

Contortatallens självspredning i svensk skogsmark

Natural regeneration of lodgepole pine in boreal Sweden



FOTO: MATS HANNERZ

Abstract

The large-scale introduction of lodgepole pine (*Pinus contorta* ssp. *latifolia*, LP) into Swedish forests was initiated around 1970, and currently 520,000 hectares of the forest land are dominated by the species. Even though the tree has mostly serotine cones, adapted to open after forest fires, it has proved able to self-regenerate in Sweden. This study is the first to present, scientifically, the extent of self-regeneration covering the whole current range of LP-forests in Sweden. LP-saplings were recorded for three years, 2015-2017, in 8,194 subplots distributed over 214 randomly selected LP-stands from latitude 59.6-66.9° N and altitude 88-710 m. asl. Of all subplots, 3% contained LP-saplings, and regeneration was found in 53% of all stands. The probability of finding LP-saplings was significantly dependent on the plots' distance from the edge of the LP-stand, and 78% of all saplings were found within and up to 15 m beyond the stand edge. Most, 63%, of the plots with LP were found on disturbed ground such as wheel tracks, roadsides and where there had been site preparation. The results show that LP can naturally spread under a range of conditions in the studied region. The regeneration is, however, concentrated in particular stands and should be possible to control with monitoring programmes and measures to eradicate self-dispersed trees in unwanted areas.



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Redaktör: Mats Ostelius, Skogforsk
©Skogforsk 2020 ISSN 1404-305X

Förord

Projektet ”*Contortatallens självspridning i svensk skogsmark – en litteraturstudie och analys av insamlade data*” finansierades av Bo Rydins stiftelse och slutrapporterades i juni 2019. Analysen byggde på data insamlade av fyra skogsbolag i Sverige (Sveaskog, Bergvik, SCA och Holmen) under åren 2015–2017, i ett försöksupplägg som utarbetats av Skogforsk.

Efter slutrapporten har manuset trimmats och nu blivit accepterat för publicering i tidskriften *Biological Invasions* (artikeln *Natural-regeneration of lodgepole pine in boreal Sweden*, Jacobson & Hannerz 2020). Den publicerade artikeln är dock kraftigt förkortad jämfört med projektets slutrapport, som också innehöll en litteraturöversikt om contortatallens biologi och spridningsförmåga. I denna arbetsrapport har vi valt att behålla litteraturavsnitten, tillsammans med de resultat som redovisas i den vetenskapliga artikeln. Vi hoppas att rapporten kan bidra med ökad kunskap om ett ämne som diskuteras flitigt – är contortatallens självspridning ett problem, och går det att hantera?

Författarna passar på att tacka de företag som bidragit med datainsamlingen (Bergvik Skog, Sveaskog, Holmen Skog och SCA Skog), Bo Rydins fond för finansiering, Magnus Andersson på SCA för värdefulla kommentarer under och efter datainsamlingen, Gunnar Jansson för hjälp med statistiken samt Jörgen Sjögren på SLU för värdefull diskussion.

Uppsala och Kalmar, april 2020

Staffan Jacobson och Mats Hannerz

Innehåll

Abstract.....	2
Förord	3
Sammanfattning	5
Inledning.....	7
Studiens syfte	8
Contortatallens föryngringsbiologi	9
Kott- och fröproduktion	9
Fröspredning	10
Frögroning och plantetablering.....	10
Empiriska studier av fröproduktion och fröspredning i Sverige.....	11
Material och metoder	12
Contortabestånden i studien	12
Försöksutformning och inventering.....	14
Statistisk analys	15
Resultat	16
Övergripande resultat.....	16
Provytor med contortaplantar (dataset 1).....	16
Markstörning	18
Fullständigt inventerade provytor (dataset 2)	19
Diskussion	20
Mest i beståndskanterna.....	20
Mer på störd mark	20
Inga belägg för ökad risk på fuktig mark	20
Otydliga ålderseffekter.....	21
Ekologiska effekter av contortans självspredning	21
Begreppet invasiv.....	21
Många tallarter är invasiva.....	22
Är contortatallen invasiv i Sverige?.....	22
Sammanvägning av risk och nytta.....	23
Åtgärder mot självspredning.....	23
Fortsatt forskning.....	25
Slutsatser	25
Referenser.....	26
Bilaga 1. Inventeringsmodell för studien av självspredd contortatall.....	31
Självspredning av contorta – provyteinventering	31
Datainsamling.....	33

Sammanfattning

Contortatall (*Pinus contorta* ssp. *latifolia*) började planteras i stor skala i Sverige på 1970-talet. I dagsläget är contortatall dominerande trädslag på cirka 520 000 hektar, vilket gör tallarten till den tredje vanligaste barrträdsarten och det sjunde vanligaste trädslaget i Sverige. Artens förmåga till självspredning har diskuterats ingående, då spridning från planterade contortabestånd till omgivande skogar skulle kunna innebära ekosystemförändringar. Särskilt allvarig betraktas risken för att contortatallen sprids in i skyddade skogar, på myrmarker eller upp i fjällkedjan. I Nya Zeeland är contortatallen ett svårbemästrat problem på grund av sin självspredning. När contortatallen introducerades fanns en föreställning att arten har svårt att självföryngra sig i Sverige, eftersom kottarna är serotina (de öppnas vid värme, till exempel efter en skogsbrand). Ganska snart såg man dock att det förekom självföryngring av contortatall, och man är numera medveten om att trädslaget också har kottar som inte är serotina, och att även serotina kottar kan öppnas när de värms av solen.

För att få en uppfattning om graden av självspredning genomförde Skogforsk en landsomfattande studie i samarbete med fyra skogsbolag som planterat contortatall. Under tre år inventerades 214 slumpvis utvalda contortabestånd med hjälp av provytor (100 m²), där förekomst av contortatallplantor registrerades tillsammans med en beskrivning av bestånds- och ståndortsfaktorer. Totalt inventerades 8 194 provytor i bestånden som spände över breddgrad 59,6–66,9° N och altitud 88–710 möh.

Resultaten visade att det fanns självföryngrad contortatall i anslutning till 53 procent av bestånden och i 3 procent av provytorna. Självföryngringen var koncentrerad till vissa bestånd. Hälften fanns i 20 bestånd, och 75 procent i 40 av de 214 bestånden. Sannolikheten för självföryngring var signifikant beroende av provytans avstånd från utgångsbeståndet. Självföryngringen var koncentrerad till beståndskanterna; i genomsnitt fanns 78 procent av contortaplantorna i beståndets kant eller den närmaste 15-metersgränsen utanför beståndet. Inne i beståndet var självföryngringen mer begränsad. Trots det stora materialet gick det inte att se några mönster hur självföryngringen skulle skilja sig mellan olika landsdelar, ståndorter eller beståndskaraktärer. De allra yngsta bestånden (alla bestånd var 25–55 år) tenderade att ha något mindre självföryngring. Det fanns även en tendens att självföryngringen var mer frekvent på hög höjd över havet, vilket kan bero på att dessa marker var mindre bördiga. Resultaten visade också att självföryngringen var störst på störd mark, till exempel i hjulspår, vägkanter eller markberedningsspår, där 63 procent av plantorna hittades.

En slutsats av studien är att contortatallen har förmåga att sprida sig naturligt i hela det område där den är planterad i Sverige. Självspredningen är dock begränsad, endast drygt hälften av bestånden och 3 procent av provytorna, och koncentrerad till vissa bestånd och till beståndskanterna. Självspredningen är också relativt långsam, vilket ger möjlighet till att kontrollera spridningen genom regelbundna uppföljningar och bortröjningar av contortaplantor. Om plantorna inte röjs bort utanför de planterade bestånden riskerar de att bli nya frökällor och därmed öka spridningen i landskapet. Det finns en risk att contortatallen sprider sig på myrmark eller andra impedimentmarker där skogsbruket inte har regelmässig kontroll. Denna risk ökar om inte självspredningen kring de etablerade bestånden kan kontrolleras i tid. Eftersom de flesta bestånden i Sverige är planterade på 1980-talet har de nu nått upp i en ålder när de förväntas producera mycket frö.

Ett rutinmässigt övervaknings- och åtgärdsprogram är därför angeläget. Skogsbolag har själva infört övervakningsprogram, men det är angeläget att följa upp erfarenheterna och att samordna insatser även utanför de planterade contortabestånden. Att helt eliminera contortatallen från det svenska landskapet är sannolikt problematiskt. Trädslaget får betraktas som naturaliserat i Sverige, men det finns möjligheter att begränsa dess miljömässiga effekter om åtgärder sätts in i tid.

Inledning

Trädarter har spridits över nationsgränser med människans hjälp sedan förhistorisk tid. Ofta har det handlat om exotiska och ornamentala träd som har förts in och planterats i trädgårdar och parker, eller om träd som ger frukt eller andra produkter som människan efterfrågar (Peterken 2001). Ibland, och särskilt sedan skogsbruket blev organiserat, har främmande trädarter planterats i större skala. Motiven till nya trädslag kan vara flera: virkesegenskaper som saknas hos de inhemska arterna, högre tillväxt, motståndskraft mot sjukdomar eller en bättre anpassning till ståndorter där inhemska arter är mindre framgångsrika.

Genom åren har många nya trädslag förts in i Sverige i försökssyfte eller för praktisk skogsodling. Den i särklass största introduktionen står contortatall (*Pinus contorta* ssp. *latifolia*) för. Det nordamerikanska trädslaget planterades i försöksskala redan på 1920-talet, och de lovande resultaten följdes upp med proveniensförsök på 1960-talet (Elfving m.fl. 2001). De positiva erfarenheterna av artens tillväxtförmåga ledde till en storskalig satsning på contortatall i mellersta och norra Sverige under 1970- och 1980-talen (Engelmark m.fl. 2001). Idag är contortatallen dominerande trädslag (minst 65 procent av grundytan) på 520 000 hektar, vilket motsvarar 2,3 procent av den produktiva skogsmarksarealen i Sverige. På cirka 650 000 hektar utgör contortatallen åtminstone 5 procent av grundytan i bestånden (Skogsdata 2018).

Nyplanteringen av contortatall har minskat dramatiskt sedan toppen i mitten av 1980-talet, då omkring 40 000 hektar planterades varje år. Under perioden 2012–2017 föröryngades cirka 6 200 hektar årligen, och året 2017 bara 3 200 hektar (Skogsstyrelsen 2018).

Contortaskogarna i Sverige är spridda från breddgrad 59–60 och norrut. Idag är contortatallen det tredje vanligaste barrträdslaget efter tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*), och det är det sjunde vanligaste trädslaget i landet, räknat som volymandel (Skogsdata 2010). I södra Sverige, liksom på hög höjd över havet i norra Sverige, är contortatall inte tillåten enligt skogsvårdslagen. Reglerna för contortatallens användning är dock under översyn (Skogsstyrelsen 2018).

Det huvudsakliga motivet för introduktionen av contorta var en förmodad virkesbrist. Ett annat var att det saknades tillräckligt hårdigt skogsodlingsmaterial av tall för kärva klimatförhållanden (Elfving m.fl. 2001). Eftersom contortatallen har en högre tillväxt än tallen, kunde avverkningsnivåerna öka. Contortans överlägsna tillväxt har också verifierats i fältförsök. Elfving och Norgren (1993) uppskattade att contortatallen producerar 36 procent mer än tallen på motsvarande ståndorter, och den har också visat sig ha en högre överlevnad under etableringsfasen. Den högre tillväxten har också visats på sydligare breddgrader. I Lettland var biomassaproduktionen hos contorta dubbelt så stor som den hos tall (Jansons m.fl. 2013).

Contortatallen har dock visat sig mer känslig för vindfällning och snöskador jämfört med svensk tall (Rosvall 1994, Österberg & Näsman 2015). Problemen med instabilitet har delvis förklarats med att trädslaget planterats på alltför bördiga lokaler eller på torvmarker, samt att den tidigare användningen av paperpot-odlade plantor resulterade i instabila rotsystem (Elfving m.fl. 2001). Contortatallen har också visat sig mer känslig för svampsjukdomen *Gremmeniella abietina* på högre höjder över havet (Witzell & Karlman 2000). En förklaring kan vara felaktiga proveniensers och att contortatall på kärva lokaler drabbas av väderskador som ökar infektionsrisken (Karlman 2001).

När contortatallen först introducerades var det med förvissningen att den inte kan sprida sig spontant i svensk skogsmark. I sitt ursprungsområde i västra Nordamerika är trädslaget anpassat till återkommande skogsbränder. Kottarna är serotina, vilket betyder att de bara öppnar och sprider fröna efter värme (Despain 2001). Hypotesen var att det kyliga svenska vädret och avsaknaden av skogsbränder skulle vara ett hinder för okontrollerad självspridning. Riskerna tonades ner av författare som Ledgard (1993) och Ericsson (1994). Det dök dock upp rapporter om självspridd contortatall (von Segebaden 1992), och dessa har senare konfirmerats i en rad studentarbeten (Nyström 1988, Edin 2000, Sjödin 2012, Nemer Barbiche 2013). Engelmark (2011) beskriver observationer av självspridd contortatall så långt som 20 km från närmaste uppvuxna contortabestånd.

Idag är det ett etablerat faktum att contortatallen kan sprida sig naturligt i svensk skogsmark, framför allt på störd mark som vägrenar och efter markberedning. Plantor och unga träd av contortatall har också hittats på öppna myrar (Sjödin 2012, Nemer Barbiche 2013).

STUDIENS SYFTE

Ett unikt försöksmaterial har samlats in under en tre-årsperiod i en gradient från breddgrad 59° till 69° N, altitud 88 till 710 möh., och från svaga till bördiga marker. I materialet ingår 214 slumpvis utvalda bestånd i åldrarna 25–55 år, och i alla har själv-sådda fröplantor av contortatall registrerats systematiskt på provytor utlagda i transekter utgående från beståndets mittpunkt och på olika avstånd från beståndskanten.

Studiens huvudsyfte var att söka kvantifiera omfattningen av contortans självspridning i norra Sverige. Ett annat mål var att studera eventuella samband mellan olika bestånds- och ståndortsvariabler och självspridningens förekomst. Följande hypoteser formulerades:

- (1) förekomsten av naturligt föryngrade contortaplantor är beroende av avstånd från utgångsbeståndets beståndskant (frökällan);
- (2) sannolikheten för självspridning ökar med åldern på utgångsbeståndet;
- (3) självspridning är mer vanligt förekommande på blöt och fuktig mark.

Contortatallens föryngringsbiologi

Contortatallen växer naturligt i västra Nordamerika från breddgrad 31 i söder till 64 i norr, och från havsytans nivå till 3 500 möh. (Lotan & Critchfield 1990). Trädslaget finns på en mängd olika ståndorter. Den underart som används för skogsodling i Sverige är *Pinus contorta* ssp. *latifolia*, som är anpassad till ett nordligt kontinentalt klimat. Denna underart finns i hela området från New Mexico i USA till Yukon i Kanada. De provenienser som används i Sverige kommer från den norra delen av utbredningsområdet.

KOTT- OCH FRÖPRODUKTION

Contortan börjar producera honblommor vid 10 till 15 års ålder, och hanblommor några år senare (Owens 2006). Enligt Fowells (1965) kan de första kottarna produceras redan på femåriga träd, och fröna från dessa är lika vitala som från äldre träd. Den sammanlagda fröproduktionen under trädets livstid kan därför bli avsevärd, även om fröfallet kan variera stort mellan olika år (Owens 2006).

Kottarna är serotina, vilket betyder att de är stängda med ett kådlås som öppnas först vid höga temperaturer. Contortatallen producerar också icke-serotina kottar som inte behöver värme för att öppnas, och sådana icke-serotina kottar är vanligare på unga träd. Jägbrant (2014) kunde se att kvoten mellan icke-serotina och serotina kottar minskade linjärt från 10 till 40 års ålder, men variationen var stor mellan olika bestånd. Det fanns dock en signifikant andel icke-serotina kottar även på 40-åriga träd. Det tidigare antagandet att contortan är beroende av brand för att sprida sina frön kan därför betraktas som felaktigt.

Andelen serotina kottar varierar också i Nordamerika. Underarten *latifolia* har en hög andel serotina kottar jämfört med underarterna *murrayana* och *contorta*. Andelen serotina kottar minskar också med högre höjd över havet i Klippiga bergen (Despain 2001).

Fröna kan spridas hela året men inte jämnt. Många kottar öppnar och sprider sina frön på hösten även utan att de utsatts för brand. En del frön sprids också under vintern.

Ett moget contortabestånd kan producera 500 000 till 800 000 frön per hektar och år, och producerar mer frö på högre höjd över havet än de flesta andra trädarter (Lotan & Perry 1983). Contortatallens frön är mindre än någon annan tallarts förutom *P. banksiana* (Despain 2001).

Opublicerade data från Skogforsks fröstation i Sävar visar att beståndsfrö med contortatall insamlat i Sverige har en tusenkornvikt på 3–3,5 gram, och frö från fröplantager har 4–4,5 gram. Beståndsfrö insamlat i Kanada är i allmänhet mindre (tusenkorvikt på 2–3 gram). En förklaring kan vara att det kanadensiska beståndsfröet är insamlat på äldre träd (Ulfstand Wennström, pers. komm. 2019). Jämfört med svensk tall är contortatallens frö mycket mindre, vars genomsnittliga frövikts från fröplantager är 6–6,5 gram per 1000 frön (Hannerz m.fl. 2000).

FRÖSPRIDNING

Fröspridningen sker främst från tidig höst till vinter, och fröna kan gro strax efter snösmältningen om mikroklimatet är gynnsamt. Frön gror också i kärva förhållanden, och tillväxten hos plantorna är snabb. Allt detta är egenskaper som utmärker invasiva arter.

Liksom de flesta andra tallarter är contortatallens frö försett med vingar, och spridningen sker oftast med vindens hjälp (Lanner 1998). I Nordamerika faller de flesta frön inom några meter från moderträdet, men en del kan spridas avsevärt längre (Despain 2001). Man har också observerat att frön kan spridas på långa avstånd på snöytor eller med kraftig vind (Lotan 1976, Ledgard 1993). Ledgard (2001) rapporterar också om opublikerade observationer av spridning upp till 40 km med kraftig vind. En del frön kan också spridas med fåglar eller smådäggdjur (Owens 2006). Det har också antagits att contortafrön kan spridas i vatten (Knight m.fl. 2001), under antagandet att contortafrön flyter på samma sätt som tallfrön gör (Romell 1938).

Serotina kottar kan vara stängda under många år, och fröna i dessa behåller sin vitalitet mycket längre än det frö som har lämnat kotten (Ledgard 2001). De serotina kottarna på fällda träd kan öppnas och sprida sina frön under lång tid.

FRÖGRONING OCH PLANTETABLERING

Groningsprocenten för contortans frön varierar stort, från 65 till över 90 procent i laboratorium (Lotan & Perry 1983). De flesta av de grobara fröna gror den påföljande våren efter fröfallet, men en liten andel gror ytterligare ett år senare (Owens 2006). Den bästa plantetableringen sker i ljusa miljöer på mineraljord eller mineraljordsblandad humus, fria från konkurrerande vegetation (Fowells 1965).

Contortatallen etablerar sig lätt på störd mark, men också bättre än tall på fuktiga marker som myrar och kärr (Engelmark m.fl. 2001). Vilka ljuskrav arten har varierar mycket mellan olika forskningsstudier, men gemensamt är att contortatallen har svårt att etablera sig i de mörka, slutna contortabestånden (Lotan & Perry 1983).

Contortatallen klarar sig bra på svaga och torra marker, och kan ha en konkurrensfördel på dessa. Den växer dock bra även på bördigare marker, vilket betyder att den är en stark konkurrent på många olika ståndorter (Despain 2001). Contortan har också en hög tålig-
het mot frostsador på högre höjd över havet och på nordligare breddgrader (Despain 2001). I allmänhet betraktas contortatallen som mer konkurrenskraftig än svensk tall om de båda arterna växer tillsammans (Norgren 1996).

Tillväxthastigheten hos unga contortaplantor gör att den kan trycka ner andra mer långsamväxande trädslag som tall och gran (Despain 2001). I en studie av praktiska planteringar i norra Sverige hade contortan en högre överlevnad än tall och gran, både efter 3 och 10 säsongers tillväxt (Ackzell m.fl. 1994). I samma studie hade naturlig föryngring bidragit till att 17 procent av alla huvudplantor var självsådda efter 10 år. Självsådden bestod av tall, gran och lövträd, men inte contortatall (Ackzell m.fl. 1994).

EMPIRISKA STUDIER AV FRÖPRODUKTION OCH FRÖSPRIDNING I SVERIGE

Fem olika studentuppsatser har fokuserat på contortatallens föryngring och fröproduktion i Sverige. Jägbrant (2014) undersökte kottproduktionen på 100 träd i tio bestånd med beståndsåldern 10–43 år. Hon fann att antalet kottar ökade signifikant med beståndsåldern, från noll till omkring 500 kottar per träd. Andelen serotina kottar tenderade att öka med ökad trädålder, men det var stor variation mellan träden och sannolikt betydde genetiska skillnader mer än miljö och ålder. Frönas vitalitet minskade med kottarnas ålder, från 90 procent i 1-åriga kottar till 50 procent i 10-åriga kottar.

I 24 av 28 studerade contortabestånd fann Nyström (1988) spontan självföryngring av contortatall. Variationen var stor mellan bestånd, och i genomsnitt fanns 22 plantor per hektar. I 15 bestånd var självföryngringen av tall och gran högre än den för contortatall. De flesta contortaplantor (75 procent) hittades inom 15 meter från beståndskant eller möjlig frökälla. 70 procent av plantorna hittades på störd mark.

Nemer Barbiche (2013) studerade självföryngring från 37 planterade contortabestånd som låg i anslutning till myrar eller impediment. Contortaplantor fanns etablerade på som mest 103 meters avstånd från moderbeståndet på bergiga impediment, och 136 meter på myrar. Självspredningen var mindre på de torraste och blötaste ståndorterna. I genomsnitt fanns 26 självsådda contortaplantor per hektar.

Sjödin (2012) studerade föryngring i och omkring 20 contortaplanteringar från breddgrad 62°–66° N. Bestånden var omkring 40 år gamla, och i genomsnitt hittades 165 fröplantor per hektar i buffertzonen runt bestånden, och 32 plantor per hektar inne i bestånden. Självsådda fröplantor hittades i alla utom ett av de 20 bestånden. De flesta plantorna hittades på störd mark, och bara 14 procent på orörd mark. Tall och granplantor hittades också, och dessa etablerade sig i högre grad på orörd mark (38 procent respektive 54 procent av de etablerade plantorna). I genomsnitt hittades contortaplantorna 9,6 meter från beståndskanterna, och bara 3 procent hittades på 20–25 meters avstånd. Samma material hade undersökts tio år tidigare i ett annat studentarbete, med liknande resultat och slutsatser (Edin 2000).

Material och metoder

CONTORTABESTÅNDEN I STUDIEN

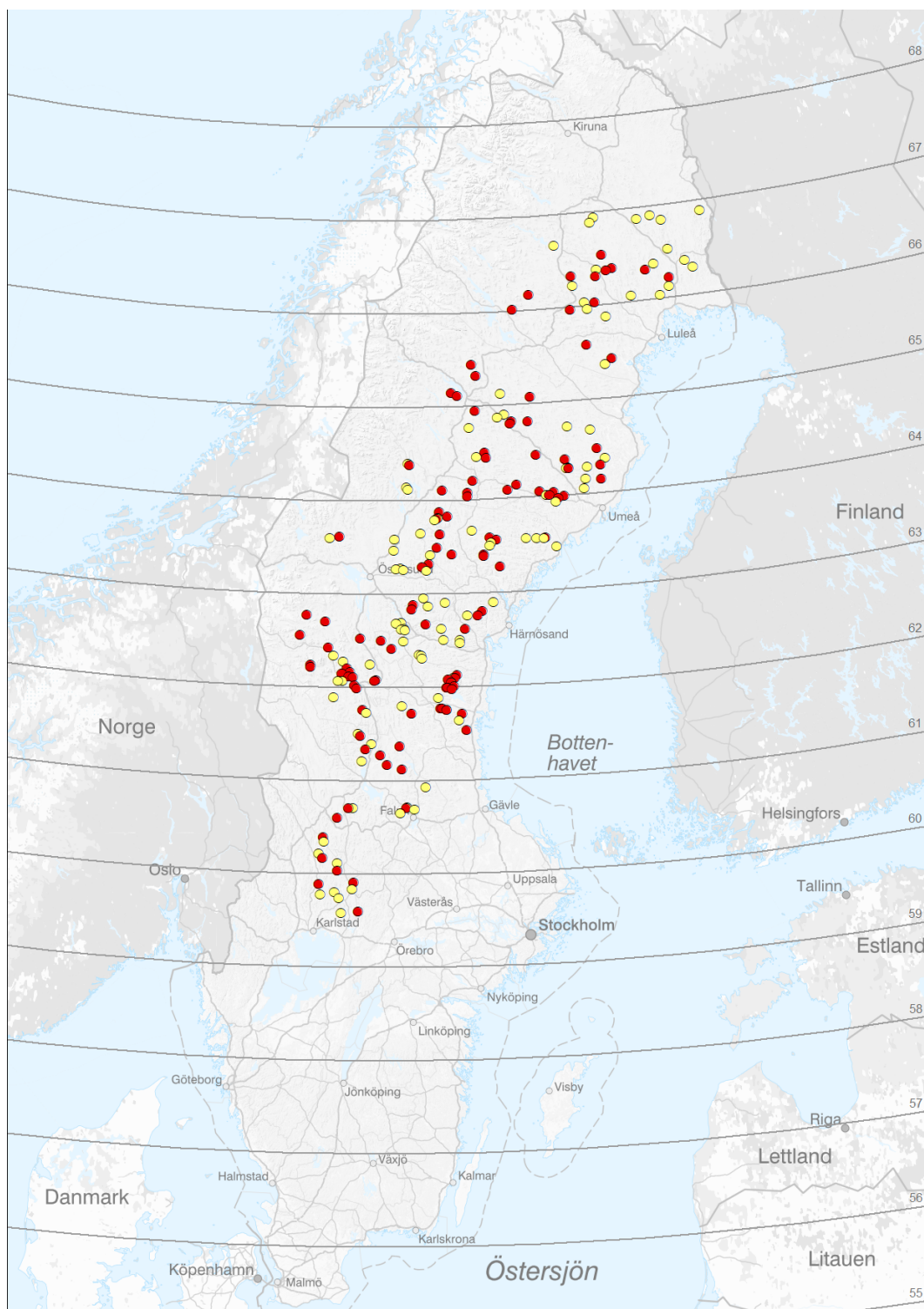
År 2015 påbörjades en storskalig uppföljning av självföryngrad contorta i Sverige. Initiativet till studien kom från en diskussion mellan Skogforsk och fyra skogsföretag i norra Sverige som har använt contortatall: SCA Skog, Bergvik Skog, Holmen Skog och Sveaskog.

Med hjälp av skogsföretagens register gjordes ett slumpmässigt urval av contortabestånd som skulle uppfylla ett antal kriterier: minst 80 procent av volymen skulle vara contorta, minimiålder 25 år, minsta beståndsstorlek 3 hektar och på minst 240 meters avstånd från annat contortabestånd. De flesta utvalda bestånden uppfyllde kriterierna, men några undantag var tvungna att göras.

Totalt valdes 214 bestånd ut, spridda från breddgrad 59,6° N i Värmland till 66,9° N i Norrbotten, ovanför polcirkeln. Altituden varierade mellan 88 och 710 möh. Tabell 1 visar hur bestånden var fördelade på breddgrad, altitud, temperatursumma, beståndsålder och beståndshöjd. Figur 1 visar försöksbeståndens geografiska spridning.

Tabell 1. De 214 contortabestånden och deras fördelning.

Latitud, °N				
<u>59,6–61,9°</u>	<u>62–63,4°</u>	<u>63,5–64,9°</u>	<u>65,0–66,9°</u>	
44	69	62	39	
Altitud, möh.				
<u>88–199</u>	<u>200–299</u>	<u>300–399</u>	<u>400–499</u>	<u>500–710</u>
27	63	62	41	21
Temperatursumma, dygnsgrader				
<u>475–699</u>	<u>700–799</u>	<u>800–899</u>	<u>900–999</u>	<u>1000–1225</u>
42	69	53	28	22
Beståndsålder, år				
<u>25–30</u>	<u>31–35</u>	<u>36–40</u>	<u>41–45</u>	<u>46–55</u>
59	69	54	23	9
Beståndshöjd i kanten, meter				
<u>0–8,9</u>	<u>9–11,9</u>	<u>12–14,9</u>	<u>15–24</u>	
33	60	66	55	

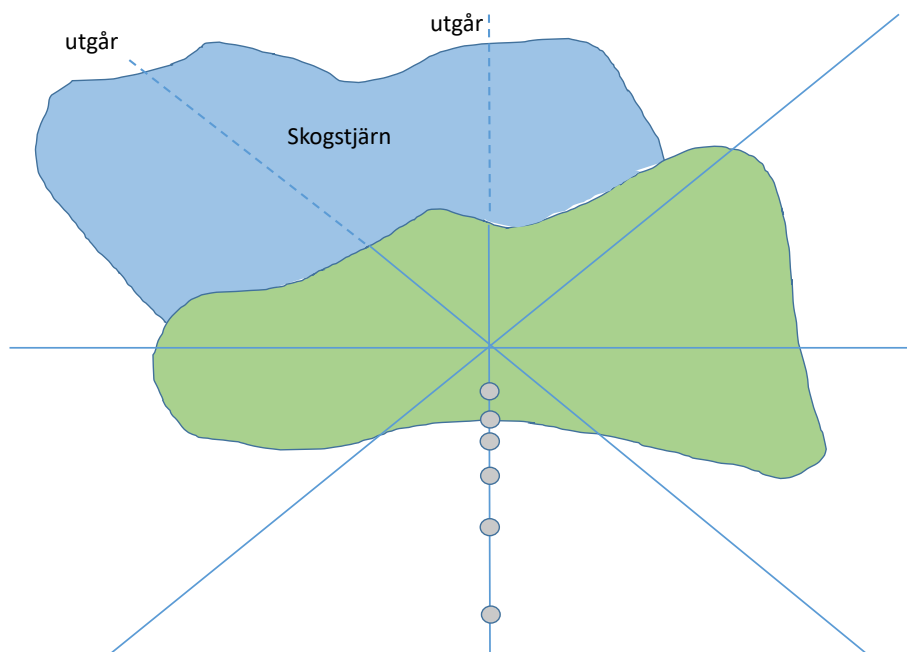


Figur 1. De inventerade contortabestånden. Röda symboler är bestånd där självsådda contortaplantor hittades, gula är bestånd utan självföryngrad contorta.

FÖRSÖKSUTFORMNING OCH INVENTERING

Inventeringarna utfördes under fältsäsongerna 2015, 2016 och 2017 med personal från skogsföretagen efter genomgång och kalibrering tillsammans med Skogforsk.

I varje bestånd lades 8 transekter ut i definierade riktningar (N, NO, O, SO etc.) med start från beståndscentrum. Längs transekterna gjordes inventeringen i små (100 m²) provytor fördelade på fixa avstånd från den bedömda beståndskanten: -30, 0, 15, 30, 60 och 120 meter från beståndskanten (figur 2). Detta innebär att man som mest kunde få ut 8x6=48 provytor från ett bestånd. Totalt skulle 10 272 provytor kunna finnas i hela materialet. En del provytor missades dock, t.ex. om de låg på vägar eller i sjöar. Det totala antalet inventerade provytor var därför 8 194 stycken, i genomsnitt 38 provytor per bestånd.



Figur 2. Exempel på hur provytorerna lades ut i de åtta transekterna från beståndets mitt med provytor på -30 till 120 meters avstånd från beståndskanten. Det gröna fältet är contortabeståndet.

I provytorerna registrerades förekomst av självsådda contortaplantar och plantor av andra trädslag. Minsta höjd för att registreras var 50 cm, detta eftersom det är lätt att missa mindre plantor och att det dessutom kan vara svårt att skilja på tall och contortatall innan plantorna nått en viss höjd.

I alla provytor med förekomst av contortaplantar registrerades ståndortsfaktorer och beståndsdata enligt instruktionen i bilaga 1. En viktig faktor var om marken var störd eller intakt. Den ursprungliga ambitionen var att registrera ståndorts- och beståndsfaktorer på samtliga provytor. Av resursskäl beslutade dock de inventerade skogsföretagen att dessa registreringar skulle begränsas till provytor med contortaplantar. Detta faktum påverkade möjligheterna till mer djupgående analyser. I 32 av försöksbestånden, med totalt 1018 provytor, gjordes dock en fullständig inventering av alla provytor.

STATISTISK ANALYS

Två olika dataset sattes samman. I dataset 1 ingick samtliga inventerade provytor. I dataset 2 ingick provytor från de 32 bestånd där samtliga variabler registrerades i alla provytor (n=1 018).

Sannolikheten att det förekom contortaplantor i provytan (binära data, förekomst eller icke förekomst) analyserades med en GLM-modell med binomial fördelning av den förklarade variabeln. En logit-link funktion användes:

$$\text{logit}(p) = \log \frac{p}{1-p} = \mu + s_i + v_{ij} + e_{ij}$$

där p är sannolikheten att finna en contortaplanta, μ är medelvärdet, s_i är den slumpmässiga effekten av beståndet och v_{ij} är den testade oberoende variabeln, ensam eller i kombination med andra, i bestånd i och provyta j .

Oberoende variabler som testades i dataset 1 var: breddgrad, altitud, temperatursumma, provytans avstånd från beståndskant, beståndsålder, trädhöjd vid beståndskanten samt transektens riktning.

Oberoende variabler som testades i dataset 2 var: ägoslag, jordtyp, jordart, markfuktighet, vegetationstyp (enligt Hägglund & Lundmark 1977), jorddjup (cm, i klasser), humuslagrets tjocklek (cm, i klasser), dominerande trädslag, medelhöjd på beståndet i ytan (m), antal stammar i klasser (n/hektar) samt grundyta (m²/hektar).

Analysen gjordes med PROC GLIMMIX i SAS (SAS/STAT® 9.4 TS Level 1M4, <http://www.sas.com>). För statistisk signifikans krävdes $p < 0,05$.

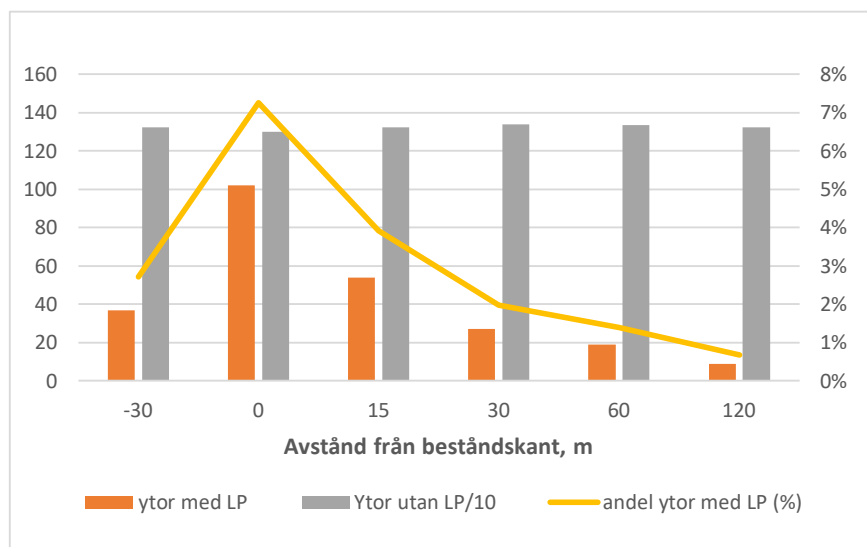
Resultat

ÖVERGRIPANDE RESULTAT

Självföryngrade contortaplantor förekom i 113 av de 214 inventerade objekten (53 procent). På provyttnivå hittades självföryngrade contortaplantor i 246 av 8 194 provytor (3 procent). Det totala antalet contortaplantor i dessa var 544, eller 737 om plantor i grupp räknades individuellt. Av alla registrerade contortaplantor hittades 50 procent i 20 bestånd och 75 procent i 40 bestånd. I provytor med registrerade contortaplantor fanns i genomsnitt 221 plantor per hektar, och räknat på alla inventerade provytor fanns 6,6 contortaplantor per hektar.

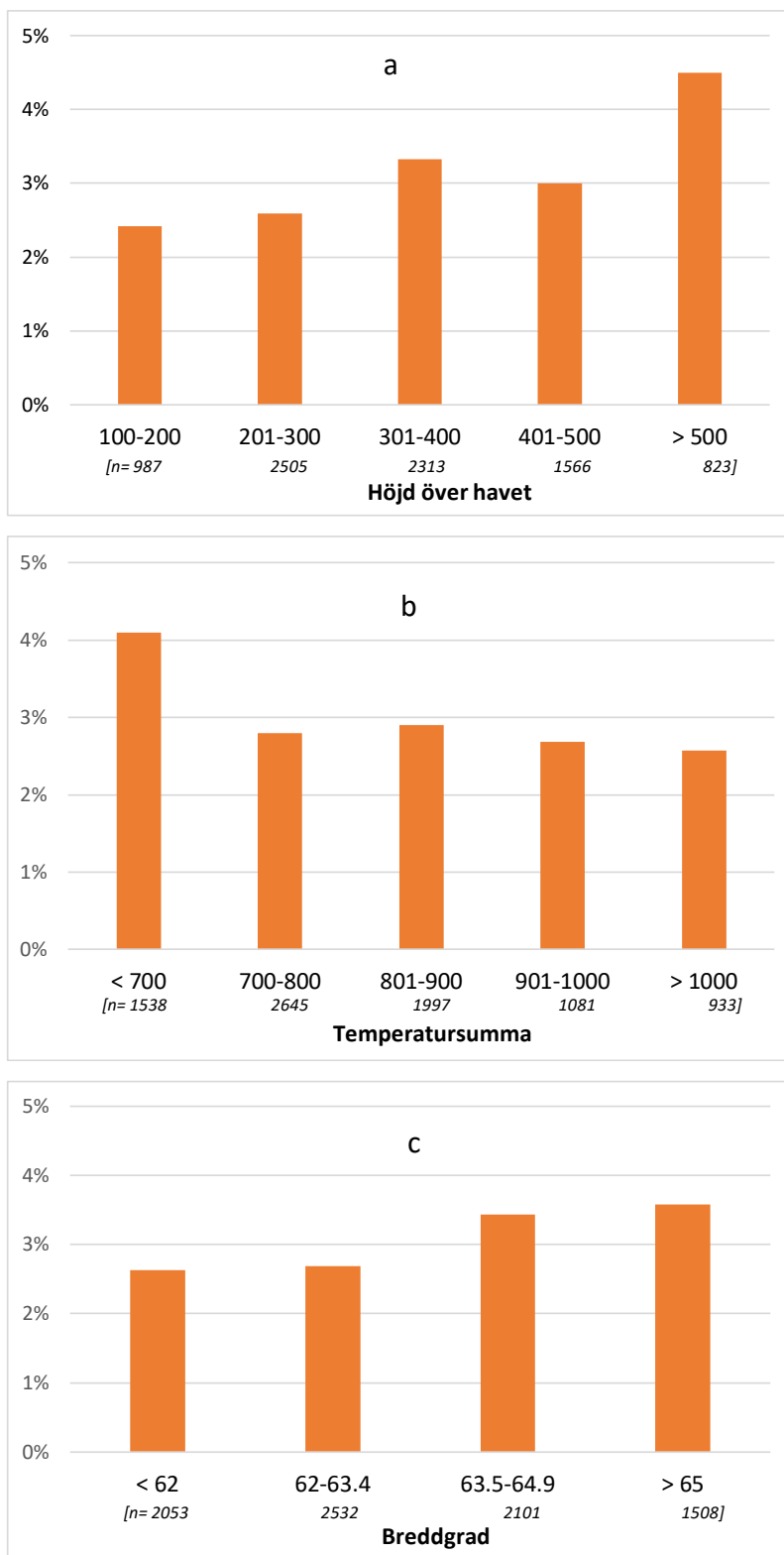
PROVYTOR MED CONTORTAPLANTOR (DATASET 1)

Sannolikheten att det förekom contortaplantor i provytan var signifikant förklarad av avståndet från beståndskanten ($p < 0,01$). De allra flesta provytor med contortaplantor hittades i beståndskanten och i den närmaste buffertzonen utanför (figur 3). Omkring 78 procent av provytorna med contortaplantor fanns inom och upp till 15 meter utanför beståndskanten, och 89 procent upp till 30 meter utanför. På provytorna på längst avstånd från beståndskanten, 120 meter, fanns 3,3 procent av provytorna.



Figur 3. Staplarna visar antal provytor med och utan självsådda contortaplantor fördelade på avstånd från beståndskanten (-30 meter är inne i beståndet, 0 är beståndskanten och 30–120 meter är avstånd utanför beståndskanten). Linjen visar andelen (%) provytor med självsådda contortaplantor på varje avstånd. LP = contortaplantor. Observera att den grå stapeln för provytor utan contortaplantor är nerskalad så att den visar en tiondel av antalet ytor.

Det fanns en svag tendens till en större andel provytor med contortaplantor på högre höjd över havet ($p < 0,13$, figur 4a) och i bestånd med lägre temperatursumma ($p < 0,08$, figur 4b med temperatursumma beräknad enligt Morén & Perttu 1994). Effekten av breddgrad var inte signifikant ($p < 0,40$, figur 4c).



Figur 4. Provytor med registrerade contortplantor som andel av samtliga provytor fördelade över höjd över havet (a), temperatursumma (b) och breddgrad (c).

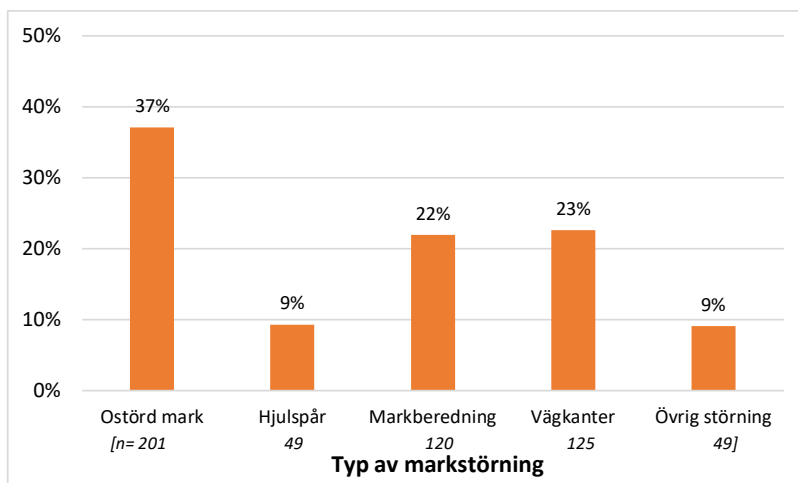
Det fanns ingen signifikant effekt av beståndsålder och beståndshöjd (figur 5a-b), och inte heller av transekternas väderstreck.



Figur 5. Provytor med registrerade contortplantor som andel av samtliga provytor fördelade över beståndsålder och beståndshöjd.

MARKSTÖRNING

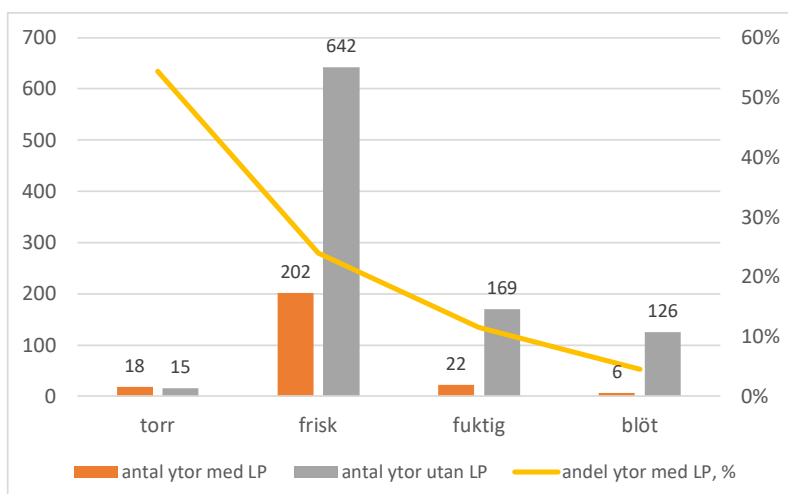
Contortplantor hittades både på intakt, ostörd mark (37 procent av alla provytor med contortplantor) och på störd mark (63 procent), varav 9 procent fanns i hjulspår, 22 procent i gamla markberedningsfläckar, 23 procent i vägkanter och 9 procent i andra registrerade störningar (figur 6). Det bör noteras att det ofta är svårt att uppfatta gamla markberedningsspår som har vuxit igen. Många av de provytor som registrerades som ostörda kan därför i själva verket ha haft störd mark vid tidpunkten för plantornas etablering.



Figur 6. Provytor med registrerade contortaplanter och deras relativa fördelning på olika störningsklasser (ostörd mark, hjulspår, markberedning, vägkanter och annan störning).

FULLSTÄNDIGT INVENTERADE PROVYTOR (DATASET 2)

Detta dataset hämtades från de 32 bestånd där samtliga bestånds- och ståndortsfaktorer registrerades i samtliga provytor, alltså även de som inte hade några contortaplanter. Många av variablerna i detta dataset var korrelerade med varandra. Analysen indikerade att förekomsten av självsådd contortatall var slumpmässigt fördelad. Ingen av de testade variablerna kunde signifikant förklara förekomsten av contortatall. Om man också inkluderar de övriga provytorna med registrerade contortaplanter syntes en tendens att markfuktighet hade viss inverkan, med färre registrerade contortaplanter på fuktig och våt mark (figur 7). Detta kunde dock inte testas statistiskt eftersom beståndsvariabler inte registrerades på alla provytor i dataset 1.



Figur 7. Antal provytor med och utan självsådd contortatall fördelade på markfuktighetsklasser (staplar) och den relativa andelen provytor med contortatall i förhållande till alla provytor där markfuktighet registrerats (linje).

LP = contortaplanter.

Diskussion

Resultaten visar att contortatall har förmåga att sprida sig i skogsmark i Sverige, vilket också var förväntat. Omfattningen är däremot begränsad. I hela materialet med 8 194 provytor (motsvarande 81,9 ha) hittades 544 contortaplantor, vilket ger ett genomsnitt i hela försökmaterialet på 6,6 plantor per hektar. Contortaplantor hittades i och omkring drygt hälften av alla bestånd (53 procent), men några bestånd utmärkte sig med högre antal. Omkring 50 procent av de självsådda contortaplantorna fanns i 20 bestånd, och 75 procent i 40 bestånd.

MEST I BESTÅNSKANTERNA

Resultaten bekräftar också tidigare observationer att självsådd är vanligast i beståndskanten eller strax utanför. I kanten och zonen upp till 15 meter ifrån beståndskanten hittades 63 procent av alla provytor med contortatall, och 66 procent av alla contortaplantor. Dessa resultat stämmer överens med studentrapporterna från Nyström (1988), Edin (2000) och Sjödin (2012).

Tendensen att förekomsten ökade med ökad altitud kan förmodligen förklaras av att bördigheten var lägre på högre höjd över havet, dvs. att vegetationskonkurrensen var lägre, även om det inte gick att se någon statistisk signifikans av markvegetation i materialet. Resultaten från dataset 2 ska dock tolkas med viss försiktighet eftersom antalet provytor var alltför begränsat för att med säkerhet kunna sägas vara representativt för alla ytor utan contortaplantor i dataset 1.

Förekomsten av självsådd contortatall stämmer också väl med tidigare studier. Nyström (1988) hittade spontanföryngrad contortatall i 24 av 28 contortabestånd, med en genomsnittlig täthet på 22 plantor per hektar. Sjödin (2012) hittade självföryngrad contorta i 19 av 20 contortabestånd, med i genomsnitt 98 plantor per hektar. Självföryngringen var betydligt lägre inne i bestånden (32 plantor per hektar) än i beståndskanten (165 plantor per hektar) i Sjödens (2012) studie.

MER PÅ STÖRD MARK

En stor andel av provytorna med contortatall hittades på störd mark (63 procent), till exempel hjulspår, markberedningsfläckar och vägkanter. Gamla markberedningsspår kan dock vara svåra att upptäcka i fält när de har blivit övervuxna. Av de 37 procent av provytorna som inte hade registrerad markstörning, kan många ändå ha varit störda vid tidpunkten för plantornas etablering. Resultaten bekräftar dock tidigare studier som visar att contortatallen främst etablerar sig efter störning. Sjödin (2012) hittade bara 14 procent av contortaplantorna i ostörd mark. De övriga växte i vägkanter, hjulspår och andra störda marktyper.

INGA BELÄGG FÖR ÖKAD RISK PÅ FUKTIG MARK

Denna studie kunde inte bekräfta att självföryngringen skulle vara större på öppna myrar än på fastmark. Tvärtom var andelen provytor med contortatall lägre på fuktiga och våta jordar, som normalt innefattar torvmarker. Det går däremot inte att bortse från att det finns en risk för att contortatallen sprids ut på myrar och impediment. Nemer Barbiche (2013) fann självföryngrade contortaplantor på upp till 136 meters avstånd från beståndskanten på myrar.

OTYDLIGA ÅLDERSEFFEKTER

Effekten av beståndsålder kunde inte bekräftas i detta material, även om det fanns en tendens till att bestånd yngre än 35 år hade en lägre andel provytor med contortaplantar. Bestånden i studien var mellan 25 och 55 år gamla, och alla är i en ålder när fröproduktion kan förväntas. Contorta kan producera frö i ung ålder. I Nya Zeeland har fröproduktion från 5-åriga bestånd rapporterats (Ledgard 2001), och i Nordamerika från 10-åriga bestånd (Schmidt & Alexander 1985, Hannerz m.fl. 2001). I Sverige har kottar registrerats på träd som är yngre än 10 år, även om det är ovanligt (Jägbrant 2014).

EKOLOGISKA EFFEKTER AV CONTORTANS SJÄLVSPRIDNING

Contortatallens påverkan på miljön finns beskrivna i en miljökonsekvensanalys från millennieskiftet (Andersson m.fl. 1999, Engelmark m.fl. 2001). Sedan dess har kunskapsläget fördjupats, men slutsatserna från rapporterna är fortfarande giltiga. Engelmark (2010) har senare framhållit contortatallen som ett ”storskaligt ekologiskt experiment”. En rapport från svenska FSC summerar att risken för självspredning är hög, men att kunskapen är begränsad. I samma rapport sägs också att påverkan på den biologiska mångfalden är något förhöjd på grund av självspredningen, och att det därför behövs röjning, landskapsplanering och skyddszoner runt känsliga områden där contorta ska undvikas (Widenfalk 2015). En doktorsavhandling fann att contortabestånd har högre täckningsgrad av kärlväxter än bestånd med de inhemska barrarterna, och att diversiteten av vedlevande lavar på contortastammar är på samma nivå som på svensk tall (Bäcklund 2016). Slutsatsen från avhandlingen var att plantering av contorta inte skapar ”gröna öknar” med hänsyn till vedlevande lavar och fältvegetation. Dickie m.fl. (2014) beskriver att contorttallen kan påverka markorganismerna och näringsomsättningen, och också skapa ett skifte i mykorrhizasamhället.

En farhåga med införda trädslag är att de kan korsa sig och bilda hybrider med inhemska arter. *Pinus contorta* subsp. *latifolia* kan korsa sig med jack pine (*Pinus banksiana*) i det område i Kanada där deras utbredning överlappar varandra (Critchfield 1980). Contortatallen har däremot inte korsat sig med andra tallarter. Flera försök har gjorts att skapa hybrider mellan contortatall och svensk tall eller andra arter i släktet *Sylvestres*, men dessa försök har bara resulterat i tomma eller icke-vitala frön (Critchfield 1980). Enligt OECD (2010) utgör den starka barriären att det inte finns någon risk att contortatallen kontaminerar de europeiska inhemska tallarterna.

BEGREPPET INVASIV

Invasivitet är ett mångtydigt begrepp som har olika betydelse i litteraturen och i nationella och överstatliga riktlinjer. Ett försök att definiera de olika stegen mot invasivitet gjordes av Richardson m.fl. (2000). I det första steget **Introduktion** lyckas en planta eller frö passera en geografisk barriär med människans hjälp. Nästa steg är **Naturalisering**, vilket uppnås när växten har visat sig kunna överleva och föröka sig. **Invasion** kräver att växterna kan sprida sina avkommor på längre avstånd från introduktionen, minst 100 meter över en 50-årsperiod för arter som sprids med frö eller vegetativa skott. Richardson m.fl. (2000) poängterade att Invasiv inte betyder att arten gör någon miljömässig eller ekonomisk skada. En invasiv art kan vara skadlig och bli klassad som pest eller ogräs, men omkring 20–50 procent av alla invasiva växter leder inte till några skadliga effekter. Omkring 10 procent av de invasiva växtarterna har stor påverkan på ekosystemen, och dessa kallas då **Transformerare** (Richardson m.fl. 2000).

Stegen mot invasivitet inkluderar flera delsteg där människan kan bidra till att stoppa eller kontrollera den invasiva arten. Blackburn m.fl. (2011) beskriver ett ramverk om hur mänsklig påverkan bidrar till invasioner. Det första steget är **Transport** (till exempel handel eller oavsiktlig transport) följt av **Introduktion** (förmåga att växa på den nya platsen). **Etablering** innebär att arten överlever och kan föröka sig i den nya miljön. Det följs av **Spridning** och slutligen **Invasion**.

Transport och Introduktion kan kontrolleras med förebyggande åtgärder och övervakning, och en introducerad art kan teoretiskt bli utrotad. När den väl är Etablerad måste åtgärder sättas in för att förebygga en vidare expansion. Om alla dessa åtgärder misslyckas är Invasion ett faktum. Åtgärderna nu måste anpassas till att lindra de negativa konsekvenserna av den invasiva arten.

MÅNGA TALLARTER ÄR INVASIVA

Tallar har många av de egenskaper som utmärker potentiellt invasiva arter: små frön, ett stort och relativt jämnt fröfall, en kort ungdomsfas, spridning med vinden och god etableringsförmåga i nya miljöer (Rejmánek & Richardson 1996). Barriärerna för att betraktas som invasiv har passerats för 18 av de introducerade tallarterna på södra halvklotet, och ytterligare fem tallarter klassas som naturaliserade (Richardson & Petit 2006). De invasiva arterna har regionalt haft stor påverkan på ekologin och ekonomin. I Nya Zeeland är contortatallen den mest aggressiva invasionsarten bland barrträden, och trädslaget har varit föremål för motåtgärder sedan 1960-talet (Ledgard 2001). Åtgärderna innefattar bränning, handryckning, avverkning och behandling med kemiska preparat på stubbar och barrverk.

I Chile har contortatallen en kortare historia, men den anses ha potential att bli invasiv (t.ex. Peña m.fl. 2008, Langdon m.fl. 2010). Den risk man ser är att arten ska sprida sig till naturskogar och naturreservat.

Skogsindustrin i Sydafrika har i hög grad använt introducerade tallarter, och landet anses ha de största problemen med invasiva skogsträd (Rouget m.fl. 2002). Tallarter och *Acacia* dominerar bland de invasiva arterna, men contortatall används inte i Sydafrika.

På norra halvklotet har man hittills tonat ner riskerna för invasivitet hos introducerade tallarter. I en genomgång av invasiva barrträd i Europa fann Carrillo-Gavilán och Vilà (2010) få exempel på invasivitet. De förklarade detta med det nära släktskapet mellan de införda och naturligt förekommande tallarterna, och den begränsade introduktionen. En genomgång av brittiska erfarenheter tonar också ned de ekologiska riskerna med invasiva barrträd, även om en del planteringar i hedlandskap har haft stora ekologiska effekter (Peterken 2001).

ÄR CONTORTATALLEN INVASIV I SVERIGE?

Europeiska unionen (EU-förordning 1143/2014) har en definition av invasivitet som fokuserar på ekosystemeffekter: *"främmande art vars introduktion eller spridning har konstaterats hota eller negativt inverka på biologisk mångfald och relaterade ekosystemtjänster."* En liknande definition används också av svenska Naturvårdsverket. EU har tagit fram en lista över invasiva arter (EU 2017). Ingen av arterna på listan är skogsträd som används i Sverige. För närvarande pågår ett arbete för att ta fram en svensk lista på invasiva arter. Ett underlag för denna lista togs fram av Artdatabanken (Strand m.fl.

2018). I underlaget klassificerades contortatall som en art med ”*mycket hög risk*” med avseende på invasionspotential och ekologisk effekt. När denna rapport skrivs är det oklart om contortatallen kommer att bli upptagen på den nationella listan eller inte.

När man ser till stegen på väg mot invasivitet så är contortatallen definitivt etablerad och naturaliserad i Sverige. Arten sprids också i en hastighet som är tillräcklig för att betraktas som invasiv enligt Richardson m.fl. (2000), dvs. minst 100 meter under en 50-årsperiod. Med tanke på de stora arealer som finns av planterad contortatall så är arten förmodligen svår att utrota, om detta skulle vara målet. Däremot är spridningen från uppvuxna bestånd fortfarande långsam och begränsad, och självföryngringen sker till övervägande del nära moderträden eller bestånden. Plantor som har etablerat sig sprider inte egna frön förrän efter många år, och det är därför möjligt att röja bort plantor med röjsåg eller att rycka upp dem manuellt om det finns ett behov av att reducera spridningen.

Problemen kan dock bli större om trädslaget expanderar upp i fjällkanten, på myrar eller i naturreservat, alltså i områden där det praktiska skogsbruket inte har ”daglig kontroll”. Än så länge har sådana problem inte rapporterats, men det finns en potentiell risk. Även om spridningen av contortatallen i Sverige kan anses vara under någorlunda kontroll kan den bli ett problem i framtiden. Långlivade träd har ofta en lag-fas innan de blir invasiva. En del trädarter har visat sig bli invasiva först 50 år efter introduktionen (Doded & Collet 2012). Contortatallen växer också ofta i blandade bestånd tillsammans med tall och gran, vilket försvårar kontrollen.

SAMMANVÄGNING AV RISK OCH NYTTA

I praktiken måste de potentiella ekologiska riskerna med en främmande trädart vägas mot de potentiella vinsterna. En fjärdedel av alla plantageskogar i världen består av introducerade trädslag (Doded & Collet 2012). De främmande trädslagen bidrar med råvara till den efterfrågan som finns på timmer, energi och papper, och de används också för att restaurera degenererade marker och att fungera som kolsänkor (Doded & Collet 2012). Vinsterna med främmande trädslag lyftes upp av Skogsstyrelsen (2018), som pekade på framför allt contortatallens betydelse för skogssektorn i den svenska bioekonomin. Vinsten från att plantera contorta på 14 000 hektar per år beräknades bidra med 2,14 miljoner kubikmeter per år inom en 100-årsperiod (Skogsstyrelsen 2018).

Vid sidan av att bidra med rundvirke för skogs- och energisektorerna, innebär plantering av contorta också till ökad kolinlagring och därmed en klimatvinst (Lundmark m.fl. 2014). Kjaer m.fl. (2014) poängterar utmaningarna med klimatförändringen och det ökade behovet av både biomassa och kolinlagring, och dessutom att ett förändrat klimat kommer att påverka de inhemska trädslagens utbredning. Dessa faktorer pekar mot behovet att utnyttja nya, införda, trädslag i det nordiska skogsbruket (Kjaer m.fl. 2014).

ÅTGÄRDER MOT SJÄLVSPRIDNING

Den långa livslängden och långsamma dynamiken hos många introducerade trädslag ger goda möjligheter att kontrollera spridningen så länge som populationerna är små (Doded & Collet 2012). Övervakning samt eliminering av självspredda plantor inom känsliga områden är två åtgärder. En genomtänkt landskapsplanering där de främmande trädslagen är samlade inom begränsade områden innebär att beståndsgränserna blir kortare och att det blir lättare att hålla spridningen under kontroll (Doded & Collet 2012).

Planterade bestånd av främmande trädslag kan antingen vara omgivna av uppvuxen skog med inhemska trädslag där självföryngringen är begränsad, eller av mark som tillåter mer radikala åtgärder för att eliminera de självsådda plantorna, till exempel bränning (Dodet & Collet 2012).

När en art väl har börjat sprida sig in i angränsande bestånd eller ekosystem, finns tre möjliga strategier: eliminering (total eliminering), inneslutning (att se till att spridning inte kan ske utanför ett visst område) och begränsning (att hålla nere antal och volym av trädslaget för att minska deras negativa påverkan) (van Wilgen m.fl. 2011).

En förutsättning för att kunna kontrollera den potentiella invasiviteten hos contortatallarna är kunskap om var bestånden finns och var självföryngring sker. Rutinmässig och upprepad övervakning kring planterade bestånd är då nödvändigt, och detta behov blir större ju äldre beståndet blir.

Ett av företagen som deltagit i denna studie redovisar ett kontrollprogram med åtgärder som varierar för olika situationer (Magnus Andersson, pers. komm.). Självföryngrad contortatall anses vara ett stort problem i alla hänsynsytor, i skogar som avsatts för naturvård samt på impedimentmarker såsom myrar och hållmark. Självspridda contortaplantar inventeras rutinmässigt i samband med skogsbruks- och planeringsåtgärder i de aktuella contortabestånden. Alla observationer av självsådd contorta registreras i företagets GIS-system och följs upp med bortröjning av plantorna. I blandskogar, där contortatall växer tillsammans med gran, tall och lövträd, avvecklas contortatallarna i samband med slutavverkningen. Efter avverkningen görs en rövning där självsådda contortaplantar elimineras. Om planter hittas på myrar, dras dessa upp för hand eller röjs bort med handsåg.

Med intentionen att befrämja nationella myndigheter till att implementera generella riktlinjer vad gäller förebyggande och begränsning av de risker som främmande invasiva trädslag utgör, presenterade Brundu och Richardsson (2016) en uppförandekod (Code of Conduct on Planted Forest and Invasive Alien Trees). Denna kod omfattar 14 principer som i flertalet fall är relevanta för svenska förhållanden.

I Nya Zeeland, där contortatallarna definitivt är invasiv, finns omfattande kontrollprogram med bete (för yngre plantor), bränning, handryckning, avverkning och behandling med kemikalier (Ledgard 2001). Bränning är möjligt också i Sverige som en metod för att eliminera contortaplantar. Den kemiska behandlingen med natriumklorat, 2,4-D eller glyfosat som använts i Nya Zeeland är dock inte ett alternativ i Sverige.

Utöver kontrollprogram och planerad eliminering, föreslår Widenfalk (2015) att en skyddsplantering av tall anläggs runt contortabestånden. I denna skyddszon minskar risken att contortatallarna blir etablerad, eftersom den främst etableras i beståndskanten. Widenfalk (2015) föreslår också att contortan undviks i zoner runt biologiskt värdefulla områden. Sådana skyddszoner beskrivs också i skogsvårdslagen.

Den svenska skogsvårdslagen innehåller flera restriktioner för användningen av contortatall i Sverige. Regelverket är för närvarande under utredning (Skogsstyrelsen 2018). Skogsstyrelsen föreslår att ett antal av begränsningarna tas bort, till exempel att det ska bli tillåtet att plantera contortatall i södra Sverige, på bördiga ståndorter och på lokaler där det råder brist på frö av inhemska trädslag. Den nuvarande arealbegränsningen, 14 000 hektar per år, samt förbudet mot att plantera contortatall på hög höjd över havet, föreslås dock bli kvar i skogsvårdslagen.

Fortsatt forskning

Den storskaliga planteringen av contortatall hade sin höjdpunkt på 1980-talet, och dessa bestånd är nu i 30–40-årsåldern. Det är en ålder när fröproduktion kan förväntas vara hög. Det är möjligt att självspredningen av contortatall kommer att öka, och det är därför viktigt att övervaka omfattningen och att följa upp tidigare studier kring hur långt arten kan spridas. Nyttan med kantzoner runt contortabestånden behöver också undersökas.

Materialet bakom denna studie skulle kunna kompletteras med GIS-analyser som mäter fördelningen av bestånds- och marktyper kring de planterade contortabestånden. Bestånd som omges av myrar och fastmarksimpediment kunde återbesökas, och observationer bör också göras på längre avstånd från bestånden än i denna studie. Eftersom många contortabestånd i mogen ålder inte har någon självspredning alls (47 procent av bestånden i denna studie) är det önskvärt att kunna identifiera under vilka förhållanden självsådd är mindre sannolik.

Slutsatser

- Contortatallen har förmåga till självspredning i hela det område där den är planterad i Sverige.
- Självspredningen är koncentrerad till vissa bestånd och till kantzonerna runt beståndet.
- Självspredning förekommer framför allt på störd mark som hjulspår, markberedning och vägkanter.
- Det går inte att undvika att contortatallen får en viss spridning i de svenska skogarna, men spridningen kan begränsas med övervakningsprogram och bortröjning av plantor runt de etablerade contortabestånden eftersom spridningen går långsamt.
- Den stora andelen av de anlagda contortabestånden har nu nått en ålder när fröproduktionen är hög, därför kan självspredningen till omgivande skog förväntas öka.
- Det är viktigt att kontrollera så att contortatallen inte sprider sig på myrar, andra impediment eller till skyddade områden. Om sådan spridning upptäcks bör den stoppas i tid.
- Fortfarande saknas mycket kunskap om hur olika bestånd och ståndortsförutsättningar påverkar risken för självspredning.
- Det saknas också kunskap om nyttan med eventuella kantzoner med plantering av andra trädslag runt contortabestånden. Eftersom contortatallen har svårt att etablera sig inne i bestånd, skulle en skyddszon med planterad tall eller gran runt contortan kunna begränsa spridningen. Detta måste undersökas i kontrollerade fältstudier.

Referenser

- Ackzell, L., Elfving, B. & Lindgren, D. 1994. Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 65, 105-113.
- Andersson, A., Engelmark, O., Rosvall, O. & Sjöberg, K. 1999. Miljökonsekvensanalys (MKB) av skogsbruk med contortatall i Sverige. Skogforsk, Redogörelse No. 1, 1999. 50 pp. (In Swedish with English abstract.)
- Bäcklund, S. 2016. The Introduction of *Pinus contorta* in Sweden. Implications for forest diversity. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2016:30.
- Blackburn, T. M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J. T., Duncan, R. P., Jaroš, V., Wilson, J. R. U. & Richardson, D. M. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 26, 333-339.
- Brundu, G. & Richardson, D.M. 2016, Planted forests and invasive alien trees in Europe: A Code for managing existing and future plantings to mitigate the risk of negative impacts from invasions. *Neobiota* 30, 5-47.
- Carrillo-Gavilán, M. A. & Vilà, M. 2010. Little evidence of invasion by alien conifers in Europe. *Diversity and Distributions* 16, 203-213.
- Critchfield W.B. (1980) Genetics of lodgepole pine. USDA Forest Service, Research Paper WO-37, Washington, D.C. 57 pp.
- Despain, D. G. 2001. Dispersal ecology of lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.) in its native environment as related to Swedish forestry. *Forest Ecology and Management* 141, 59-68.
- Dickie, I.A., St John, M.G., Yeates, G.W., Morse, C.W., Bonner, K.I., Orwin, K. & Peltzer, D.A. 2014. Belowground legacies of *Pinus contorta* invasion and removal result in multiple mechanisms of invasional meltdown. *AoB Plants* 6, plu056, doi:10.1093/aobpla/plu056.
- Dodet, M. & Collet, C. 2012. When should exotic forest plantation tree species be considered as an invasive threat and how should we treat them? *Biological Invasions* 14, 1765-1778.
- Edin, M. 2000. Contortatallens självspredning i anslutning till planterade bestånd i Norrland. Sveriges lantbruksuniversitet, Examensarbete i ämnet skogsskötsel. (In Swedish with English abstract.)
- Elfving, B. & Norgren, O. 1993. Volume yield superiority of lodgepole pine compared to Scots pine in Sweden. In: Lindgren, D. (ed.), *Pinus contorta* from untamed forests to domestic crop. Proc. of the IUFRO meeting and Frans Kempe Symposium 1992 on *Pinus contorta* provenances and breeding. Report 11, Dept. of Forest Genetics and Plant Physiology, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, pp. 69-80.
- 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.
- Engelmark, O. 2011. Contortatall i Sverige – ett storskaligt ekologiskt experiment. Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta Skog nr 9, 2011. 4 pp.

- Engelmark O., Sjöberg, K., Andersson, B., Rosvall, O., Ågren, G. I., Baker, W. L., Barklund, P., Björkman, C., Despain, D. G., Elfving, B., Ennos, R. A., Karlman, M., Knecht, M. F., Knight, D. H., Ledgard, N. J., Lindelöw, Å., Nilsson, C., Peterken, G. F., Sörlin, S. & Sykes, M. T. 2001. Ecological effects and management aspects of an exotic tree species: the case of lodgepole pine in Sweden. *Forest Ecology and Management* 141, 3-13.
- Ericsson, T. 1994. Lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) breeding in Sweden – results and prospects based on early evaluations. PhD Thesis, Dept of Forest Genetics and Plant Physiology, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, 32 pp.
- European Union, 2017. Invasive Alien Species of Union concern.
http://ec.europa.eu/environment/nature/pdf/IAS_brochure_species.pdf
- Fowells, H.A. (Compiler). 1965. Silvics of forest trees of the United States. U.S. Dept. Agric. Agric. Handb. 762 p.
- Hägglund, B. & Lundmark, J-E. 2004.Handledning i Bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. Del 3. Markvegetationstyper Skogsmarksflora. Fjärde upplagan. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Hannerz, M., Aitken, S. N., Ericsson, T. & Ying, C. 2001. Inheritance of strobili production and genetic correlation with growth in lodgepole pine. *Forest Genetics* 8, 323-329.
- Hannerz, M., Eriksson, U., Wennström, U. & Wilhelmsson, L. 2000. Tall- och granfrö-plantager i Sverige - en beskrivning med analys av framtida fröförsörjning. Skogforsk, Redogörelse 1:2000. 40 s.
- Jacobson, S. & Hannerz, M. 2020. Natural regeneration of lodgepole pine in boreal Sweden. *Biological Invasions*. DOI:10.1007/s10530-020-02262-0. (In press).
- Jansons, A., Sisenis, L., Neimane, U. & Rieksts-Riekstins, J. 2013. Biomass production of young lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) stands in Latvia. *iForest–Biogeosciences and Forestry* 6: 10-14 [
- Jägbrant, R. 2014. Hur mycket frö sprids från *Pinus contorta*? Kottproduktion, serotinitet och frökvalitet i relation till beståndsålder i södra Norrland. Examensarbeten 2014:12, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Sveriges lantbruksuniversitet. (In Swedish with English abstract.)
- Karlman, M. 2001. Risks associated with the introduction of *Pinus contorta* in northern Sweden with respect to pathogens. *Forest Ecology and Management* 141, 97-105.
- Kjaer, E. D., Lobo, A. & Myking, T. 2014. The role of exotic tree species in Nordic forestry. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29, 323-332.
- Knight, D. A., Baker, W. L., Engelmark, O. & Nilsson, C. 2001. A landscape perspective on the establishment of exotic tree plantations: lodgepole pine (*Pinus contorta*) in Sweden. *Forest Ecology and Management* 141, 131-142.
- Langdon, B., Pauchard, A. & Aguayo, M. 2010. *Pinus contorta* invasion in the Chilean Patagonia: local patterns in a global context. *Biological Invasions* 12, 3961-3971.
- Lanner, R.M., 1998. Seed dispersal in *Pinus*. In: Richardson, D.M. (Ed.), *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 281-295.

- Ledgard, N. 1993. A review of research and management of natural regeneration of introduced Lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.) with particular emphasis on its unwanted spread in New Zealand. In: Lindgren, D. (ed.), *Pinus contorta* – From untamed forest to domestic crop. Proc. of the IUFRO Workshop WP 2.02.06 and Frans Kempe Symposium, Umeå, Sweden, August 24-28, 1992. Dept of Forest Genetics and Plant Physiology, Swedish University of Agricultural Sciences Report No. 11, pp. 388-406.
- Ledgard, N. 2001. The spread of lodgepole pine (*Pinus contorta*, Dougl.) in New Zealand. *Forest Ecology and Management* 141, 43-57.
- Lotan, J. E. 1976. Cone serotiny-fire relationships in lodgepole pine. In: Proceedings, Tall timbers fire ecology conference and Intermountain fire research council Fire and Land Management Symposium, University of Montana, Missoula, MT, 8-10 October 1974. Tall Timbers Research Station, Tallahassee, FL., pp. 267-278.
- Lotan, J. E. & Perry, D. A. 1983. Ecology and regeneration of lodgepole pine, *Agriculture Handbook* No. 606. United States Forest Service, Washington, DC, 51 pp.
- Lotan, J. E. & Critchfield, W. B. 1990, *Pinus contorta*. In: Burns, R. M. & Honkala, B. H. (eds.). *Silvics of North America. Vol. 1. Conifers*. USDA Forest Service. *Agricult. Handbook* 654. Washington, DC, pp. 302-315.
- Lundmark, T., Bergh, J., Hofer, P., Lundström, A., Nordin, A., Poudel, B.C., Sathre, R., Taverna, R. & Werner, F. 2014. Potential roles of Swedish forestry in the context of climate change mitigation. *Forests* 2014, 5, 557-578; doi:10.3390/f5040557
- Morén, A-S. & Perttu, K. L. 1994. Regional temperature and radiation indices and their adjustment to horizontal and inclined forest land. *Studia Forestalia Suecica* 194. Uppsala. 19 pp.
- Nemer Barbiche, J. 2013. Självspredning av contortatall (*Pinus contorta*) på impedimentmark i Sverige. Examensarbeten 2013:12, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Sveriges lantbruksuniversitet. (In Swedish with English abstract.)
- Norgren, O. 1996. Growth analysis of Scots pine and lodgepole pine seedlings. *Forest Ecology and Management* 86, 15-26.
- Nyström, B. 1988. Spontan självföryngring i norrländska contortaplanteringar. Examensarbete i skogsskötsel. Skogsmästarskolan, Skinnskatteberg.
- OECD. 2010. Section 5 - Lodgepole pine (*Pinus contorta*), in *Safety Assessment of Transgenic Organisms, Volume 3: OECD Consensus Documents*, OECD Publishing, Paris.
- Owens, J.N. 2006. The reproductive biology of lodgepole pine. *Forest genetics council of British Columbia*. ISBN 0-7726-5342-9.
- Peña, E., Hidalgo, M., Langdon, B. & Pauchard, A. 2008. Patterns of spread of *Pinus contorta* Dougl. Ex Loud. invasion in a natural reserve in southern South America. *Forest Ecology and Management* 256, 1049-1054.
- Peterken G. F. 2001. Ecological effects of introduced tree species in Britain. *Forest Ecology and Management* 141, 31-42.

- Rejmánek M. & Richardson D.M. 1996. What attributes make some plant species more invasive? *Ecology* 77, 1655–1661.
- Richardson, D. M. & Petit, R. J. 2006. Pine as invasive aliens: Outlook on transgenic pine plantations in the southern hemisphere. In: Williams, C. G. (ed.), *Landscapes, Genomics and Transgenic Conifers*. Springer. pp. 169-188.
- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D. & West, C. J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6, 93-107.
- Romell, L.-G., 1938. Växternas spridningsmöjligheter. I: Skottsberg, C. (Ed.), *Växternas Liv IV. Nordisk Familjeboks Förlag AB, Stockholm*, s. 279-448.
- Rosvall, O. 1994. Contortatallens stabilitet mot vind och snö. *Skogforsk, Redogörelse* No. 2. 47 s.
- Rouget, M., Richardson, D. M., Nel, J. L. & van Wilgen, B. 2002. Commercially important trees as invasive aliens – towards spatially explicit risk assessment at a national scale. *Biological Invasions* 4, 397-412.
- Schmidt, W.C., Alexander, R.R., 1985. Strategies for managing lodgepole pine. In: Baumgartner et al. (Eds.), *Lodgepole pine: The Species and its Management. Proceedings of the Symposium May 14-16, Vancouver, Canada*. Available from Washington State University, Pullman, WA, USA, pp. 201-210.
- Sjödin, J. 2012. Undersökning av självspredning av contortatallen i norra Sverige. Examensarbeten 2012:13, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Sveriges lantbruksuniversitet. (In Swedish with English abstract.)
- Skogsdata 2010. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Contortatall i Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå 2010.
- Skogsdata 2018. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Riksskogstaxeringens kvalitetssäkringsarbete. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå 2018.
- Skogsstyrelsen, 2018. Föreskrifter för anläggning av skog. Regeringsuppdrag. Skogsstyrelsen Rapport 2018/13. 274 pp.
- Strand, M., Aronsson, M. & Svensson, M. 2018. Klassificering av främmande arters effekter på biologisk mångfald i Sverige – ArtDatabankens risklista. *ArtDatabanken Rapporterar* 21. ArtDatabanken SLU, Uppsala. 41 pp.
- van Wilgen, B.W., Dyer, C., Hoffmann, J.H., Ivey, P., le Maitre, D.C., Moore, J.L., Richardson, D.M., Rouget, M., Wannenburgh, A., Wilson, J.R.U. 2011. National-scale strategic approaches for managing introduced plants: insights from Australian acacias in South Africa. *Diversity and Distribution* 17, 1060-1075.
- von Segebaden, G. (ed.) 1992. Contortatallen i Sverige – en lägesrapport. Skogsstyrelsen, Umeå.
- Widenfalk, O. 2015. Contortatall i Sverige. En kunskapssammanställning och riskbedömning. Forest Stewardship Council, Rapport Svenska FSC.

- Witzell, J. & Karlman, M. 2000. Importance of site type and tree species on disease incidence of *Gremmeniella abietina* in areas with a harsh climate in northern Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 15, 202–209.
- Österberg, T. & Näsman, M. 2015. Vind- och snöskador på beståndsnivå hos contortatall jämfört inhemska trädslag - Contortans framtida produktion. Kandidatarbeten i skogsvetenskap 2015:29. Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Sveriges lantbruksuniversitet. 19 s.

Bilaga 1. Inventeringsmodell för studien av självspridd contortatall

SJÄLVSPRIDNING AV CONTORTA – PROVYTEINVENTERING

Denna inventeringsmodell bygger på en systematisk utläggning av provytor på olika avstånd från befintliga contortabestånd.

- Taxeringslinjer läggs ut från en centrumpunkt i befintligt contortabestånd, i olika väderstreck
- 8 taxeringslinjer i olika väderstreck (N, S, O, V, NO, NV, SO, SV) med start från respektive beståndskant (se figur). Inventering i minst 4 taxeringslinjer/väderstreck per bestånd skall vara möjliga.
- 6 provytor per taxeringslinje. Provytestorlek 100 m² (radie=5,64 m).
 - provyta 1 (-30); 30 m in i contortabeståndet, från beståndskant
 - provyta 2 (0); beståndskant (ytcentrum vid uppskattad beståndskant), tillika utgångspunkt för resp. taxeringslinje
 - provyta 3 (15); 15 m från utgångspunkt och beståndskant
 - provyta 4 (30); 30 m från utgångspunkt och beståndskant
 - provyta 5 (60); 60 m från utgångspunkt och beståndskant
 - provyta 6 (120); 120 m från utgångspunkt och beståndskant

OBS! Med ”beståndskant” avses närmaste beståndskant i befintligt bestånd generellt åt alla väderstreck, dvs. ej enbart utgångspunktens beståndskant.

- Minsta höjd för att contortaplanta skall registreras är 5 dm
- Kriterier beståndsurval:
 - Min. beståndsstorlek 3 ha.
 - Min. beståndsålder 25 år
 - Contorta är dominerande trädslag (> 80 %, volymvägt)
 - I första hand väljs bestånd där avståndet till närmast angränsande bestånd är minst 240 m.
 - Vid varje provyta skall avståndet till närmast angränsande bestånd vara minst 120 m (fågelvägen), dvs oberoende av i vilket väderstreck det angränsande beståndet ligger.
 - Om två contortabestånd gränsar till varandra så dras taxeringslinjerna i de väderstreck som är möjliga (se figur samt exempelbilaga). Om mer än 4 taxeringslinjer faller bort, väljs ett annat bestånd.
 - Startpunkt vid beståndskant måste alltid utgå från den yttersta punkten i beståndet för respektive väderstreck
 - Ojämna beståndskanter och bestånd med hål och vikar; Hål och vikar bortses ifrån. Alltid utgå från beståndets yttersta del för respektive väderstreck.
 - Om någon av provytorna inom respektive taxeringslinje ej är godkänd (av skäl ovan), fortsätt till nästa provyta på samma taxeringslinje. Taxeringslinjen underkänns om samtliga provytor utanför contortabeståndet (provyta 3-6) utgår.
- Helt slumpmässigt urval av bestånd som uppfyller övriga beståndskrav ovan.
- Ståndorts- och beståndsbeskrivning av provyta utförs på alla provytor. Vid funnen contortaplanta registreras uppgifter för samtliga variabler. I de fall man ej hittar självsådd contortaplanta på ytan är Ägoslag, Markslag, Markfuktighet och Vegetationstyp obligatoriska. Registrering av övriga variabler dock önskvärt även på dessa ytor.
- Varje funnen självsådd contortaplanta registreras separat, även de som är funna inom samma provyta. Detta för att vi ska kunna ha kontroll på eventuell markstörning vid groningspunkten för den enskilda plantan.
- I det fall man återfinner självsådda contortaplantar vid förflyttning mellan provytor noteras detta med ett ”kryss” per taxeringslinje, oberoende av hur många plantor som återfunnits.

DATAINSAMLING

Registrering contortabestånd

Identifikation

- ☐ Objektnr – löpande
- ☐ Markägare
- ☐ Inventeringsdatum
- ☐ Förrättningsman
- ☐ Läge, koordinater
(SWEREF 99) alt. latitud och longitud grader, minuter
- ☐ Altitud, h.ö.h. meter

Utgångsbestånd, frökälla

- ☐ Ålder total, år
- ☐ proveniens

Registrering av självsådda contortaplantor i taxeringslinjer

- ☐ Väderstreck N, S, O, V, NO, NV, SO, SV
- ☐ Medelhöjd beståndskant, vid startpunkt
för respektive taxeringslinje meter

Provyta

- ☐ Provytenummer -30, 0, 15, 30, 60, 120
- ☐ Provyta godkänd, avseende avstånd
till frökälla Ja eller nej

Varje funnen contortaplanta inom samma provyta registreras separat.

Vid varje funnen c-planta¹ (höjd > 5 dm) registreras:

- ☐ plantantal (inom en radie av 5 dm)² n
- ☐ planthöjd, högsta planta
(i gruppen plantor inom 5 dm radie) dm (tumstock)
- ☐ Ev. markstörning vid c-planta 1. ingen
2. körspår
3. markberedning
4. dikesren
5. annan

¹Plantor inom en radie av 5 dm registreras som en planta

²Antal c-stammar, om de växer i samma störningsfläck (typ bukett)

Beskrivning av provyta (radie 5,64 m)

- | | |
|---|--|
| ☐ Objektnr – löpande | |
| ☐ Provytenummer | Ex: NV-30, NV0, NV15, NV30,
NV60, NV120 |
| ☐ Ägoslag | 1. skogsmark, 2. myr-öppen,
3. myr-trädbevuxen, 4. berg,
5. inägomark, 6. väg, 7. vatten,
8. övrig mark |
| ☐ Markslag | 1. fastmark, 2. torvmark |
| ☐ Markfuktighet | 1. torr, 2. frisk, 3. fuktig, 4. blöt |
| ☐ Vegetationstyp | Fastmark (enligt Hägglund &
Lundmark, 2004)
Torvmark (enligt Hånell, 2008) |
| ☐ Sumpmosslokal | 1. ja, 2. nej |
| ☐ Jordart | 1. morän, 2. sediment,
3. hållmark, 4. torv |
| ☐ Jorddjup | 1. mäktigt (>70 cm),
2. täml. grunt (20-70),
3. grunt (<20 cm), 4. mycket varierande |
| ☐ Humuslager – tjocklek (fastmark) | 1. 0-3 cm, 2. 3-6 cm, 3. 6-10 cm,
4. 10-20 cm, 5. >20 cm,
[Torv, torvdjup, cm] |

Bestånd på provytan

- | | |
|---|---|
| ☐ Dominerande trädslag | 1. Tall, 2. Gran, 3. Löv, 4. Contorta,
5. Saknas |
| ☐ Medelhöjd, höjdklasser (m) | 1. 0-5 m, 2. 5-10 m, 3. 10-15 m,
4. > 15 m |
| ☐ Stamantal ha ⁻¹ | 1. < 600, 2. 600-1000, 3. 1000-1500,
4. > 1500 |
| ☐ Grundyta, m ⁻² ha ⁻¹ | Löpande om medelhöjd > 5 m.
Relaskopmätt. |

Ståndortsindex på provytanivå skattas i efterhand med hjälp av angivna ståndortsfaktorer.

UTRUSTNINGSLISTA

- Trådmätare, typ Walktax
- Kompass
- Boniteringshandledning, Fastmark (Hägglund & Lundmark, 2004),
Torvmark (Hånell, 2008)
- 5,64 m snöre (för 100 m² provyta)
- Relaskop
- Tumstock
- GPS
- Jordsond
- Ev. höjdmätare
- Skrivunderlägg
- Kamera

Hur hitta startpunkter för respektive taxeringslinje?

Detta arbete görs lämpligen på kontoret. GIS-modell hittar beståndets centrumpunkt. Utifrån denna centrumpunkt ritas taxeringslinjerna ut (alla 8 väderstreck) samt placerar startpunkter och provytor. Denna digitala karta tas lämpligen med ut i fält, i fältdator (surfplatta), alternativt skrivs ut. Lämpligt att samtidigt ta ut koordinater för respektive taxeringslinjes startpunkt.

Princip, och vid avsaknad av lämpligt GIS-verktyg:

- Lägg in beståndet (bestandsgränser) i en "minsta" rektangel (se figur nedan)
- Gör ett centrerat kors i rektangeln; ger N, S, O och V.
- Dra diagonaler i rektangeln; ger NO, NV, SO och SV.

