

**Vind- och snöskador på beståndsnivå hos
contortatall jämfört inhemska trädslag**
- Contortans framtida produktion

*Windthrow and snow damage at stand level in lodgepole
pine compared to domestic species in northern Sweden*
- *Future production of lodgepole pine*



Foto: Patrik Ulvdal

Tobias Österberg & Måns Näsman



Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Tobias Österberg & Måns Näsman
Titel, Sv	Vind- och snöskador på beståndsnivå hos contortatall jämfört inhemska trädslag – Contortans framtida produktion
Titel, Eng	<i>Windthrow and snow damage at stand level in lodgepole pine compared to domestic species – Future production of lodgepole pine</i>
Nyckelord/ Keywords	<i>beståndsskada, risk, contorta, inhemska trädslag, exoter/ stand damage, risk, lodgepole pine, domestic species, exotic species</i>
Handledare/Supervisor	<i>Erik Valinger</i> <i>Institutionen för skogens ekologi och skötsel</i>
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2015

Förord

Vi vill tacka vår handledare Erik Valinger vid institutionen för skoglig ekologi och skötsel för värdefullt stöd under arbetets gång, samt Jonas Fridman vid institutionen för skoglig resurshushållning för hjälp med framtagande av dataunderlag samt medföreläsningar.

Umeå 17 april 2015

Måns Näsman & Tobias Österberg

Pärmbild

Foto Patrik Ulvdal

Contorta på Mustila gård i sydöstra Finland

Sammanfattning

Skador relaterade till vind och snö orsakar årligen kostnader för det svenska skogsbruket på ca 500 miljoner SEK. Destruktiva vindar uppträder slumpmässigt och är svåra att förutspå medan risken för snöskador är lättare att prognosticera utifrån ståndorten. Risken att drabbas av dessa skador kan delas in på ståndortens risk och trädslagets risk och går i viss mån att undvika och förebygga genom rätt skogsskötsel och trädslagsval. Introduktionen av contortatall i Sverige har medfört att vi idag har ett nytt trädslag som börjat nå höjder där risken för dessa skador ökar. Då merparten av forskningen gällande vind- och snöskador i Skandinavien gäller för gran och tall har vi valt att närmare undersöka dessa skadors utbredning hos contortatallen och jämföra med våra inhemska trädslag. Som dataunderlag har material från Riksskogstaxeringens inventeringar i Jämtland, Västerbotten och Västernorrland under perioden 2004-2013 använts, då detta område utgör tyngdpunkten av contortaetableringen i norra Sverige.

Arealskattningar av andel med beståndsskada orsakad av vind/snö har gjorts för olika beståndstyper, även gallringseffekter på frekvens av beståndsskada har undersökts. Inga säkra resultat för gallrad contorta kunde dock presenteras då dataunderlaget för dessa var för litet.

Övriga resultat visade på en mer än dubbelt så hög skadeandel hos contortabestånden jämfört bestånd av inhemska trädslag. Detta stärker resultat från tidigare prognoser och forskning och leder till funderingar kring om contortans utlovade merproduktion verkligen uppnåtts. De produktionsmodeller som finns för skandinaviska förhållanden är bristfälligt underbyggda, saknar sammanhängande data för hela omloppstider samt förbiser ”katastrofala händelser” i dataunderlaget, och bör därför följas upp och eventuellt revideras.

Nyckelord: *beståndsskada, risk, contorta, inhemska trädslag, exoter.*

Summary

Damage related to wind and snow causes the Swedish forest sector costs of 500 million SEK annually. Destructive winds appear randomly and are hard to predict while the risk of snow damage is easier to foresee from site characteristics. The risk for this damage can be divided into site risk and tree species risk and can be decreased to some degree through adapted management and choice of species. The introduction of lodgepole pine in Sweden has led to a scenario where a new species is reaching stand heights where the risk of this damage increases. As most of previous research regarding this kind of damage in Scandinavia accounts for Scots pine and Norway spruce we have chosen to examine this damage in lodgepole pine closer and compare it with domestic species. The dataset consists of material from the Swedish National Forest Inventory collected between 2004 and 2013 in the counties of Jämtland, Västernorrland and Västerbotten. This area was chosen because it is the epicentre of the lodgepole pine introduction.

Estimates of the aerial proportion of damaged stands caused by wind and snow has been done for different stand types. The effects of thinning on damage frequency has also been studied, although for lodgepole pine no presentable results for thinning effects could be produced due to the small sample size.

The main results showed a more than doubled proportion of damaged stands for lodgepole pine compared to domestic species. This supports results from previous research and leads to speculation whether lodgepole pine can really live up to the promise of a great production increase. The production models available for Scandinavian conditions are based on insufficient data, lacks consistent material from a full rotation period and exclude “catastrophic events” from the dataset, and should therefore be followed up and possibly revised.

Key words: *stand damage, risk, lodgepole pine, exotic species, domestic species.*

INLEDNING

Skador orsakade av vind och snö

Vind och snö är två av de viktigaste skadefaktorerna i svenskt skogsbruk. I genomsnitt skadas ca fyra miljoner m³sk årligen i Sverige, med en uppskattad kostnad på ca 500 miljoner SEK per år (Fridman & Valinger 1998). Dessa skador leder ofta till olönsamma, icke planerade skötselåtgärder. Dessutom finns det risk för sekundära skador i form av insekts- och svampangrepp (Schroeder & Eidmann 1993). Även om skadade träd omhändertas i viss mån så innebär skadorna ofrånkomligen framtida tillväxtförluster. Skador orsakade av vind och snö är till viss del deterministiska men i huvudsak stokastiska händelser. Destruktiva vindar uppträder mer slumpmässigt och är omöjligt att helt förutspå eller undgå, medan det är betydligt enklare att sja om risken för snöskador på en given ståndort. Skadorna uppkommer som en följd av vind och snö i kombination å ena sidan, och trädens känslighet å andra sidan. För att skador ska kunna undvikas så måste dessa båda sidor balanseras på ett för träden acceptabelt sätt (Valinger & Fridman 1995). Forskningen visar att rätt skogsskötsel kan motverka skadorna (Laiho 1987; Hirvela & Hynynen 1990; Valinger & Fridman 1995; Valinger & Petterson 1996). Majoriteten av hittills utförd forskning berör tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*), men eftersom det är samma skadefaktorer och principiella förlopp så torde sambanden gälla även *Pinus contorta latifolia*, om än i annan omfattning. Detta eftersom artspecifika skillnader i trädstorlek, stamform, biomassafördelning, gren- och kronstruktur, gren- och stamelasticitet samt rotsystemets struktur medför skillnader i stabilitet och motståndskraft mot vind och snöskador mellan trädslag (Rosvall 1994). Förutom ståndortens utsatthet så har trädets stamform framträtt som en god prediktor på dess risk för klimatskador. Trots att klimatskador mest inträffar under tiden träden befinner sig i vila så har träd förmågan att minnas hur vintern tedde sig och svara med ökad tillväxt i den mest påverkade delen av stammen när de börjar växa på våren därpå (Valinger et al. 1995).

Skogsskötsel påverkar som bekant trädets stamform och på så vis hänger skötseln ihop med risk för snö-och vindskador. Skogsskötseln bör inriktas mot att undvika de skötselmetoder som är kända för att vara riskfyllda under de förhållanden som normalt råder på varje given ståndort. Det är känt att gallring gör bestånd mer utsatta för skador under några år efter ingreppet och bestånd som gallrats i kombination med kvävegödsling har visat sig särskilt känsliga (Valinger & Lundqvist 1992). Därav följer att det är klokt att undvika kalavverkning tätt intill nygjorda gallringar, utan vänta några år tills det gallrade beståndet hunnit anpassas till den nya situationen. Avverkning av känsliga, utsatta områden först, t.ex. höjdlägen, och spara vindhårdiga bryn kan vara ett vinnande koncept (Quine 1995). Exempel på motsatsen är att ta upp stora kalytor på höjdlägen eller markbereda tvärs förhärskande vindriktning. En övergripande avverkningsplanering där beståndsdynamiken analyseras är alltså att rekommendera. En sådan planering bör ha ett landskapsperspektiv för att identifiera riskområden, varför den i vissa fall kan behöva göras över fastighetsgränser. Även trädslagsvalet är av största vikt. Användandet av exotiska trädslag som inte är evolutionärt anpassade för svenska förhållanden bör göras med iakttagande av de risker som det medför. Contortans känslighet för vind och snöskador gör att den inte bör användas på marker där risken för dessa skador är stor (Elfving & Norgren 1995).

Med ovan nämnda aspekter som bakgrund valde vi att undersöka skador i contortabestånd i de tre norrländska länen Jämtland, Västernorrland och Västerbotten. Studieområdet valdes av främst två huvudskäl. Dels är det i dessa län som majoriteten av contortaskogarna finns och

dels så har det under den undersökta tidsperioden inträffat ett antal kraftiga stormar som antogs ha satt sina spår i det inventerade datat.

Något om ContortatalLEN

ContortatalLEN finns i tre underarter och har sitt naturliga utbredningsområde i nordvästra USA och Kanada. Den återfinns mellan 30:e och 64:e breddgraden och växer från havsnivån ända upp till 3900 meters höjd (Wheeler & Critchfield 1985). Underarten *latifolia* heter på engelska "lodgepole pine" p.g.a. att ursprungsbefolkningen använde den som tältstänger. *Latifolia* växer i artens norra del av utbredningsområdet, där den är anpassad till ett kontinentalt klimat med torr och lätt snö. Hädanefter refereras i texten till underarten *latifolia* som contorta och vår inhemska *Pinus sylvestris* som tall.

Contortan infördes till Sverige

Bakgrunden till införandet av exotiska trädslag till Sverige var det överutnyttjande av landets skogar som skedde under tidigt 1900 tal. Den knappa eller uteblivna återväxten i svenska skogar ledde till att man kring mitten av århundradet började befara en kommande virkesbrist vid århundradets slut, den s.k. virkessvackan. Detta ville man undgå genom introduktion av snabbväxande arter. Trädslags- och proveniensförsök anlades under 1950 och 1960-talet med ett flertal olika barrträdslag. *Pinus contorta latifolia* visade sig vara den som bäst lämpade sig för svenska skogsbruksförhållanden. Plantering i stor skala inleddes kring 1970 och kulmen nåddes 1984, när ca. 40 000 ha planterades. Sedan dess har planteringsintensiteten kraftigt minskat, den lägsta sentida noteringen är från 2002 då endast 1700 ha planterades i hela landet (SLU info 2011).

Studier av contortatalLEN i Sverige visar en produktion som är 36 % högre än för tall (Elfving & Norgren 1992). Dock förefaller denna produktionsjämförelse vara baserad på relativt korta tidsintervall, litet datamaterial, felaktiga provenienser samt vissa andra oklarheter. Detta gör att jämförelser över en hel omloppstid kan vara bristfälliga. Studier pekar även på en högre andel skador på contortan relaterade till instabilitet jämfört med tall (Rosvall, 1994). Då contortatalLEN fördelar mer av biomassan till grenar än tall blir den mer utsatt för vind och snö (Elfving et al. 2001) och detta visar sig genom att klimatrelaterade stambrott är betydligt vanligare i bestånd av contorta jämfört med tall, 29 % respektive 18 %, (Skogsdata, 2010). I samband med den omfattande skadenivån relaterat till vind och snö för contortan i svensk skog var det intressant att titta närmare på denna art vad gäller dessa skadeorsaker.

Contorta i nuläget

Idag finns det totalt drygt 475 000 ha produktiv skog där contorta utgör minst 65 % av grundytan, varav drygt hälften klassificeras som gallringsskog enligt Riksskogstaxeringens definitioner. Därtill finns ca 200 000 ha blandbestånd där contorta utgör 5-65 % av grundytan (Skogsdata 2010). Detta innebär att stora arealer av det introducerade trädslaget har gallrats, eller ska komma att gallras för första gången i Sverige. Då gallring och andra skötselgrepp visats ha samband med vind- och snöskador för tall och gran (Persson 1972), var det också motiverat att undersöka effekterna av gallring på dessa skador hos contortan.

Contortans för och nackdelar

Att contortan är överlägsen tallen i tillväxt är klarlagt i många studier. Plantering av contortatall kan i princip liknas vid en bonitetshöjning, som är störst på svagare marker och mindre på bättre marker. Jämför man contorta mot tall under bark är merproduktionen så stor som 30-60 % (Remröd 1976). Det beror delvis på att tall har mycket tjockare bark. Produktionen, hög överlevnad i skogsodling och hög motståndskraft mot vissa skadegörare är de främsta bärande argumenten för användning av contorta i Skandinavien. Det är stora skillnader i abiotiska förhållanden mellan ursprungsort och Sverige. Yukonområdet, Alberta och British Columbia, varifrån man hämtat frö till odling i Sverige, har ett kallare och torrare klimat än motsvarande breddgrad i Sverige. Contortan är därmed anpassad för torr och lätt snö medan vår inhemska tall har 12 000 år av anpassning i bagaget för att bättre tåla den tidvis blöta, tunga snö som faller i Sverige. Jämfört med tall har contorta lägre andel stam och grova förankrande rötter i förhållande till den totala biomassan. Contortan satsar alltså mer på tillväxt genom att breda ut kronan, men detta sker på bekostnad av stabiliteten (Elfving & Norgren 1995).

Under inledningen av planteringsboomen i Sverige hade man problem med instabilitet orsakad av rotdeformationer, och till viss del olämpliga ståndortsval. Contortan bör inte planteras på finjordsrik och/eller alltför bördig mark. På finkorniga jordar får den ett mycket koncentrerat rotsystem med liten utbredning medan det blir glesare och djupare på grövre jordarter (Eis 1970). Bördiga ståndorter oavsett jordart ger så höga, vindkänsliga träd i slutfasen att de bör undvikas av den anledningen (Danby 1973). Anledningen till att de tidigaste planteringarna i Sverige uppvisade osymmetriska rotsystem var till stor del de s.k. paperpotkrukorna som användes i plantskolorna. Även om man kommit till bukt med den problematiken på senare tid så kommer contortan ändå alltid att vara känsligare för snö och vindskador än tallen. Det beror på skillnaden i förhållandet mellan krona och stam- och rotvolym (Elfving & Norgren 1995). Därtill har undersökningar visat att contortans rotsystem ofta är osymmetriskt, utan att det kan förklaras av t.ex. den omgivande marken eller oregelbundenheter i kronan (Martinsson 1982). Från ursprungsområdet finns inte vedertagna skogsskötselmodeller att tillgå då trädslaget inte brukats med gallringsprogram såsom vi är vana vid i Norden. Trädslaget har ännu inte brukats så pass länge i Sverige att man kunnat dra praktiska slutsatser under en fullständig omloppstid, om än man redan nu ser att den går att bruka med kortare omloppstid än tall. Således saknas långtgående erfarenheter om dess skötsel i Sverige. Resultaten från vår undersökning kan eventuellt tjäna som beslutstöd vid gallringsplanering samt som en del i riskanalys inför trädslagsval vid nyplantering.

Syfte

Syftet med studien var att, med data från Riksskogstaxeringen, undersöka om contorta på beståndsnivå, var mer utsatt för skador relaterade till vind och snö jämfört våra inhemska barrträd. Vi avsåg även jämföra hur dessa skador korrelerade med skötselningrepp och andra beståndsfaktorer. Studien gjordes för att bredda och komplettera den befintliga kunskapen kring vind- och snöskador med ett fokus på contorta. Förhoppningsvis kommer studien att bidra till kunskapsuppbyggnad som kan ge ett bättre beslutsunderlag vid skogsskötselåtgärder och trädslagsval.

Hypoteser:

- Contorta har en högre frekvens av beståndsskada orsakad av vind/snö än inhemska trädslag.
- Gallring av contortabestånd ökar risken att drabbas av beståndsskada orsakad av vind/snö i större utsträckning än gallring i andra barrträdsbestånd.
- Bestånd av blandkaraktär har en lägre frekvens av beståndsskada orsakad av vind/snö jämfört bestånd av mer trädslagsren karaktär.

MATERIAL OCH METODER

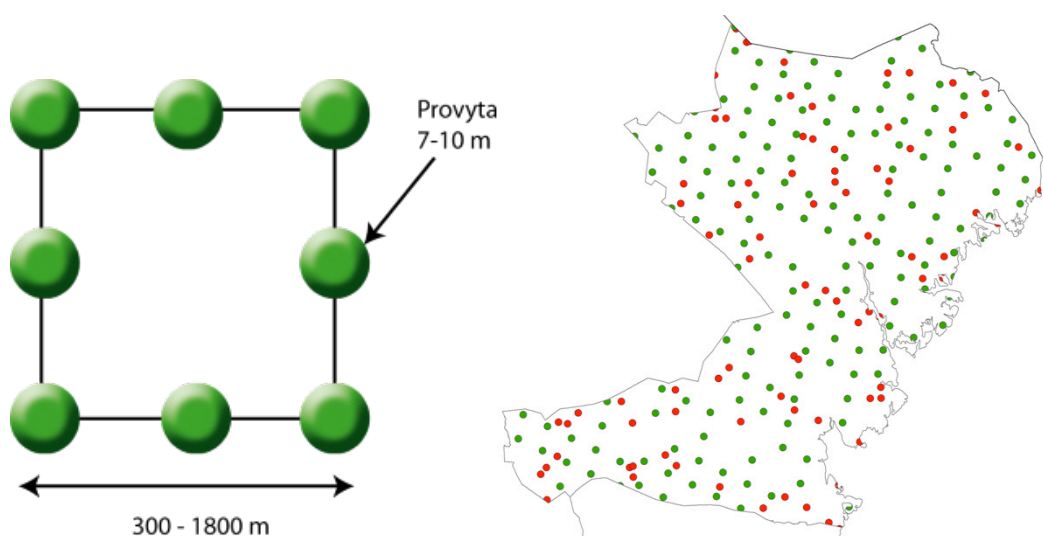
Studieområde

Studien innefattade produktiv skogsmark, ej skyddad från skogsbruk, inom länen Jämtland, Västerbotten och Västernorrland. De tre länen hade en sammanlagd landareal av ca 12,5 miljoner ha, varav ca 7,2 miljoner ha var produktiv skogsmark exklusive skyddad skog. Anledningen att vi valde detta område var den relativt höga andelen av contorta, samt att området drabbats av ett antal stormar under den senaste tioårsperioden. Arealandelen Contortabestånd var för Jämtland 5,2 %, Västerbotten 3,1 %, Västernorrland 5,3 % av den produktiva skogsmarken exklusive skyddad skog, jämfört med 2,1 % för hela landet (Skogsdata, 2014).

Riksskogstaxeringen

Riksskogstaxeringen (Axelsson et al. 2010; Fridman et al. 2014) är en årlig stickprovsinventering av Sveriges skogar som utförs av Institutionen för skoglig resurshushållning vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. Inventeringen utförs på alla markslag men med en mer omfattande beskrivning av produktiv skogsmark då det främsta syftet är att beskriva tillståndet, samt förändringar i den svenska skogen.

Inventering utförs på provytor som är klustrade i så kallade trakter med kvadratisk eller rektangulär form, och med sidlängd och antal provytor varierande över landet (Figur 1). På varje provyta bedöms och registreras en mängd beståndsbeskrivande variabler (Riksskogstaxeringen, 2015c). De permanenta trakterna, som återinventeras vart femte år, är utlagda över ett systematiskt rutnät över landet med slumpmässig startpunkt. De tillfälliga, som endast inventeras en gång, är slumpvis utlagda med hänsyn tagen till position av de permanenta trakterna.



Figur 1. Exempel på trakt och traktutlägg. Gröna prickar i kartan visar permanenta trakter, röda visar tillfälliga (Riksskogstaxeringen 2015a).

Figure 1. Example of sample plots and inventory design. Green dots in the map shows permanent plots and red temporary.

Dataanalys

Med hjälp av Jonas Fridman, vid Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå, tog vi fram ett dataunderlag. Detta bestod av data från 14 490 av Riksskogstaxeringens provytor (Källa: Riksskogstaxeringen 2015b) inventerade på produktiv skogsmark som inte var reservat, mellan 2004 och 2013 i Jämtland, Västerbotten och Västernorrland. Detta underlag bearbetades sedan genom analyser i Microsoft Excel.

Eftersom merparten av contortabestånden i de tre länen bestod av gallringskog och lägre huggningsklasser valde vi att begränsa dataunderlaget med ett höjdiintervall. Vi ville jämföra contortan med likvärdiga bestånd av inhemska trädslag vad gäller höjd och huggningsklass. Därför begränsade vi urvalet att gälla bestånd med en medelhöjd mellan fem och 15 meter, och då kvarstod 6 445 provytor. Dessa kategoriserades sedan utifrån trädslagsandelar till fem olika beståndstyper att jämföra.

- Tallskog
- Granskog
- Contortaskog
- Barrblandskog
- Barr-Lövblandskog
- Lövblandskog

Om ett enskilt barrträd översteg 65 % av den fältbedömda grundytan (GY) valde vi att kategorisera det som trädslagsrent bestånd (tall, gran, contorta). Vad gäller barrblandskogen så fick att inget enskilt barrträd överstiga 65 % av GY, men den totala barrträdsandelen var större än 65 % av GY. Barr-lövblandskog innebar att barrträdsandelen var mellan 25-65 % av GY och Lövblandskogen hade en barrträdsandel mindre än 25 %.

En av variablerna som fanns registrerade för varje provyta var om beståndet inom provytan hade en beståndsskada eller inte. För att beståndsskada ska registreras krävs att:

- Om medelhöjd <7m, minst 30 % av huvudstammar är skadade.
- Om medelhöjd >7m, minst 30 % av träd i klasserna fristående, härskande och medhärskande är skadade (Riksskogstaxeringen, 2015c).

Om beståndsskada registreras på provytan, görs även en bedömning av skadegrad i procent av befintligt levande bestånd inom ovan nämnda trädklasser, samt dominerande skadeorsak (Riksskogstaxeringen, 2015c). Vi valde dock att enbart kategorisera bestånd som skadade eller ej, då vi ansåg att en skadeandel som överstiger 30 % var en tillräcklig brytpunkt för att anse att beståndet hade en betydande skada, med tillväxtnedsättningar och försvårande av skötselbeslut som följd. Då denna studie syftade att undersöka beståndsskador med dominerande skadeorsak vind och/eller snö, så menas med beskrivningen *beståndsskada* härnå efter endast beståndsskada med ovan nämnda skadeorsak.

Varje provyta var även försedd med variabeln *viktad areal (VA)*, som är den areal en viss provyta representerar det året den inventeras, och beräknas för en given yta enligt nedanstående.

$$VA_i = A / \sum a_i * a_i * w_t$$

Där a_i är den enskilda provytans areal, A är sann areal för länet enligt Lantmäteriet, och w_t är vikt för typ av yta (tillfällig eller permanent). Vikterna är beräknade för att minimera variansen och summan av vikterna är 1.

Beräkningar

För beräkningar av skattade arealer för varje beståndstyp, med eller utan beståndskada, samt gallrat eller inte, har VA använts. För dessa beräkningar gällde:

$$\hat{A}^* = \sum VA_i / n$$

Där \hat{A}^* var skattad areal för bestånd av karaktären * och n var antal år som dataunderlaget innefattade, vilket ger ett tioårsmedelvärde för varje arealskattning undantaget skattningar utifrån tidsperiod, där femårsmedelvärde gällde. Utifrån dessa arealskattningar beräknade vi sedan total andel skadad areal per beståndstyp, samt arealandel skadade beståndstyper med hänsyn taget till om beståndet var gallrat de senaste fem åren eller inte. Vi beräknade även hur stor andel av de skadade contortabestånden som stod på ståndort med tall respektive gran som bonitetsvisande trädslag, och slutligen beräknade vi total skadad areal och andel för åren 2004-2008 samt 2009-2013 separat för att se om tidsperioden hade en inverkan på utfallet.

Varianser och relativa medelfel för arealskattningar beräknades med hjälp av Jonas Fridman enligt nedanstående.

$$\hat{Var}(\hat{A}^*) = \frac{1}{n^2} \sum_{s=1}^n \hat{Var}(\hat{A}_s^*)$$

Där n = antal inventeringsår i aktuell datamängd, \hat{A}^* = skattning av total areal av karaktären * och s = inventeringsår.

$$\hat{CV}(\hat{A}^*) = \frac{\sqrt{\hat{Var}(\hat{A}^*)}}{\hat{A}^*} * 100$$

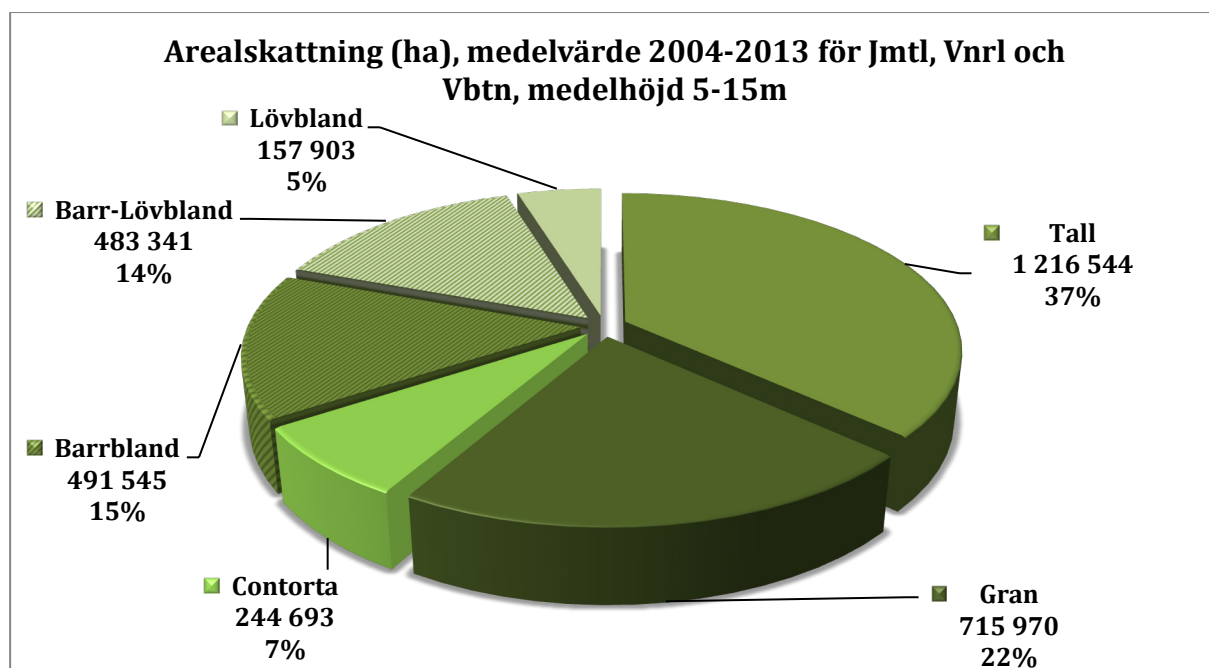
För arealandel beståndsskada i bestånd gallrade inom fem år kunde inte medelfel beräknas för contorta- och lövblandskog eftersom antalet provytor med registrerad beståndsskada var för litet för att uppfylla vissa kriterier i de algoritmer som använts vid beräkningarna (Toet et al. 2007). För att kunna visa på osäkerheten i skattningen för ovan nämnda beståndstyper antogs helt godtyckligt ett relativt medelfel på 40 %.

Statistiska analyser har genomförts med hjälp av Erik Valinger vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. Logistiska regressionsanalyser för tidsperiod och beståndsegenskaperna altitud, kustavstånd samt gallrat eller inte gallrat inom fem år mot variabeln beståndsskada eller inte har genomförts i programmet SAS.

Resultat

Arealskattningar

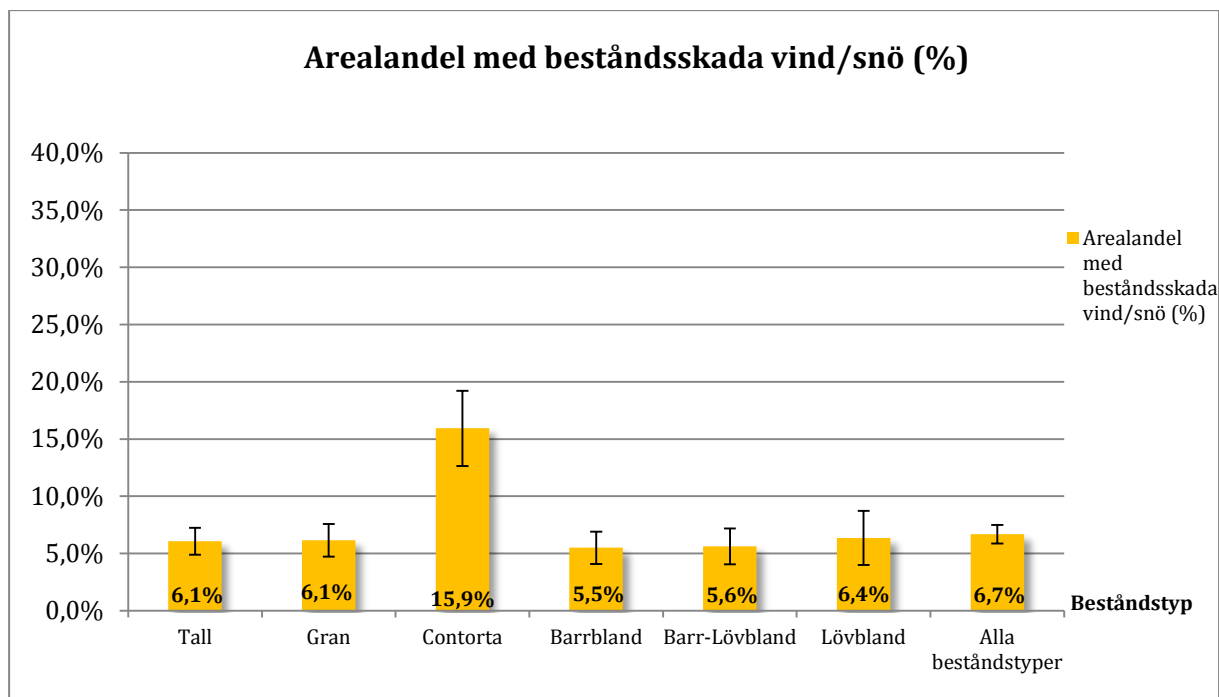
Den totala arealskattningen som jämförelsen har grundat sig på bestod av 3 309 995 ha produktiv skogsmark (exklusive skyddad skog) med bestånd vars medelhöjd låg i spannet 5-15 meter.



Figur 2. Skattad arealfördelning för de olika beståndstyperna inom studieområdet, angiven i hektar och procent av total.

Figure 2. Estimate of the proportion of stand types within the study area, in hectares and percent.

Tallbestånden stod för den klart största delen av arealen med 37 %, medan contortabestånden svarade för 7 % av total areal (Figur 2). Vad gäller frekvensen av beståndsskador så visade vår skattning att contortabestånden hade en högre andel med beståndsskada (Figur 3). Cirka 16 % av arealen contorta hade registrerad beståndsskada, jämfört med tall- och granbestånden som låg kring 6 %, denna skillnad var statistiskt signifikant. Blandbestånden visade inte någon skillnad jämfört med trädslagsrena bestånd.



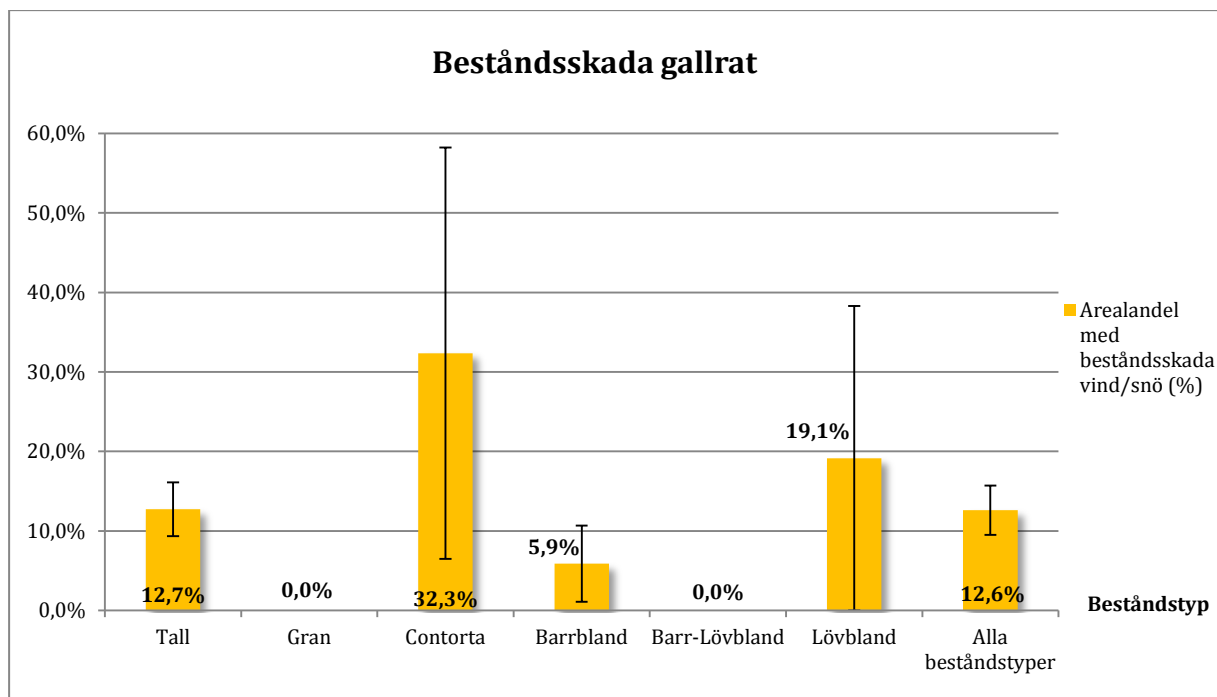
Figur 3. Skattad arealandel med beståndsskada orsakad av vind/snö, redovisad per beståndstyp.
Figure 3. Estimate of the proportion of stands damaged from wind/snow, per stand type.

Tall- och contortabestånd hade en högre andel gallrad areal jämfört övriga beståndstyper (Tabell 1). Jämfört med de bestånd som inte gallrats nyligen så hade de gallrade tall- contortabestånden mer än dubbelt så hög andel beståndsskada (Figur 4 & 5). Gällande contortabestånden så var denna skillnad inte statistiskt signifikant, då konfidensintervallet för de gallrade contortabestånden var alltför stort. Granbestånden visade däremot på en motsatt effekt av gallring med inga skador inom de gallrade bestånden, men 6,2 % andel beståndsskada inom de som inte gallrats de senaste fem åren. Blandbestånden visade inte på några större skillnader kopplat till gallring förutom en icke statistiskt signifikant skillnad för lövblandskog.

Tabell 1. Skattning av gallrad areal och andel, tioårsmedelvärden per beståndstyp

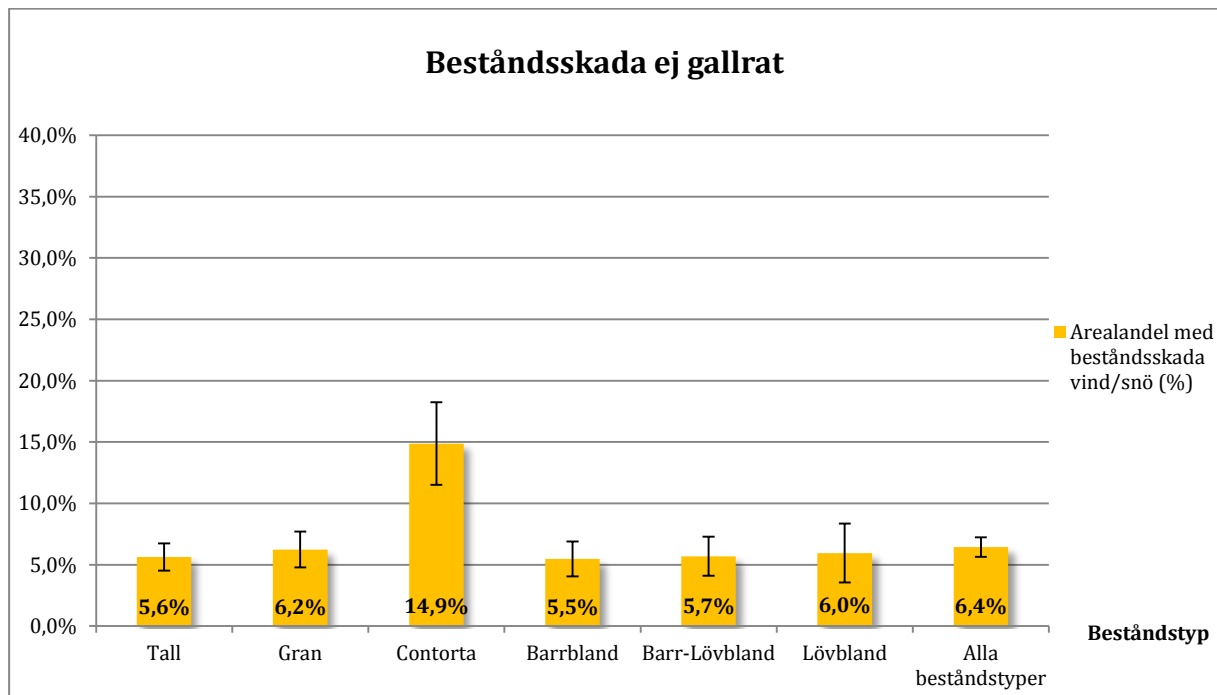
Table 1. Estimate of area and proportion that have been thinned within the last five years, ten year mean per stand type

Beståndstyp	Areal gallrat inom 5 år hektar	Arealandel gallrat inom 5 år %
Tall	73 023	6,0
Gran	10 428	1,5
Contorta	14 699	6,0
Barrbland	18 398	3,7
Barr-Lövbland	5973	1,2
Lövbland	4749	3,0.



Figur 4. Skattning av arealandel med beståndsskada för bestånd gallrade inom fem år, redovisad per beståndstyp.

Figure 4. Estimate of the proportion of damaged stands, for stands that have been thinned within the last five years.



Figur 5. Skattning av arealandel med beståndsskada för bestånd som inte gallrats de senaste fem åren, redovisad per beståndstyp.

Figure 5. Estimate of the proportion of damaged stands, for stands that have not been thinned within the last five years.

Under perioden 2009-2013 fanns ungefär dubbelt så hög andel med beståndsskada jämfört med 2004-2013 (Tabell 2). Detta visade sig även statistiskt signifikant där vi såg ett starkt samband mellan tidsperiod och beståndsskada (Tabell 3).

Tabell 2. Skattning av total areal och andel med beståndsskada för två femårsperioder
Table 2. Estimate of total area and proportion of damaged stands for two five year periods

Period	Areal med beståndsskada, hektar	Arealandel av total %
2004-2008	164 598	4,8
2009-2013	277 502	8,7.

Beståndsvariablerna altitud och kustavstånd visade på ett svagt men statistiskt signifikant samband med beståndsskada, medan variabeln gallrat inom senaste femårsperioden visade på ett betydligt starkare samband om än med något lägre signifikans (Tabell 3).

Tabell 3. Resultat från logistisk regression på variabeln skada/inte skada mot tidsperiod samt olika beståndsfaktorer

Table 3. Results of logistic regression on damage/not damaged against period and different stand variables

Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi- Square	Pr>ChiSq
Intercept	1	-3.6915	0.1782	429.3083	<.0001
Period	1	0.6517	0.1052	38.3953	<.0001
Intercept	1	-3.4401	0.1130	926.2507	<.0001
Kustavstånd	1	0.00611	0.000733	69.5742	<.0001
Intercept	1	-4.1136	0.1576	681.5723	<.0001
Altitud	1	0.00375	0.000359	109.4065	<.0001
Intercept	1	-2.7082	0.0525	2661.0656	<.0001
Gallrat inom 5	1	0.5880	0.2103	7.8155	0.0052.

Av de skadade contortabestånden stod endast ca 5 % på ståndort med gran som bonitetsvisande trädslag (Tabell 4).

Tabell 4. Fördelning av skadad contorta på för ståndorten bonitetsvisande trädslag
Table 4. Proportion of damaged stands of contorta, on sites suitable for pine or spruce

Bonitetsvisande trädslag	Arealandel av skadad contorta, %
Tall	95,3
Gran	4,7.

Diskussion

Hypoteser

Den mer än dubbla skadefrekvensen i contortabestånden jämfört tall och gran stämmer in på tidigare studier som visar på en sämre stabilitet hos contortatalen (Elfving & Norgren 1995). Tidigare studier vad gäller klimatrelaterade stambrott (Skogsdata 2010) visar även där på en högre skadeandel hos contortan, 29 % jämfört 18 % på tall. Då vår studie grundat sig på beståndsskador orsakade av vind och snö utan närmare definition är det svårt att jämföra dem sida vid sida men den borde kunna styrka en högre skadeandel hos contortan. Eftersom dataunderlaget är hämtat från tyngdpunkten av de stora contortaetableringarna så torde resultatet ge en generell bild av läget. Några ensidigheter orsakat av litet eller riktat sampel bör kunna uteslutas.

Detta tyder på att skillnader i anpassning till abiotiska förhållanden kan vara en orsak till den högre skadebild. Dataunderlaget innehöll dock ingen information om hur bestånden anlagts och det går därför inte att uttala sig om eventuella effekter på stabilitet kopplade till rotdeformationer orsakade av användningen av paperpotplantor vid beståndsetablering.

Däremot var en klar majoritet av contortan anlagd på ståndort med tall som bonitetsvisande trädslag, vilket styrker att den höga skadeandelen hos contortan inte är en effekt av att bestånden anlagts på finjordsrika och därför olämpliga ståndorter (Eis 1970).

Angående om gallring i contortabestånd kan förknippas med högre risker än i motsvarande bestånd av inhemska trädslag, kunde vi varken bekräfta eller förkasta vår hypotes. Eftersom dataunderlaget för contortabestånd med beståndsskada som gallrats inom den senaste femårsperioden endast bestod av sju provytor under en tioårsperiod, blev precisionen i skattningen alltför låg. Vårt resultat för denna beståndstyp kan därför endast tolkas som en svag indikation att gallring i contortabestånd höjer risken för skador i ungefär samma utsträckning som för tallbestånd. Vilket betyder en fördubbling av skadefrekvensen jämfört bestånd som ej gallrats inom den senaste femårsperioden, men med ett högre utgångsläge för contortan. Men detta bör endast ses som ett incitament för ytterligare studier på området.

Att vårt resultat visade på noll andel skador i de gallrade granbestånden ställer vi oss tvekan till, antalet provytor med granbestånd gallrade inom fem år var endast 23 st under tioårsperioden som studerades. Inga av dessa var skadade och därför erhöles inget konfidensintervall. Därför bör dessa resultat inte tillskrivas någon större vikt, särskild då gran sen tidigare är förknippat med högre risk gällande vindskador (Mason & Valinger 2013, Table 1). Varför så liten andel av dataunderlaget bestod av gallrade granbestånd kan vi endast spekulera i, men det kan vara så att granbestånden gallras senare och därför begränsas av vårt höjdintervall med en övre gräns på 15m beståndsmedelhöjd.

Hypotesen att bestånd av blandkaraktär skulle vara mindre utsatta för vind- och snöskador kunde inte bekräftas av vårt resultat. Vi har inte kunnat visa på några skillnader för dessa bestånd jämfört med trädslagsrena bestånd. Detta stämmer till viss del in på tidigare forskning som pekar på resultat åt båda håll angående blandbeståndens utsatthet för dessa skador (Mason & Valinger 2013).

Angående beståndsegenskaperna altitud, kustavstånd och gallrat inom den senaste femårsperioden eller inte, så var det gallringen som hade starkast koppling till skada, om än med lägre signifikans än de övriga. Därefter visade ökande kustavstånd och altitud ha en svag

koppling till ökande skadeandel. Dessa analyser gjordes dock över alla beståndstyper sammantaget och kan inte kopplas till enskilda trädslag.

Contortans framtida produktion

Då resultaten visade på en mer än fördubblad skadeandel hos contortan jämfört med inhemska trädslag bör detta tas i beaktande vid beräkning av dess framtida produktion. Då framtagandet av en produktionsmodell för ett nytt trädslag är en långdragen process, bör de ingående komponenterna fortlöpande utvärderas och kalibreras i takt med nytillkomna resultat.

Den procentuella överlägsenhet i tillväxt jämfört med tall som man i svenskt skogsbruk ofta tillskriver contortan, härrör från ett antal försök till framtagande av en modell för artens produktion under nordiska förhållanden. Dessa är gjorda i slutet av 1970-talet (Remröd 1977; Hägglund et al. 1979) och senare har ytterligare en större sammanställning av tillgängligt data gjorts i början av 1990-talet (Elfving & Norgren 1993). Gemensamt för dessa är att man vad contortan beträffar inte har haft möjligheten att följa utvecklingen i samma bestånd från början till slut, från planta till stock. Istället utgår man från ett spritt material från ytor i både Sverige och Finland, varav endast en liten del är av äldre ålder. Merparten är ungskogar i 20-30 års intervallet.

Orsaken till detta är naturligtvis att man vid den tiden inte hade brukat contortan så länge att det fanns mätdata från bestånd i slutfas. Man gjorde vad man kunde med det splittrade data och den kunskap som fanns att tillgå. Resultaten har dock fått bred acceptans i det svenska skogsbruket, trots att det inte är mer än simulerande kalkyler i en icke vetenskapligt granskad arbetsrapport.

Trots det bristande underlaget har man konstruerat sekundära volymfunktioner som ligger till grund för modellerna. Förfarandet medför att man nödgats stödja sig på antaganden vad själva modellen beträffar. Remröd framhåller följande brister i materialet som ligger till grund för produktionsmodellerna: provenienserna är för sydliga, verkligt lågproduktiva ståndorter saknas, gamla bestånd saknas, bestånd med hög grundyta saknas, flertalet bestånd har skötts på ett sätt som inte anses lämpligt (återkommande försiktiga gallringar), naturliga avgången är mycket dåligt bestämd i huvuddelen av materialet. Vidare medges att "tillväxtmodellen kan inte anses kontrollerad på ett fullt betryggande sätt" och "risker för mer omfattande skador tas inte med i modellen". Eftersom Elfving och Norgrens resultat från 1993 (Elfving & Norgren 1993) delvis bygger på data från samma provytor så är även den studien behäftad med samma brister. Dessutom utesluter man bestånd med "katastrofala händelser" där mer än 25% har skadats, ur jämförelsen. Klassificeringen för beståndsskada i dataunderlaget för vår studie är en skadegrad överstigande 30 %, vilket medför att denna typ av skador helt frånses i produktionsmodellen. På något sätt som ej tydligt framgår av studien, simuleras även storleken av den naturliga avgången under contortans hela omloppstid, trots att inga så gamla bestånd existerade i Sverige. Man mäter även in naturlig avgång som skett inom fem år före gallringstillfällena och slutavverkning som gagnvirke (läs nettoproduktion). Sammantaget bör dessa aspekter, enligt oss, leda till betydande osäkerhet i produktionsmodellen.

Slutsatser

Ger Elfving och Norgrens modell (Elfving & Norgren 1993) trovärdiga siffror för contortan om det i verkligheten är vanligt att bestånd råkar ut för skador som ofta överstiger den nivå som modellen bygger på? Vår studie får ses som en indikation på en vanligt förekommande skadebild i contortaskog, som bör vara incitament nog att fortsätta utreda hur produktionsmodellen kan förfinas.

Ännu finns inte, oss veterligen, några vetenskapligt uppföljda bestånd där man kunnat få fram den faktiska nettoproduktionen av skördbart, användbart virke från en hel omloppstid. För industrin och skogsbruket är ju det man de facto kan få ut som är det väsentliga, inte hur mycket contortabestånden har bidragit med icke användbar, död ved. Skulle det visa sig att verkligheten är en annan än prognosen så får det stora konsekvenser i skogsbruket, eftersom virkesförrådsberäkningarna i så fall bygger på missvisande underlag.

Elfving konstaterar att en riktig klarhet om vinsten i övergången från tall- till contortaodling endast kan vinnas genom produktionsstudier i helt jämförbara bestånd. Det finns endast ett fåtal ytor som duger för detta (Elfving 1985).

Det finns eventuellt anledning att skriva ner förväntningarna och förhoppningarna på contortans produktion med hänsyn till att skadenivåerna troligen är högre än man räknat med i modelleringarna. I varje fall tills man kan se slutresultatet av contortaodlingen i ett bredare perspektiv och analysera den faktiska nettoproduktionen.

Referenser

- Axelsson, A.L., Ståhl, G., Söderberg, U., Peterson, H., Fridman, J. & Lundström, A. (2010). National Forest Inventories reports: Sweden. In: Tomppo, E., Gschwantner, T., Lawrence, M., McRoberts, R.E. (Eds.), National Forest Inventories — Pathways for Common Reporting. Springer, Heidelberg, Dordrecht, London, New York, pp. 541–553.
- Danby, N. P. (1973). Summary of root/shoot ratio results of lodgepole pine 3-8 years after planting. Internal Rep. For. Comm. Opublicerad.
- Eis, S. (1970). Root-growth relationships of juvenile white spruce, alpine fir and lodgepole pine on three soils in the interior of British Columbia. Dep. Fish. For. CFS. publ. no. 1276.
- Elfving, B. (1985). Nya data om contortatallens production. SLU, Inst. för skogsskötsel. Arbetsrapport nr 3.
- Elfving, B., Ericsson, T. & Rosvall, O. (2001). The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden—a review. *Forest ecology and management* 141;15-29.
- Fridman, J. & Valinger, E. (1998). Modelling probability of snow and wind damage using tree, stand, and site characteristics from *Pinus sylvestris* sample plots, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 13:1-4, 348-356.
- Fridman J., Holm S., Nilsson M., Nilsson P., Ringvall A. H. & Ståhl G. (2014). Adapting National Forest Inventories to changing requirements – the case of the Swedish National Forest Inventory at the turn of the 20th century. *Silva Fennica* vol. 48 no. 3 article id 1095. [http:// dx.doi.org/10.14214/sf.1095](http://dx.doi.org/10.14214/sf.1095).
- Hirvela, H. & Hynynen, J. (1990). Effects of fertilisation on the growth, top damage and susceptibility to windthrow of Scots pine stands in Lapland. *Folia Forestalia* 764, 16 pp.
- Hägglund, B., Karlsson, Ch., Remröd, J. & Sirén, G. (1979). Contortatallens produktion I Sverige och Finland. SLU, Hugin-rapport nr 13.
- Laiho, O. (1987). Susceptibility of forest stands to windthrow in southern Finland. *Folia Forestalia* 706, 24 p.
- Lundqvist, L. & Valinger, E. (1995). Vind- och snöskador, slump och biomekanik. *Skog och forskning* nr 3/1995.
- Martinsson, O. (1982). Contortans rotutveckling och stabilitet SST 1-2/82;91-94.
- Mason, B. & Valinger, E. (2013). Managing forests to reduce storm damage. In: Gardiner, B., Schuck, A., Schelhaas, M.J., Orazio, C., Blennow, K. & Nicoll, B. (Eds.). Living with storm damage to forests. What science can tell us 3. European forest institute, Joensuu (2013). pp. 87-95.
- Norgren, O. & Elving, B. (1995). Tall eller contorta-valet mellan stabilitet och tillväxt, *Fakta Skog* nr.15, 1995.
- Persson, P. (1972). Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen - inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser 23. 205p.

- Quine, C.P. (1995). Assessing the risk of wind damage to forests, s.379-403. Cambridge university press.
- Remröd, J. (1976). En produktionsmodell för contortatall i norra och mellersta Sverige- resultat från uppföljning av äldre kulturer med *Pinus contorta*. Institutet för skogsförbättring.
- Riksskogstaxeringen. (2015a). *Statistik om skog*. [Online] Tillgänglig: <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/om-inventeringen/inventeringens-design/> [Hämtad: 2015-03-02].
- Riksskogstaxeringen. (2015b). Ej publicerade data. Inst. f. skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå. <http://www.slu.se/riksskogstaxeringen>.
- Riksskogstaxeringen. (2015c). *Statistik om skog*. [Online] Tillgänglig: http://www.slu.se/PageFiles/26356/RIS_FIN_2013.pdf [Hämtad: 2015-03-02].
- Rosvall, O. (1994). Contortatallens stabilitet och motståndskraft mot vind och snö. Skogforsk redogörelse nr. 2, 1994.
- Schroeder, L.M. & Eidmann, H.H. (1993). Attacks of bark- and wood-boring Coleoptera on snow-broken conifers over a two-year period. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8. pp. 257-265.
- Skogsdata. (2010). Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Inst. f. skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.
- Skogsdata. (2014). Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Inst. f. skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.
- SLU Info nr 9. (2011).
- Toet, H., Fridman, J. & Holm, S. (2007). Arbetsrapport 167. Inst. f. skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.
- Valinger, E., Lundqvist, L. (1992). Influence of thinning and nitrogen fertilization on stem growth and stem form on *Pinus Sylvestris* (L.) trees. *Scandinavian journal of forestry research* nr 7:219-228.
- Valinger, E. & Fridman, J. (1995). Vind- och snöskador- omfattning och motåtgärder. *Skog & Forskning* 3:40-45.
- Valinger, E. & Pettersson, N. (1996). Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in southern Sweden. *Forestry* 69:25-33.
- Valinger, E., Lundqvist, L. & Sundberg, B. (1995). Mechanical bending stress applied during dormancy and (or) growth stimulates stem diameter growth of Scots pine seedlings. *Can. J. For. Res.* 25:886-890.
- Wheeler, N.C. & Critchfield, W.B. (1985). The distribution and botanical characteristics of lodgepole pine: biogeographical and management implications. In: Baumgartner, D.M., Krebill, R.G., Arnott, J.T. & Weetman, G.F. (Eds.). *Lodgepole pine, the species and its management*, Symposium proceedings, Spokane and Vancouver, May 1984. Washington State University, Cooperative Extension Service, Pullman, pp. 1-13.