uppmärksamma och åtgärda *Gremmeniella abietina*-skadade områden är det viktigt med ett väl planerat tillvägagångssätt för inventering. Svampen har en benägenhet att upprepande gånger drabba samma bestånd. Genom dessa bestånd kan man få ett underlag för kontroll av likvärdiga bestånd som vid en epidemi eventuellt kan vara i riskzonen för angrepp. Inventeringar av områden eller bestånd som ligger i riskzonen bör ske i början av säsongen dock tidigast under skottsträckningen. Förslagsvis sker inventeringen från luften då detta är mindre resurs- och tidskrävande än markinventeringar. Nackdelen med flyginventeringar är att den lätt blir subjektiv och inventerarens skattning av skadegraden kalibreras efter hur skadorna inom området ser ut. Om inventeringen till exempel sker i ett område med svåra skador med hög skadegrad är risken att bestånd med mindre omfattande skador bedöms lättare än vad det skulle ha gjorts om det varit beläget i ett område med färre skador och lägre skadegrad. Detta kan vara en av förklaringarna till varför vissa delar av regionerna inte har några inrapporterade skador.

För att få bukt med subjektiviteten vid flyginventering av *Gremmeniella*-skador kan man vid utsökningen av riskobjekt till exempel använda sig av satellitbilder. Från dessa bilder bedöms inom varje region skadegraden för några bestånd och dessa används sedan som kalibreringsobjekt vid flyginventeringen. Eventuellt kan all inventering ske av samma person. Nackdelen med detta är att man går miste om lokalkännedomen inom regionen.

Viktigt är att riskerna för nya angrepp av svampen uppmärksammas vid anläggandet av bestånd på höga höjder samt på områden som tidigare drabbats av skador. Dessa områden kan i framtiden vara potentiella härdar för epidemier. Denna uppsats visar på en risk med att anlägga tall på för goda marker där gran skulle vara ett bättre alternativ.

## Litteraturförteckning

- Aalto-Kallonen, T., Kurkela, T. 1985. *Gremmeniella* disease and site factors affecting the condition and growth of Scots pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*. 126.
- Aitiken, E. A. B. 1993. Susceptibility of four species to *Gremmeniella abietina*. *European Journal of Forest Pathology*. 23, 153-162.
- Anon, 1990. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. Norrköping.
- Anon, 2001. Skogsvårdslagen. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Anon, 2002. "Rätt" proveniens skadas mindre av *Gremmeniella* – och det går att förädla för ökad motståndskraft. Resultat nr. 5. Skogforsk.
- Anon, 2003. *Gremmeniella abietina*: uppträdande i Sverige 2002. Resultat från Riksskogstaxeringen och skogsskadeinventeringen. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, Umeå.
- Barklund, P. 1990. *Gremmeniella abietina* in Sweden: Historical background and symptomatology of the disease. *Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja*. 360, 55-58.
- Björkman, E. 1972. Die Prüfung forstlicher Baumarten auf Resistenz gegen parasitäre Pilze. *European Journal of Forest Pathology*. 2, 229-237.
- Dietrichsson, J., Solheim, H. 1987. Differences between provenances of *Pinus contorta* var. *latifolia* in resistance to attack by *Gremmeniella abietina*. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2, 273-279.
- Dorworth, C. E. 1972. Epidemiology of *Scleroderris lagerbergii* in central Ontario. *Canadian Journal of Botany*. 50, 751-765.
- Dorworth, C. E., Krywienczyk, J. 1975. Comparisons among isolates of *Gremmeniella abietina* by means of growth rate, conidia measurements and immunogenic reaction. *Canadian Journal of Botany*. 53, 2506-2525.
- Donaubauer, E. 1972. Environmental factors influencing outbreak of *Scleroderris lagerbergii* Gremmen. *European Journal of Forest Pathology*. 2, 21-25.
- Eidman, H.H., Klingström, A. 1990. Skadegörare i skogen: klimat och föreningar, svampar, insekter, ryggradsdjur. Stockholm. LT.
- Geiger, R., Aron, R., Todhunter, P. 1995. The climate near the ground. Cambridge Mass. Harvard University Press. Femte upplagan.
- Gremmen, J. 1972. *Scleroderris lagerbergii* Gr. the pathogen and disease symptoms. *European Journal of Forest Pathology*. 2, 1-5.
- Hamelin, R.C., Lecours, N., Hansson, P., Hellgren, M., Laflamme, G. 1996. Genetic differentiation within the European race of *Gremmeniella abietina*. *Mycological Research*. 100;1, 49-56.
- Hansson, P. 1998. Susceptibility of different provenances of *Pinus sylvestris*, *Pinus contorta* and *Picea abies* to *Gremmeniella abietina*. *European Journal of Forest Pathology*. 28, 21-32.
- 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. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 12, 340-350.
- Hellgren, M., Barklund P. 1992. Studies of the life cycle of *Gremmeniella abietina* on Scots pine in southern Sweden. *European Journal of Forest Pathology*. 22:5, 300-311.
- Hellgren, M., Högberg, N. 1995. Ecotypic variation of *Gremmeniella abietina* in northern Europe: disease patterns reflected by DNA variation. *Canadian Journal of Botany*. 73:10, 1531-1539.
- Hesselman, H. 1935. Barrskogens arealfördelning på tall-, gran- och barrblandbestånd i Norrland och Dalarna.: beskrivning till karta upprättad på grundval av

- riksskogstaxeringens beståndsbeskrivningar. Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt. Stockholm. 28:8, 731-747.
- Jalkanen, R., Kaitera, J. 1993. *Gremmeniella abietina* in eastern Lapland near Soviet industrial centers. Shoot diseases of conifers. Proceedings of an international symposium Garpenberg, Sweden, June 1991. Meeting of the IUFRO Working Party S2.06.02 Canker and shoot blight of conifers. 69-73.
- Kaitera, J., Hantula, J., Jalkanen, R. 1997. Development of fruiting bodies of large tree type of *Gremmeniella abietina* var. *abietina* and timing of infection of Scots pine in northern Finland. European Journal of Forest Pathology. 27:2, 115-124.
- Kallio, T., Häkkinen, R., Heinonen, J. 1985. An outbreak of *Gremmeniella abietina* in central Finland. European Journal of Forest Pathology. 15, 216-223.
- Karlman, M. 1986. Damage to *Pinus contorta* in northern Sweden with special emphasis on pathogens. Studia Forestalia Suecica. 176, 1-43.
- Karlman, M. 1987. Ett inlägg i *Pinus contorta* debatten – 10 år senare. Sveriges skogsvårdsförbunds Tidskrift. 5/6: 9-15.
- Karlman, M. 1995. Contortan värre drabbad än man trott. Skogseko. 2, 26.
- Karlman, M., Witzell, J., Hansson, P. 1994. *Scleroderris* canker on lodgepole pine introduced in northern Sweden. Canadian Journal of Forest Research. 24, 1948-1959.
- Karsten, P. A. 1884. Fragmenta mycologica XIV-XVI. Hedwigia. 23, 57-63.
- Kohh, E. 1964. Om tallens gren- och granens toptorka och dess bekämpning. Skogen. 195, 200-203.
- Kowalski, T., Dormanski, S. 1983. Causes and occurrence of shoot tip dieback of *Pinus nigra*, *P. sylvestris* and *P. strobus* in forest stands in southern Poland in 1979-80. Acta Agraria et Silvicultura, Silvestris. 22, 19-34.
- Kurkela, T. 1981. Canker and die back of Scots pine at precommercial stage caused by *Gremmeniella abietina*. Folia Forestalia. 485.
- Kurkela, T. 1984. Factors affecting the development of disease epidemics by *Gremmeniella abietina*. In: *Scleroderris* canker of conifers. The Hague, Netherlands. 148-152.
- Laflamme, G. 1993. Symptoms of *Gremmeniella* spp. on pine, spruce, fir and larch. Shoot diseases of conifers. Proceedings of an international symposium Garpenberg, Sweden, June 1991. Meeting of the IUFRO Working Party S2.06.02 Canker and shoot blight of conifers. 25-29.
- Laflamme, G., Archambault, L. 1990. Evaluation of microclimate factors affection ascospore release of *Gremmeniella abietina* var. *balsamea*. Canadian Journal of Plant Pathology. 12:2, 190-194.
- Lagerberg, T. 1912. Studier öfver den norrländska tallens sjukdomar, särskildt med hänsyn till dess föryngring. Meddelande från statens skogsforsknings institut. 4(9), 135-170.
- Lagerberg, T. 1945. Skoglig mykologi. Skogshögskolans kompendiekommitté. Stockholm.
- Lundmark, J-E. 1986. Skogsmarkens ekologi; ståndortsanpassat skogsbruk. Del 1, 169.
- Lähde, E. 1974. The effect of grain size distribution on the condition of natural and artificial sampling stands of Scots pine. Helsinki. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 84(3).
- Malmström, C. 1949. Studier över skogstyper och trädslagsfördelning inom Västerbottens län. Meddelande från statens skogsforsknings institut. 37.
- Marosy, M., Patton, R.F., Upper, C.D. 1989. A conducive day concept to explain the effect of low temperature on the development of *Scleroderris* shoot blight. Phytopathology. 79(11), 1293-1301.
- Nevalainen, S. 1999. *Gremmeniella abietina* in Finnish *Pinus sylvestris* stands in 1986-1992: a study based on the National forest inventory. Scandinavian Journal of Forest Research 1999. 14(2), 111-120.



- Nevalainen, S., Uotila, A. 1984. The susceptibility of Scots pine to *Gremmeniella abietina*. Växtskyddsnotiser, 48: 76-80.
- Niemelä, P., Lindgren, M., Uotila, A. 1992. The effect of stand density on the susceptibility of *Pinus sylvestris* to *Gremmeniella abietina*. Scandinavian Journal of Forest Research. 7, 129-133.
- Patton, R.F., Spear, R.N., Blenis, P.V. 1984. The mode of infection and early stages to *Gremmeniella abietina*. European Journal of Forest Pathology. 14, 193-202.
- Persson, M. 2003. Ekonomiska förluster efter angrepp av *Gremmeniella*. Examensarbete i ämnet skogsskötsel 2003-8. Institutionen för Skogsskötsel, SLU - Umeå.
- Roll-Hansen, F. 1964. *Scleroderris lagerbergii* Gremmen (*Crumenula abietina* Lagerb.) and girdling of *Pinus sylvestris* L. Meddelelser fra Det Norske Skogforsoksvesen. 68, 159-175.
- Roll-Hansen, F. 1972. *Scleroderris lagerbergii*: Resistance and differences in attack between pine species and provenances. European Journal of Forest Pathology. 2, 26-39.
- Siepmann von, R. 1972. Zur Fruchkörperbildung und zum infektionsverlauf bei *Scleroderris lagerbergii*- Befall an Schwarzkiefer (*Pinus nigra* arnold). Forstwiss. Cbl. 91. 153-160.
- Skilling, D.D. 1969. Spore dispersal by *Scleroderris lagerbergii* under nursery and plantation conditions. Plant Disease Reporter. 53, 291-295.
- Skilling, D.D. 1972. Epidemiology of *Scleroderris lagerbergii*. European Journal of Forest Pathology. 2, 16-21.
- Skilling, D.D. 1993. The life cycle of *Gremmeniella abietina* in different countries – an overview. Shoot diseases of conifers. Proceeding of an international symposium Garpenberg, Sweden 10-15 June 1991. IUFRO Working Party S2.06.02. Canker and shoot blight of conifers. 7-18.
- Stephan, B. R. 1990. The current *Scleroderris* situation in Europe. Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja. 360, 49-54.
- Uotila, A. 1983. Physiological and morphological variation among Finnish *Gremmeniella abietina* isolates. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 119.
- Uotila, A. 1985. Spread of *Ascochyta* (*Gremmeniella*) *abietina* to healthy pines in the vicinity of diseased trees. Silva Fenica. 19, 17-20.
- Uotila, A. 1988. The effect of climatic factors on the occurrence of *Scleroderris* canker. Folia Forestalia. 721.
- Venier, L.A., Hopkin, A.A., McKenney, D.W., Wang, Y. 1998. A spatial, climate-determined risk rating for *Scleroderris* disease of pines in Ontario. Canadian Journal of Forest Research. 28 (9), 1398-1404.
- Wikström, M. 2002. Några skogsskötsel aspekter på *Gremmeniella*-epidemin 2001. Examensarbete i ämnet skogsskötsel 2002-5. Inst f Skogsskötsel, SLU-Umeå.
- Witzell, J. 2001. Formation and growth of stem cankers caused by *Gremmeniella abietina* on young *Pinus contorta*. Forest Pathology. 31, 115-127.
- Witzell, J., Karlman, M. 2000. Importance of site type and tree species on disease incidence of *Gremmeniella abietina* in areas with harsh climate in northern Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research. 15:2, 202-209.
- Wulff, S. Hansson, P., Witzell, J. (submitted). Sampling epidemic outbreak in a National Forest Inventory - Experiences from the *Gremmeniella* epidemic in Sweden, 2001 – 2003.
- Yokota, S., Uozumi, T., Matsuzaki, S. 1974. *Scleroderris* canker of Todo-fir in Hokkaido, Northern Japan. I. Present status of damage, and features of infected plantations. European Journal of Forest Pathology. 4, 65-74.

### Personliga kommentarer

- Samuelsson, H. 2003. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Norgren, O. 2003. Holmen Skog AB. Örnsköldsvik

DISTRIBUTION:  
Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för skogsskötsel  
901 83 UMEÅ

Tel: 090-786 83 62  
Fax: 090- 786 84 14