



Planteringsförbandets inverkan på produktion och kvalitet i ett 29-årigt bestånd av contortatall (*Pinus contorta* var. *latifolia*) i norra Sverige

Viktor Boström

Examensarbete • 30 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Jägmästarprogrammet

Examensarbeten / SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, 2025:10 • ISSN 1654-1898

Umeå 2025



Planteringsförbandets inverkan på produktion och kvalitet i ett 29-årigt bestånd av contortatall (*Pinus contorta* var. *latifolia*) i norra Sverige

Effect of planting density on stand production and wood quality in a 29-year-old stand of lodgepole pine (Pinus contorta var. latifolia) in northern Sweden

Viktor Boström

Handledare: Gustaf Egnell, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Examinator: Nils Henriksson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Avancerad nivå A2E
Kurstitel: Examensarbete i Skogsvetenskap vid inst. För skogens ekologi och skötsel
Kurskod: EX0831
Program/utbildning: Jägmästarprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Utgivningsort: Umeå
Utgivningsår: 2025
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel: Examensarbeten / SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Delnummer i serien: 2025:10
ISSN: 1654-1896

Nyckelord: Contortatall, planteringsförband, beståndsutveckling, volymproduktion, virkeskvalitet, överlevnad, skador, boreal skog, skogsskötsel

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Sammanfattning

Syftet med studien var att undersöka hur olika planteringsförband påverkar volymproduktion, överlevnad, skador och virkeskvalitet hos contortatall (*Pinus contorta* var. *latifolia*). Studien baseras på data från ett förbandsförsök anlagt 1989 i Västerbotten från en inmätning som utfördes 2018 vid en beståndsålder på 29 år. Förbanden som jämfördes var 1, 2 och 3m motsvarande 10 000, 2500 och 1111 stammar per hektar. På träden mättes diameter, höjd, krongräns, kvistdiameter, antal kvistar per grenvarv och skador och volym beräknades på stam- och beståndsnivå utifrån dessa data.

Resultaten visar att överlevnaden var lägst i 1m-förbandet där stora avgångar till följd av snöbrott året innan inmätningen bidrog till den höga mortaliteten. 2m- och 3m-förbandet skilde sig inte signifikant åt i överlevnad. Brösthöjdsdiametern ökade med glesare förband och var signifikant skild mellan samtliga förband. Höjden skilde sig inte mellan förbanden medan krongränsen var signifikant högst i det tätaste och lägst i det glesaste. Medelstammens volym ökade med glesare förband och var signifikant skilt mellan alla förband. Volymen av levande träd per hektar var däremot lägst i det glesaste förbandet men gick inte att skilja mellan de två tätaste förbanden. Volymen av döda träd per hektar var högst i det tätaste förbandet men gick inte att skilja mellan de andra två. Totalproduktionen ökade med tätare förband och var signifikant skilt mellan samtliga förband. Grövsta kvistdiameter fanns i 3m-förbandet och den lägsta i 1m-förbandet medan antal kvistar per grenvarv inte skilde sig mellan förbanden. Frekvensen av klykskador var högst i 3m-förbandet och lägst i 1m-förbandet och signifikant skilda åt medan 2m-förbandet inte skilde sig signifikant från något av dem. För vind- och snöskador var frekvensen signifikant högst i 1m-förbandet medan de två glesare förbanden inte skilde sig signifikant från varandra. För övriga skadekategorier fanns inga signifikanta skillnader.

Ur ekonomisk synvinkel innebär tätare förband högre etablerings- och avverkningskostnader och risk för lägre virkesvärde med klenare dimensioner. Tätare förband har dock en högre produktion och sammantaget utifrån resultaten i denna studie framstår 2m-förbandet som en bra kompromiss med en relativt hög produktion men med lägre risker än i det tätaste förbandet.

Nyckelord: Contortatall, planteringsförband, beståndsutveckling, volymproduktion, virkeskvalitet, överlevnad, skador, boreal skog, skogsskötsel

Abstract

The aim of this study was to examine how different planting spacings affect volume production, survival rates, damages and wood quality in lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*). The study is based on data from a spacing trial established in 1989 in Västerbotten, Sweden, with data from measurements conducted in 2018 at a stand age of 29 years. The spacings in the trial were 1, 2 and 3 m corresponding to 10 000, 2500 and 1111 stems per hectare. Tree measurements included diameter, height, crown height, branch diameter, number of branches per whorl and damages and then stem and stand volumes were calculated based on the recorded data.

The results show that survival was lowest in the 1 m spacing where big losses caused by snow breakage during the winter preceding the measurement contributed to the high mortality. The 2 m and 3 m spacings did not differ significantly in survival. Mean diameter at breast height increased with wider spacing and differed significantly between all spacings. Tree height did not differ among treatments, whereas the crown base was significantly higher in the densest spacing and lowest in the widest. Mean stem volume increased with wider spacing and was significantly different between all spacings. The volume of living trees per hectare was lowest in the widest spacing but did not differ between the two denser ones. The volume of dead trees per hectare was highest in the densest spacing but did not differ between the other two. Total production increased with denser spacing and differed significantly among all spacings. The largest branch diameters were found in the 3 m spacing and the smallest in the 1 m spacing, while the number of branches per whorl did not differ significantly. The frequency of forked stems was highest in the 3 m spacing and lowest in the 1 m spacing, and these differed significantly, while neither was significantly different from the 2 m spacing. Wind and snow damage were most frequent in the 1 m spacing and significantly higher than in the two wider spacings that did not differ significantly from each other. No significant differences were found for other damage categories.

From an economic standpoint denser spacings come with higher costs both at establishment as well as harvesting and a risk of lower timber value with thinner stems. Denser spacings however also have a higher volume production so in conclusion based on the results from this study the 2 m spacing seems like a good compromise with relatively high production but with lower risks than in the densest spacing.

Keywords: Lodgepole pine, plant spacing, stand development, volume production, wood quality, survival, tree damage, boreal forest, silviculture

Förord

Ibland är resan till målet inte helt rak utan kan gå via små omvägar. Men ingenting är omöjligt och fortsätter man trampa, steg för steg, så kommer man fram till slut om viljan finns där.

Ett stort tack till alla vänner och kollegor som har stöttat och trott på mig och peppat mig till att göra klart detta arbete. Ett speciellt stort tack vill jag också rikta till mina föräldrar Ulf och Harriet som alltid står bakom mig i allt jag gör, ett extra tack till min pappa som också hjälpte mig med delar av fältarbetet och ibland har hjälpt mig med feedback på vad jag har skrivit. Ett speciellt stort tack vill jag också rikta till min flickvän Shirin som alltid stöttat, pushat och peppat mig till att få klart detta arbete. Jag vill också tacka Hasse och Ida på Svartbergets forskningsstation som har hjälpt mig med fältarbetet och att sammanställa och få tillgång till det data som denna studie är baserad på. Slutligen vill jag också tacka min handledare Gustaf som hjälpt mig och styrt mig i rätt riktning både vad gäller dataanalys, statistik och det vetenskapliga skrivandet.

Jag har lärt mig mycket i processen som att skriva en masteruppsats innebär och jag ser nu fram emot att påbörja nästa resa i livet även om destinationen ännu är okänd.

Innehållsförteckning

Förord	5
Tabellförteckning	7
Figurförteckning	8
1. Inledning	10
2. Material och metod	14
2.1 Lokal.....	14
2.2 Insamling av fältdata	15
2.3 Bearbetning och analys av data.....	16
3. Resultat	18
3.1 Överlevnad och stamtäthet	18
3.2 Brösthöjdsdiameter och diameterfördelning	19
3.3 Trädhöjd och krongräns	21
3.4 Volym	22
3.5 Grövsta kvist och kvistar per grenvarv.....	25
3.6 Skador	26
4. Diskussion	27
4.1 Slutsats	30
Referenser.....	32
Bilaga 1.....	35

Tabellförteckning

Tabell 1. Lista över skadekoder som noterats under senaste revisionen år 2018 samt kategorisering och skaderangordning.....	35
Tabell 2. Resultat från variansanalys (ANOVA) för block- och förbandseffekter för alla testade variabler (exklusive skador som redovisas i Tabell 4) från ett förbandsförsök med contortatall anlagt år 1989 i tre förband (1, 2 och 3 m). Data från inmätningen år 2018 i samtliga variabler förutom överlevnad där även data från inmätningen år 2009 ingår.....	36
Tabell 3. Resultat av PostHoc Tukeytester för variabler med signifikanta förbandsskillnader med data från inmätningen 2018.....	38
Tabell 4. Resultat från variansanalys (ANOVA) för block- och förbandseffekter på skadefrekvens av olika skadetyper i ett förbandsförsök med contortatall anlagt år 1989 i tre förband (1, 2 och 3 m) med data från inmätningen år 2018.....	42
Tabell 5. Resultat av PostHoc Tukeytester för skadefrekvens i olika skadekategorier med signifikanta förbandsskillnader med data från inmätningen 2018.	43

Figurförteckning

Figur 1. Ytskiss över försök 2218 Nytorp vilket är ett förbandsförsök med contortatall med förbanden 1, 2 och 3 meter. Försöket anlades och planterades 1989 och hjälpplanterades 1992.	14
Figur 2. Bilder från förbandsförsöket i Nytorp med contortatall. Längst till vänster 1m-förband, i mitten 2m-förband och längst till höger 3m-förband. Bilderna är tagna i oktober 2018.	15
Figur 3. Andel överlevande träd (%) från plantering 1989 fram till 2018 års inmätning för tre planteringsförband (1, 2 och 3 m).	18
Figur 4. Förändring i antal levande stammar per hektar (1989–2018) för contortatallar planterade i tre planteringsförband (1, 2 respektive 3 m) år 1989.	19
Figur 5. Medelbrösthöjdsdiameter (mm) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3 m) 1989. Felstaplar visar ± medelfel.	19
Figur 6. Diameterfördelningen 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3 m) 1989 med antal levande stammar per hektar i olika diameterklasser.	20
Figur 7. Medelhöjd och medelkrongräns (m) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3 m) 1989. Felstaplar visar ± medelfel.	21
Figur 8. Medelstammens volym (dm ³) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3 m) 1989. Felstaplar visar ± medelfel.	22
Figur 9. Stamvolym per hektar (m ³ /ha) 2018 av levande respektive död ved för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3m) 1989. Felstaplar visar ± medelfel.	23
Figur 10. Total stamvolym per hektar (levande + döda träd, m ³ /ha) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3m) år 2018. Felstaplar visar ± medelfel.	23
Figur 11. Volymutvecklingen för bestånd med contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3 m) sedan försöket anlades 1989 fram till 2018 års inmätning (avgångar ej inkluderade).	24
Figur 12. Grövsta kvistdiameter (mm) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3m) 1989. Felstaplar visar ± medelfel.	25
Figur 13. Antal kvistar per grenvarv 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3m) 1989. Felstaplar visar ± medelfel.	25
Figur 14. Skadefrekvens bland levande träd (%) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3m) 1989. Felstaplar visar ± medelfel.	26

1. Inledning

I Sverige har vi stora arealer med skog och ett välutvecklat och effektivt skogsbruk som främst är inriktat på produktion av tall- och granvirke. Under sextiotalet, baserat på prognoser från Riksskogstaxeringen, började man oroa sig för att det runt millenieskiftet skulle uppstå en svacka i virkesförsörjningen. Som ett led i att motverka detta bestämdes det att man skulle introducera ett mera snabbväxande trädslag från Nordamerika, nämligen Contortatallen (*Pinus contorta* var. *latifolia*). Contortatallen hade dock redan under 1920-talet införts till Sverige i liten experimentell skala (Engelmark 2011). Tanken var att man skulle kunna bruka contortan med kortare omloppstider på 40-60 år och därmed kunna fylla ut den svacka av slutaverkningsbar skog som man befarade skulle uppstå (Elfving et al. 2001). Skälet varför man valde contorta var för att det fanns viss erfarenhet av arten och att den helt enkelt växte mycket snabbare än vanlig svensk tall och skulle därför kunna ”växa ikapp” och fylla igen gapet i den framtida virkesförsörjningen (Nilsson & Cory 2010).

Contortan växer naturligt i västra Nordamerika i ett stort område mellan den 31:a och 64:e breddgraden som sträcker sig från Baja California i söder längs stillahavskusten norrut till Yukonterritoret i norr och österut mot South Dakota och Colorado. Contortan återfinns från havsnivå upp till nära 4000 m.ö.h. Det finns tre huvudsakliga varianter av contortan med olika geografisk utbredning. Det finns en kustnära variant (*Pinus contorta* var. *contorta*), en nordlig inlandsform (*Pinus contorta* var. *latifolia*) samt en sydlig inlandsform (*Pinus contorta* var. *murrayana*). Utöver de tre vanligaste varianterna finns det även två varianter med små begränsade utbredningsområden (Koch 1996).

I Sverige har man nästan uteslutande använt sig av den nordliga inlandsformen (var. *latifolia*) då den ansågs vara den som var bäst lämpad för det svenska klimatet. Undantaget var en nordlig proveniens från Alaska av kustformen *Pinus contorta* var. *contorta* som ingick i svenska proveniensförsök (Karlman 1981).

År 2011 fanns omkring 600 000 hektar contortaplanteringar i Sverige. Det mesta planterades mellan 1980 och 2010 med ett snitt på omkring 14 600 hektar per år. Toppnoteringen under perioden var 1984 då nästan 40 000 hektar planterades i jämförelse med bottennoteringen från perioden som var 2002 med 1700 hektar. Större delen av contortaplanteringarna återfinns på de stora bolagens samt statens marker (Engelmark 2011). För förnygring av contorta finns en rad olika restriktioner från Skogsstyrelsen. Contorta får inte annat än i undantagsfall planteras söder om den 60:e breddgraden och inte heller på för hög höjd mellan den 60:e och 68:e breddgraden. Contorta får inte heller planteras närmare än en kilometer ifrån nationalparker och naturreservat. Förnygring med contorta bör heller inte överstiga 14 000 hektar per år (Skogsvårdslagstiftningen: gällande regler 1 april 2019 2019). Utöver dessa restriktioner bör man också undvika att

plantera contorta på stora delar av renskötselområdet då contortaplanteringar dels inte ger lika bra födotillgång för renarna samtidigt som ungskogar med contorta ofta är så täta att renarna har svårt att ta sig fram i dessa skogar (Svenska Samernas Riksförbund 2024).

Även om contortan har hamnat lite i skymundan på sistone samtidigt som det finns en del hinder (se ovan) mot en mer storskalig användning så kan man tänka sig att ett förnyat intresse kan uppstå. Som en del i att bekämpa den globala uppvärmningen och att fasa ut fossila bränslen måste många olika vägar beaktas. I IPCCs rapport (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2018) om målet med att begränsa den globala uppvärmningen så tas biobränslen upp som en viktig del och då skulle contortan kunna komma väl till pass. Med en ökad efterfrågan och en annan syn på vad som är viktigt kan regler ändras och fokus förflyttas.

Ur skadesynpunkt skiljer sig contortan från den vanliga tallen. Enligt Nilsson & Cory (2010) var frekvensen av stammar med minst en skada 28 % i contortabestånd jämfört med 20 % i jämförbara tallbestånd. Motsvarande siffror för stammar med minst tre skador var 13 % respektive 2 %. Nilsson & Cory visade även att contortan är mera utsatt för insektsangrepp och stambrott medan andelen svampskador var lägre jämfört med vanlig tall. Den vanligaste skadan är stambrott där contortan ligger på hela 25 % jämfört med 14 % för tall. Orsakerna till stambrotten skiljer sig dock åt där contortan är mer utsatt för väderbetingade orsaker såsom snö och vind medan den vanliga tallen är mera utsatt för stambrott orsakade av bete från främst älg.

Skador som ger nedsättning på virkeskvalitén är även de vanligare på contortatall jämfört med vanlig tall. Enligt resultat från Riksskogstaxeringen registreras sådana skador på i snitt 48 % av alla contortastammar jämfört med bara 28 % för vanlig tall. Utöver dessa skador har contorta även grövre kvistar än vanlig tall, i snitt 30 % större diameter mätt på grövsta kvist inom de nedersta två metrarna på stammen, vilket också det ger en lägre virkeskvalitet (Nilsson & Cory 2010).

För att få en optimal tillväxt och kvalitet på den skog som planteras är en viktig faktor planteringsförbandet. Hur tätt skogen planteras påverkar trädens och beståndets tillväxtmönster. Planteringsförbandet påverkar inte bara tillväxt och kvalitet utan kan också ha betydelse för överlevnaden. I en studie (Harrington et al. 2009) på 25-åriga douglasgransförband kunde man se att hård konkurrens i tätare förband kunde ge upphov till självgallring i lite högre ålder allteftersom bestånden slöt sig. I en studie av Xie et al (1995) med 20-årig contorta i olika förband såg man inga signifikanta skillnader i överlevnad. Det behöver dock inte nödvändigtvis motsäga resultaten i den förra studien då förbanden i Xies försök kan ha varit för glesa eller för unga för att ha kommit till den punkt där självgallring uppstår. Även om olika arter skiljer sig i konkurrenskänslighet och

har olika trösklar för när självgallring uppstår så är det sannolikt liknande underliggande mekanismer.

Vad gäller planteringsförbandets inverkan på brösthöjdsdiameter samt volymproduktion så gäller att ju tätare förband desto mindre brösthöjdsdiameter, medan volymproduktionen ökar (Sjolte-Jørgensen 1967).

När det kommer till förbandets påverkan på höjdtutvecklingen i ett bestånd så beror det på om man pratar om övrehöjd eller medelhöjd. I Skogsstyrelsens boniteringshandböcker (2009) utgår man från övre höjd och brösthöjdsålder för att skatta vilken bonitet en mark har. Man antar då att planteringsförbandet inte har någon inverkan på övrehöjden. I Sjolte-Jørgensens studie (1967) där han gått igenom resultat från ett stort antal studier på olika trädarter och olika geografiska lägen dras slutsatsen att medelhöjden blir högre i glesare bestånd upp till en optimal förbandsnivå för höjdtillväxt för både vanlig gran, flertalet tallarter och generellt för de flesta barrträd. Det påpekas också att denna optimala nivå tenderar att vara vid ett tätare förband på bördiga marker jämfört med områden med mindre gynnsamma tillväxtförhållanden. I en turkisk studie på *Pinus brutia* från 2016 (Erkan & Aydin 2016) visar resultaten att täta förband gav en högre medelhöjd upp till åtta års ålder, men att de därefter blir omvuxna av de glesare förbanden. Denna studie täckte åldrarna fyra till tolv år. De diskuterar också hur dessa resultat skulle kunna orsakas av att de glesare förbanden i ung ålder blir mera utsatta för avdunstning som ett resultat av sol och vind, men att de också kan ha utsatts för större konkurrens från konkurrerande vegetation. De menar vidare att dessa faktorer kan ha gett en fördel i de täta förbanden upp till dess att konkurrensen mellan plantorna där blev större än i de glesare förbanden som då kunde växa ikapp och förbi. I en studie baserat på nationellt skogsinventeringsdata från Norge (Sharma & Brunner 2017) på tall och gran var höjden för de dominanta träden i hög utsträckning oberoende av konkurrens förutom vid väldigt höga nivåer. Konkurrensen i studien mättes med olika varianter av avstånd och brösthöjdsdiameter på de närmaste träden. I studien registrerades liten påverkan på höjdtutveckling för gran vid låga konkurrensnivåer och att den först vid väldigt hög konkurrens påverkades negativt. För tall var resultaten liknande bortsett från att höjdtutvecklingen kunde bli negativt påverkad även vid ingen eller väldigt låg konkurrens.

I ett norskt försök (Gizachew et al. 2012) på gran (*Picea abies*) kom man fram till att förbandseffekten på volymtillväxten var starkare vid låg ålder och på bördigare marker, för att sedan avta i äldre bestånd. Andra försök som visat på liknande resultat är för att nämna några Tun et.al (2018) på *Populus*-varianter i Kina, Johansson (2007) på björk i Sverige, Cardoso et. al. (2013) på *Pinus taeda* i Brasilien och Erkan & Aydin (2016) på *Pinus brutia* i Turkiet. Även i studier gjorda på contorta har man visat att förbandet har en signifikant effekt på tillväxt med större volymer i tätare förband (Johnstone & Pollack 1990; Liziniwicz et al.

2012). Samma två studier visar också på ett omvänt förhållande vad gäller kvistdiametrar med tunnare kvistar i tätare förband, vilket ibland är detsamma som bättre virkeskvalitet.

I en studie av Xie et al (1995) med ett antal olika provenienser av contorta i västra Kanada undersöktes förbandets inverkan på stamdefekter, sjukdomar och insektsangrepp. I studien såg man att det var fler stamdefekter i de glesare förbanden men hade bara statistisk signifikanta skillnader för två av provenienserna. Vad gäller sjukdomar och insektsangrepp var det signifikanta skillnader för de flesta provenienserna med fler sjukdomar och insektsangrepp i glesa förband. Dessa tendenser stöds också av Johnstone (Johnstone 1985; Citat från Xie et al. 1995) som visar att många skadegörare föredrar glesare förband.

I en tidigare studie (Larsson & Olofsson 2012) baserat på samma fältextperiment som i denna studie, men med data insamlat 2009 (beståndsålder 20 år), kunde man inte se någon signifikant skillnad vad gäller mortalitet. Vad gäller enskilda tillväxtmått så var det lägre brösthöjdsdiameter i tätare förband, lägst medelhöjd i 1m-förbandet och likartad mellan de två glesare förbanden, samt högre krongräns i tätare förband. Medelstammens volym var lägre i tätare förband och volymen av levande träd var högre i tätare förband. Vad gäller skador var det överlag ingen skillnad förutom i kategorin snö/vindskador där det var signifikant högre i det tätaste förbandet jämfört med det glesaste.

Målet med denna studie var att med hjälp av nya data från en inmätning gjord under höst och vinter 2017/2018 göra en uppföljning av resultaten från revisionen som genomfördes år 2009. Syftet var undersöka hur beståndens utveckling har sett ut sedan dess och med fokus på avgångar, olika tillväxtmått och skador.

Hypoteserna är i de flesta fall att det kommer vara skillnader mellan förbanden. De specifika hypoteserna för respektive variabel är att:

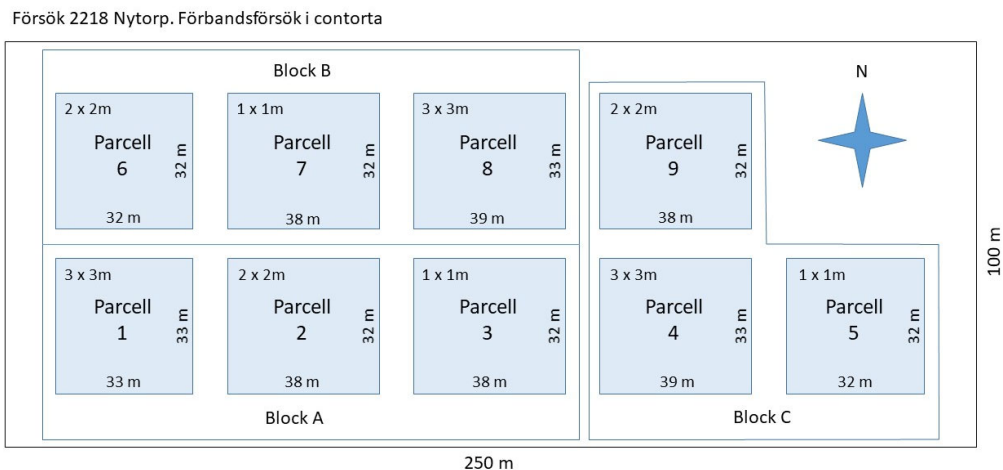
- Mortaliteten är högst i 1m-förbandet, baserat delvis på tidigare studier men främst utifrån observationer under fältarbetet.
- Brösthöjdsdiameteren är lägre i tätare förband.
- Medelhöjden inte skiljer sig mellan förbanden.
- Krongränsen är högre i tätare förband.
- Medelstamsvolym är högre i glesare förband.
- Volymen per hektar av både levande och döda träd likväl som totalproduktionen är högre i tätare förband.
- Grövsta kvistdiameteren är större i glesare förband.
- Andelen skadade träd är högst i 1m-förbandet, främst med avseende på snö/vindskador, baserat på observationer under fältarbetet.

2. Material och metod

2.1 Lokal

Försöksytan ligger i Nytorp på ett odlingsfält, där dåvarande Domänverket bedrivit frilandsodling av skogsplanter i Vindelns kommun i Västerbotten (Latitud 64,10 N, Longitud 19,60 Ö, Altitud 190m.ö.h.). Området utgörs av en flack tallhed med mark bestående av fluvialt sandsediment och en markvegetation dominerad av lav och lingon. Försöket anlades 1989 i augusti och planterades då med ettåriga täckrotsplanter av contortaprovinien Boya Lake (Latitud 59,5 N, Altitud 925m.ö.h.) (Elfving 1996). Självsådda planter lämnades när försöket anlades för att motverka sandflykt. Våren 1992 hjälpplanterades försöket med samma plantmaterial som vid anläggningen då samtliga parceller haft en avgång på cirka 10 %. De självföryngrade plantorna röjdes bort hösten 1993 och bars sedan undan för att minska risken för snöskytte.

Försöksområdet (Figur 1) är i sin helhet 100*250m och upplagt som ett randomiserat blockförsök indelat i tre block med tre parceller vardera och med en kapp om 12m mot ytterkanterna på försöket och med kappor om sex meter mot omgivande parceller. Inom varje block slumpades de tre planteringsförbanden på 1m (10 000 stammar/ha), 2m (2500 stammar/ha) och 3m (1111 stammar/ha) ut och planterades sedan med ovan beskrivna planter. Figur 2 ger en ögonblicksbild av hur bestånden såg ut i samband med den senaste revisionen 2017/2018.



Figur 1. Ytskiss över försök 2218 Nytorp vilket är ett förbandsförsök med contortatall med förbanden 1, 2 och 3 meter. Försöket anlades och planterades 1989 och hjälpplanterades 1992.



Figur 2. Bilder från förbandsförsöket i Nytorp med contortatall. Längst till vänster 1m-förband, i mitten 2m-förband och längst till höger 3m-förband. Bilderna är tagna i oktober 2018.

2.2 Insamling av fältdata

Försöket har mätts in två gånger. Första gången var våren 2009 vid en ålder av 20 år och senaste gången var hösten/vintern 2017/2018 vid en ålder av 29 år. Inmätningen har utförts enligt Fältdatabehandlingsinstruktion för skogsfakultetens beståndsbehandlingsförsök från 2003 (Karlsson 2003). Detta innebär att alla träd korsklavades i brösthöjd (1,3 m), bedömdes som levande eller döda samt skadebedömdes med upp till tre skador angivna för varje träd. I de fall där ett träd hade fler än tre skador registrerades de tre allvarligaste. Typ av skador som registrerats och vilken rangordning dom haft utifrån allvarlighet framgår av Tabell 1.

Provträdsurvalet, cirka 20 provträd per parcell, har gjorts av fältdatorn och består av två delar. Dels tas de fem grövsta träden med, så kallade G-träd, och därefter tas ytterligare träd ut, R-träd, för att ge ett representativt urval. Urvalet sker bland de träd som inte har några tillväxthämmande skador vilket motsvarar skadekoder mellan och inklusive 70 och 80 (se Tabell 1). För provträden har förutom de data som samlades in för samtliga träd även höjd och krongräns inmätts. Vid revisionen 2018 gjordes dessutom kompletterande mätningar på provträden där kvistdiametern på den grövsta kvisten, inom 50 cm från det målade brösthöjdskorset, korsmättes 3 cm ifrån stammen. I samma grenvarv som den grövsta kvisten räknades också antalet kvistar.

2.3 Bearbetning och analys av data

I huvudsak användes data från 2018 års inmätning i denna studie, men för analyser av överlevnad och volymtillväxt användes även data från 2009. Data för medelhöjd är taget från statistikkorten som tas fram efter varje revision och avser grundtytevägd medelhöjd. För krongräns, grövsta kvist och kvistar per grenvarv har medelvärde av provträden inom varje parcell använts.

För att skatta volymen (stamvolym över stubbe) av provträd har Brandels volymfunktion (Brandel 1990) för tall för den 60:nde breddgraden använts. Brandels volymfunktioner finns i flera olika varianter beroende på vilka variabler som finns att tillgå och jag har då använt mig av Brandels andra funktionstyp i funktionsgrupp 100 (på bark), som utöver diameter och höjd även använder sig av krongränshöjd som förklarande variabel enligt [1]:

$$[1] \quad V = 10^a * D^b * (D + 20,0)^c * H^d * (H - 1,3)^e * K^f$$

Där V = volym (dm^3), D = diameter i brösthöjd (cm), H = trädhöjd (m), K = krongränshöjd (m), och konstanterna

$$a = -1,13921 \quad b = 2,00449 \quad c = -0,12515 \quad d = 1,50593 \quad e = -0,63102 \quad f = 0,05011$$

Skattningen av volymen för ej höjdmätta träd gjordes med en sekundär volymfunktion som togs fram för varje parcell med hjälp av volym och diameter för provträden enligt [2]:

$$\begin{aligned} [2] \quad \text{Parcell 1:} \quad & V = 2,3255x - 1,5257 \\ \text{Parcell 2:} \quad & V = 2,1935x - 1,0981 \\ \text{Parcell 3:} \quad & V = 2,2062x - 1,1003 \\ \text{Parcell 4:} \quad & V = 2,3591x - 1,6252 \\ \text{Parcell 5:} \quad & V = 2,17x - 0,9618 \\ \text{Parcell 6:} \quad & V = 2,3431x - 1,5449 \\ \text{Parcell 7:} \quad & V = 2,3481x - 1,3884 \\ \text{Parcell 8:} \quad & V = 2,4946x - 2,0325 \\ \text{Parcell 9:} \quad & V = 2,3889x - 1,609 \end{aligned}$$

$$\text{Där } V = \text{volym } (\text{dm}^3), x = \ln(\text{brösthöjdsdiameter (cm)})$$

Volymen död ved i de olika behandlingarna räknas bara på träd som dött sedan den första revisionen år 2009 då inga döda träd mättes in. Enligt en person som var med vid första inmätningen var det inga större döda träd att mäta in och de eventuella avgångarna antas därmed ha skett i väldigt låg ålder utan någon större volym att tala om.

Vid analysen av skadeförekomst har varje träd bedömts utifrån om de har eller inte har en skada inom respektive skadekategori (**Fel! Hittar inte referenskälla.**). Varje träd kan därmed bara räknas en gång i varje kategori även om det har flera sådana skador. Däremot kan enskilda träd förekomma i fler än en kategori. Skadeförekomsten analyseras utifrån andel skadade träd inom vardera kategorin.

Endast levande träd har inkluderats i analyser som inte direkt handlar om dödlighet. Träd med skadekod 72 (stambrott under krona) eller 75 (liggande träd) har därför uteslutits i de flesta analyser inklusive analyserna om skadeförekomst då dessa träd har klassificerats som döda. Se tabell 1, bilaga 1 för en fullständig redovisning av skadekoder och indelning i olika typer av skadekategorier.

För att fastslå statistiskt signifikanta effekter av de olika planteringsförbanden användes ANOVA (General Linear Model) i kombination med ett PostHoc test (Tukey's test) i de fall där statistiskt signifikanta behandlingseffekter påvisades i ANOVAN. Signifikansnivån sattes till fem procent. Samtliga analyser gjordes i Minitab® Statistical Software (2017). Följande ANOVA-modell användes:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Där Y_{ij} = beroende variabel, μ = Försöksmedelvärde, α_i = behandlingseffekten, β_j = blockeffekten och ϵ_{ij} = slumpmässigt fel

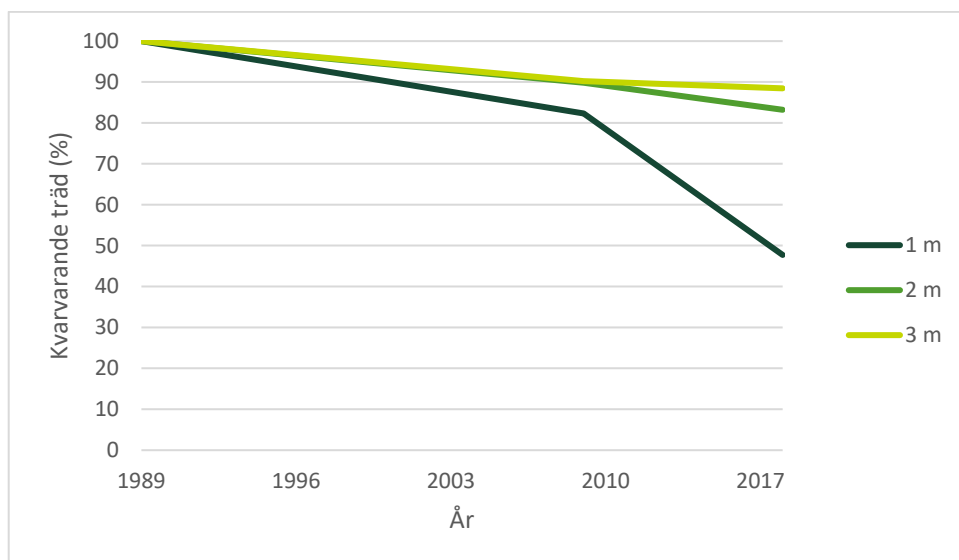
Beroende variabler i analyserna var överlevnad, brösthöjdsdiameter, höjd, krongräns, medelstammens volym, volym av levande träd, volym av döda träd, totalproduktion, grövsta kvistdiameter, antal kvistar i valt grenvarv och skadefrekvens (andel skadade träd inom olika skadekategorier). De oberoende variablerna var förband samt block.

3. Resultat

En komplett redovisning av resultaten från de statistiska analyserna ges i Bilaga 1 (Tabell 2–5).

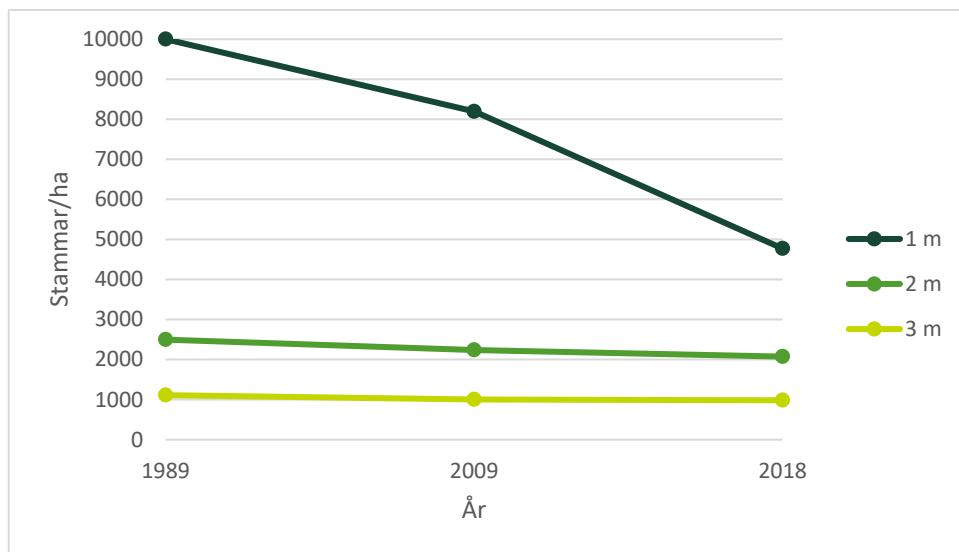
3.1 Överlevnad och stamtäthet

Förbandet har haft en påverkan på överlevnaden vid 2018-års revision ($p = 0,001$), medan ingen effekt kunde påvisas vid 2009-års revision ($p = 0,292$; Figur 3). Både 3m- (88,6 %) och 2m-förbandet (82,9 %) hade 2018 en signifikant högre överlevnad än 1m-förbandet (47,7 %) ($p = 0,001$ respektive $p = 0,002$). 3m-förbandet och 2m-förbandet gick inte att signifikant skilja åt.



Figur 3. Andel överlevande träd (%) från plantering 1989 fram till 2018 års inmätning för tre planteringsförband (1, 2 och 3 m).

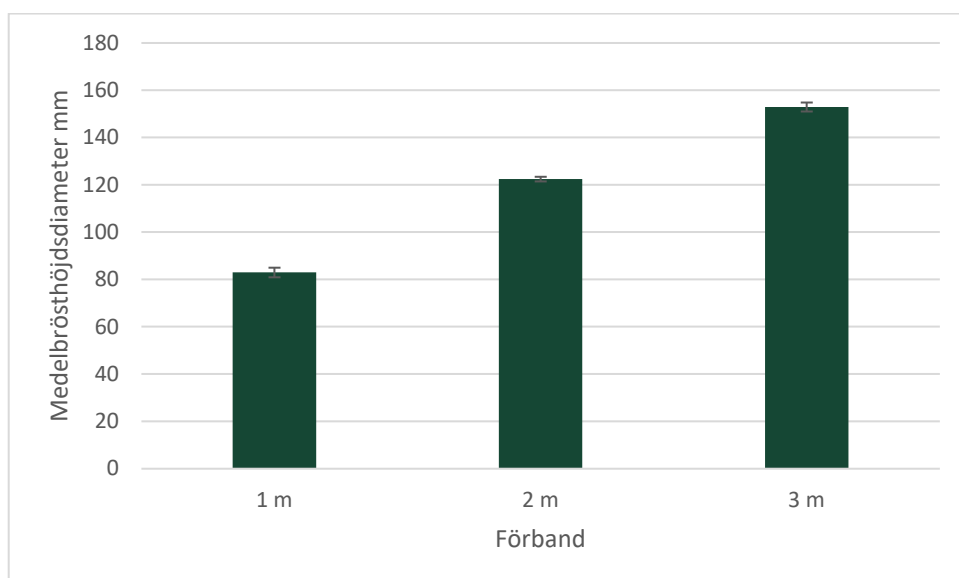
Översätter man dessa siffror till stamantal per hektar för de olika förbanden har det för 1m-förbandet gått från 10 000 till 4771 st/ha, för 2m-förbandet från 2500 till 2073 st/ha och för 3m-förbandet från 1111 till 984 st/ha (Figur 4).



Figur 4. Förändring i antal levande stammar per hektar (1989–2018) för contortatallar planterade i tre planteringsförband (1, 2 respektive 3 m) år 1989.

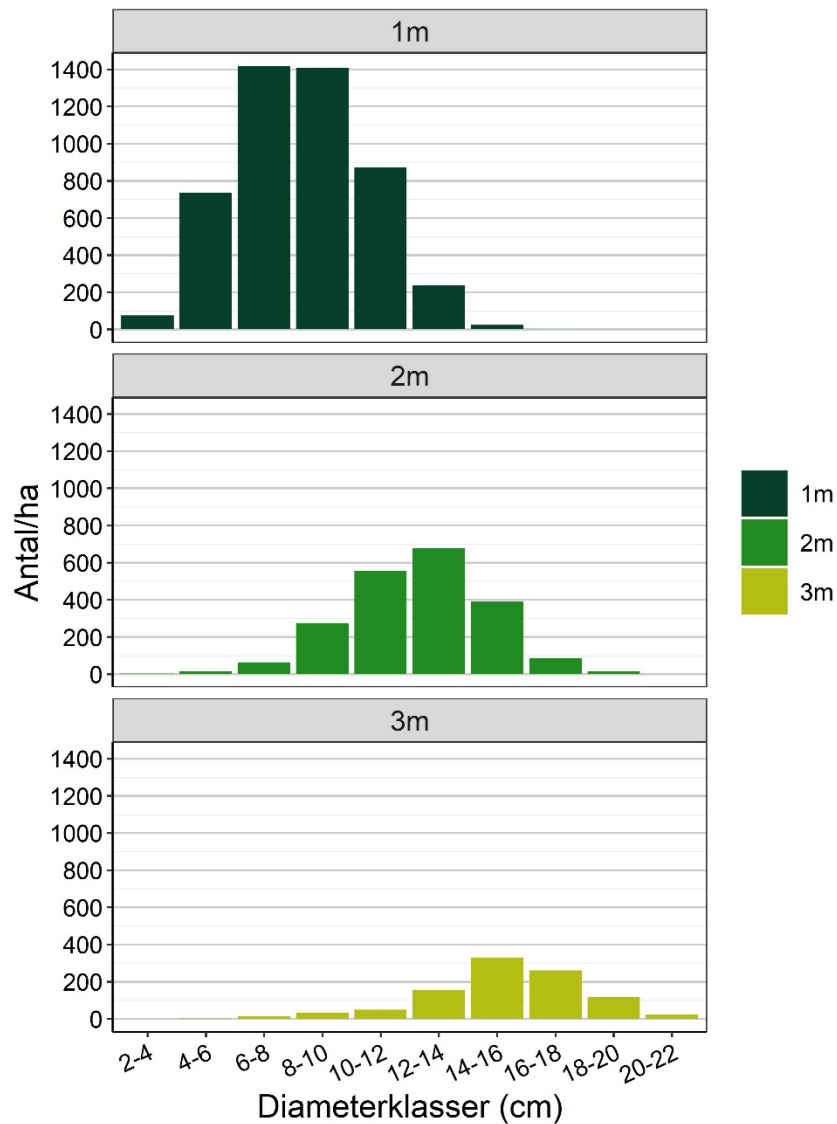
3.2 Brösthöjdsdiameter och diameterfördelning

Förbandet har haft en signifikant påverkan på brösthöjdsdiametern ($p < 0,001$). Samtliga förband hade en signifikant skillnad sinsemellan och för samtliga jämförelser var $p < 0,001$. 3m-förbandet hade den största medeldiameter på 153 mm, följt av 2m-förbandet med en medeldiameter på 122 mm och minst hade 1m-förbandet med en medeldiameter på 83 mm (Figur 5).



Figur 5. Medelbrösthöjdsdiameter (mm) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3 m) 1989. Felstaplar visar $\pm$ medelfel.

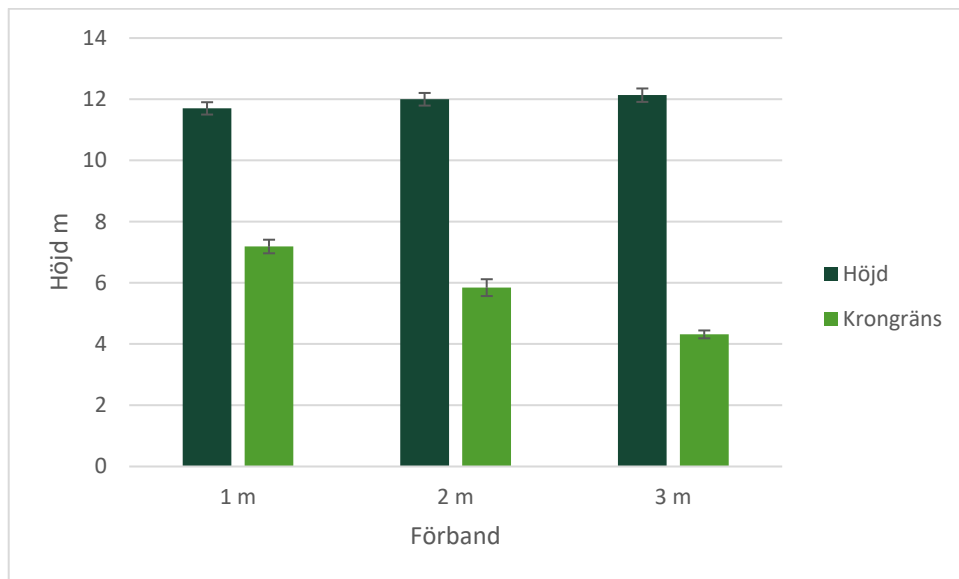
Diameterfördelningen av de levande träden för de olika förbanden har någorlunda liknande form men tyngdpunkten för staplarna förskjuts åt höger (mot grövre stammar) vid glesare förband (Figur 6).



Figur 6. Diameterfördelningen 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3 m) 1989 med antal levande stammar per hektar i olika diameterklasser.

3.3 Trädhöjd och krongräns

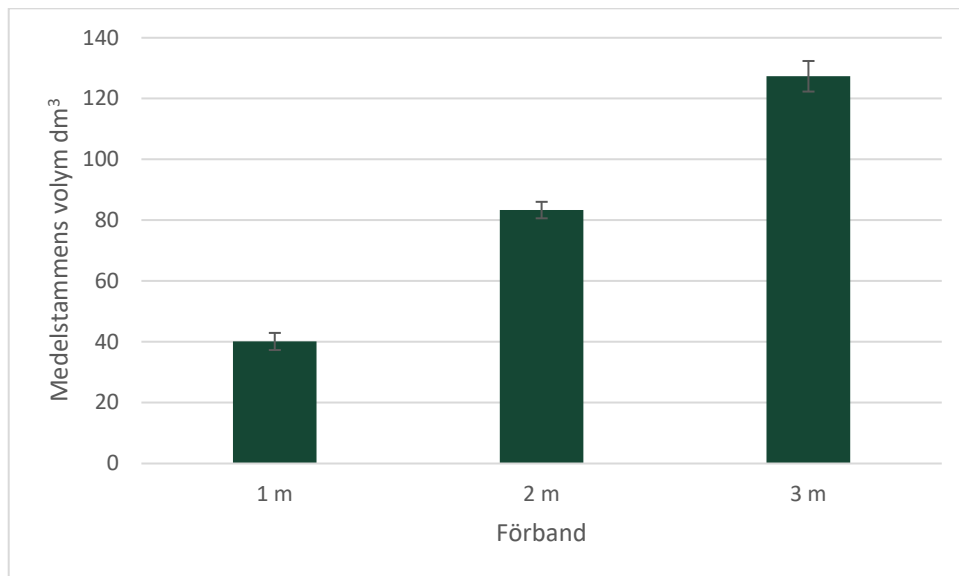
Förbandet hade ingen signifikant effekt på medelhöjden ($p = 0,199$; Figur 7). Däremot påverkades krongränsen ($p = 0,002$) där 1 m-förbandet hade den högsta krongränsen på 7,2 m vilket var signifikant högre än för 2m-förbandet på 5,8 m ($p = 0,031$) och 3 m-förbandet på 4,3 m ($p = 0,002$; Figur 7). 2m-förbandet hade också en signifikant högre krongräns än 3m-förbandet ($p = 0,020$).



Figur 7. Medelhöjd och medelkrongräns (m) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3 m) 1989. Felstaplar visar $\pm$ medelfel.

3.4 Volym

Förbandet har haft en effekt på medelstammens volym ($p < 0,001$; Figur 8). Högsta medelvolymen återfanns i 3m-förbandet med en medelvolym på 127,3 dm³, vilket var signifikant ($p < 0,001$) högre än både 2m-förbandet på 83,3 dm³ ($p < 0,001$) och 1m-förbandet med en medelvolym på 40,1 dm³ ($p < 0,001$). Stamvolymen för 2m-förbandet var också signifikant högre än för 1m-förbandet ($p = 0,001$).



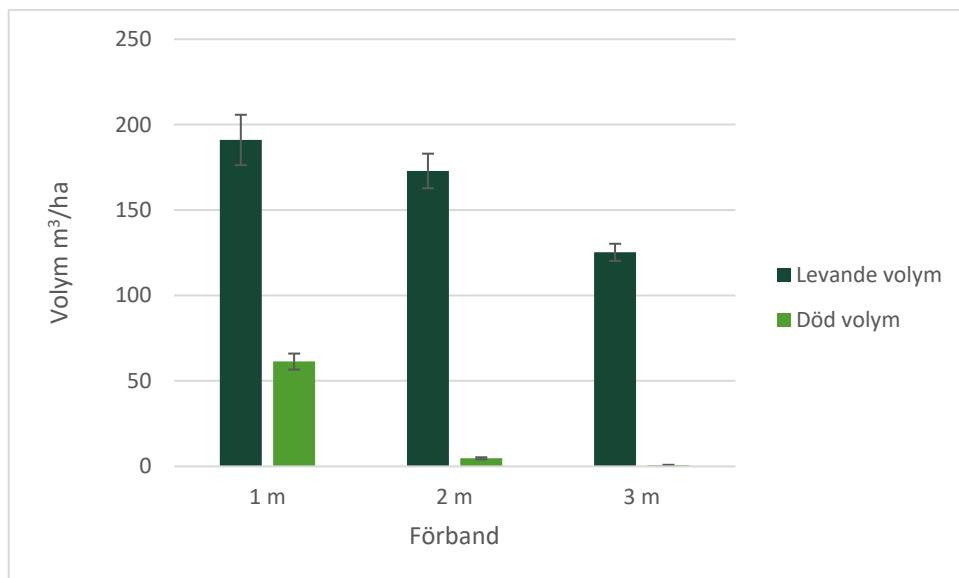
Figur 8. Medelstammens volym (dm³) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3 m) 1989. Felstaplar visar $\pm$ medelfel.

Volym per hektar visades vara signifikant påverkad av förbandet oavsett om man räknade på bara levande träd ($p = 0,018$; Figur 9), bara döda träd ($p < 0,001$; Figur 9) eller på totalproduktionen med både levande och döda träd ($p = 0,001$; Figur 10).

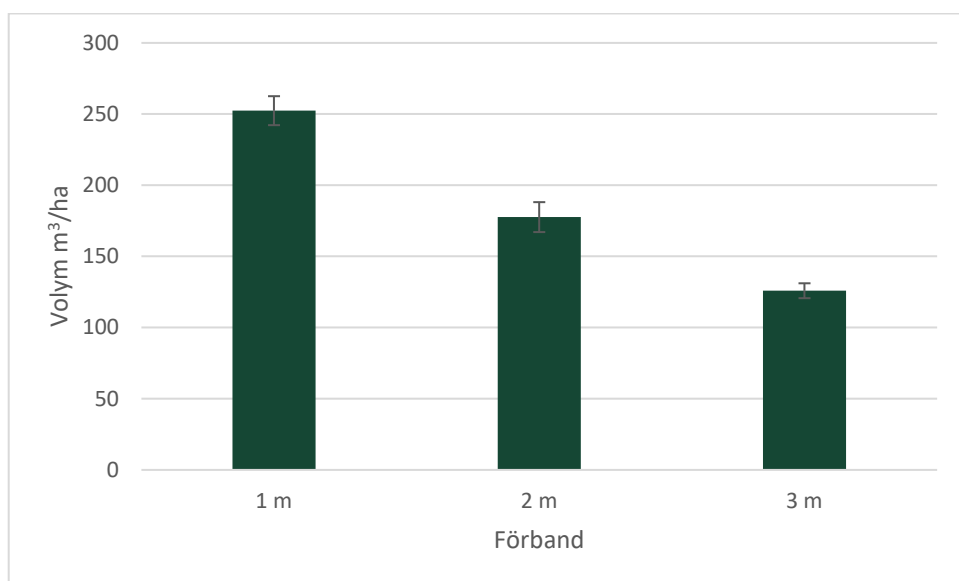
För levande träd hade 1m-förbandet den högsta stamvolymen på 191,0 m³/ha, följt av 2m-förbandet på 172,9 m³/ha och sedan 3m-förbandet på 125,3 m³/ha. 3m-förbandet var signifikant lägre än både 2m- ($p = 0,050$) och 1m-förbandet ($p = 0,017$). Skillnaden mellan 1m- och 2m-förbanden var inte signifikant ($p = 0,442$).

Stamvolymen för döda träd var högst i 1m-förbandet med en volym på 61,3 m³/ha och var signifikant högre än i 2m-förbandet på 4,7 m³/ha ($p < 0,001$) samt 3m-förbandet på 0,55 m³/ha ($p < 0,001$). 2m- och 3m-förbanden gick inte att signifikant skilja åt ($p = 0,564$).

Vad gäller totalproduktionen (levande plus döda träd) hade 1m-förbandet den högsta volymen på 252,4 m³/ha vilket var signifikant högre än både 2m-förbandet på 177,6 m³/ha ($p = 0,004$) och 3m-förbandet på 125,8 m³/ha ($p = 0,001$). 2m-förbandet hade en signifikant högre volym än 3m-förbandet ($p = 0,016$).

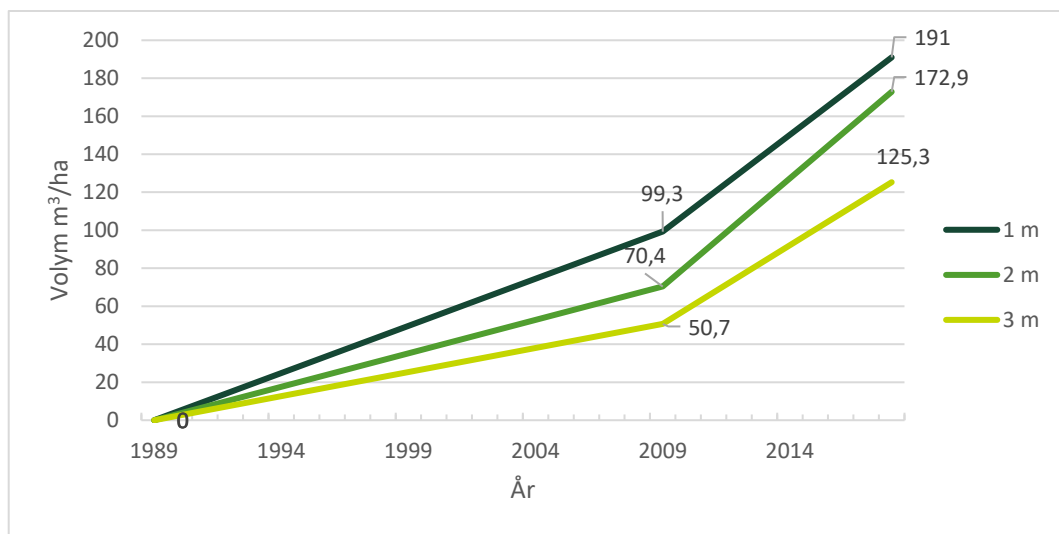


Figur 9. Stamvolym per hektar (m³/ha) 2018 av levande respektive död ved för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3m) 1989. Felstaplar visar $\pm$ medelfel.



Figur 10. Total stamvolym per hektar (levande + döda träd, m³/ha) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3m) år 2018. Felstaplar visar $\pm$ medelfel.

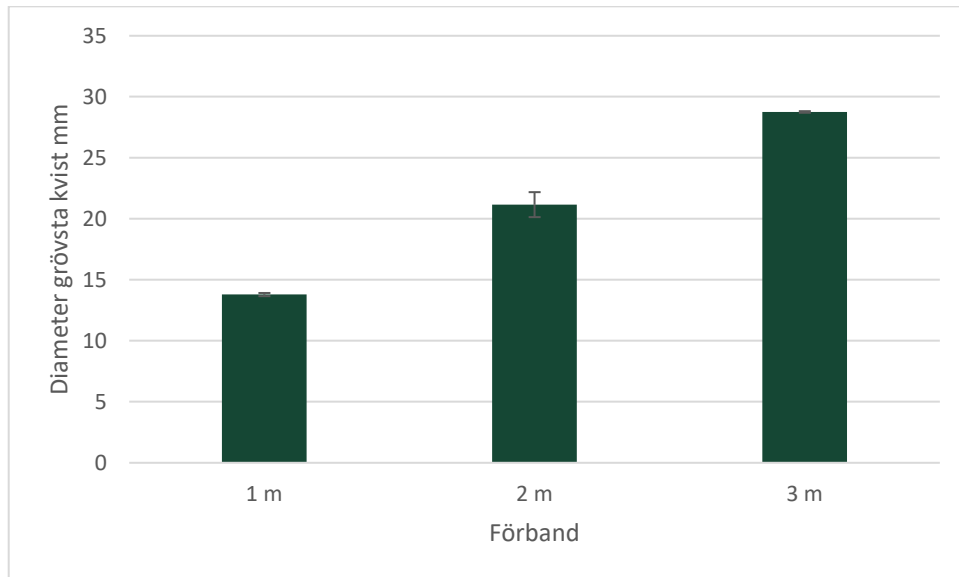
Nettotillväxten över tid har för samtliga förband ökat, men har sedan 2009 ökat mest i 2m-förbandet (Figur 11).



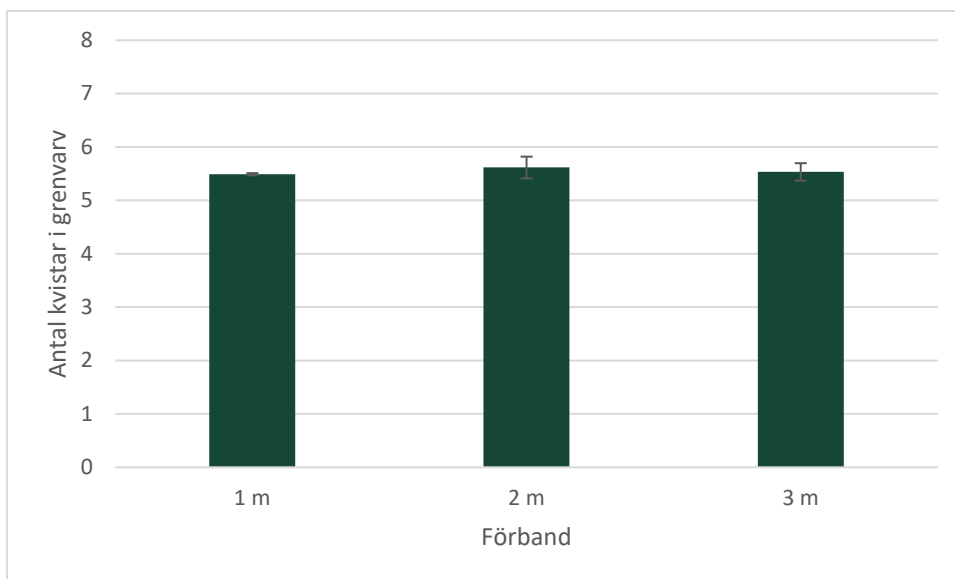
Figur 11. Volymutvecklingen för bestånd med contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3 m) sedan försöket anlades 1989 fram till 2018 års inmätning (avgångar ej inkluderade).

3.5 Grövsta kvist och kvistar per grenvarv

Analysen visade att förbandet hade en signifikant effekt vad gäller grövsta kvist ($p < 0,001$; Figur 12). 3m-förbandet hade den grövsta kvistdiametern med 29 mm vilken var signifikant grövre än både 2m-förbandet på 21 mm ($p = 0,002$) och 1m-förbandet med en grövsta kvistdiameter på i snitt 14 mm ($p < 0,001$). 2m-förbandet hade en signifikant grövre kvistdiameter än 1m-förbandet ($p = 0,002$). Förbandet hade ingen effekt på antal kvistar i grenvarvet ($p = 0,816$; Figur 13).



Figur 12. Grövsta kvistdiameter (mm) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3m) 1989. Felstaplar visar $\pm$ medelfel.



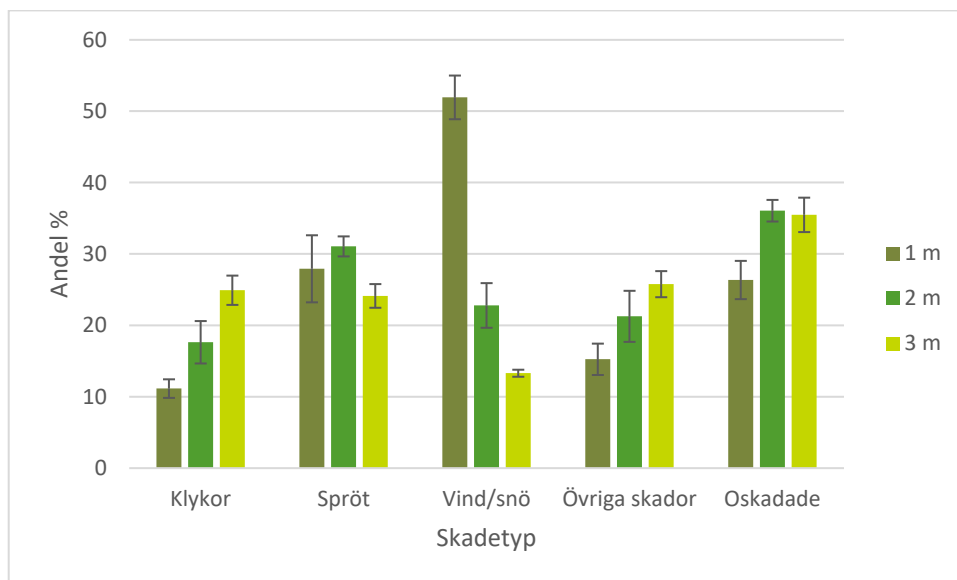
Figur 13. Antal kvistar per grenvarv 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3m) 1989. Felstaplar visar $\pm$ medelfel.

3.6 Skador

Förbandet påverkade förekomsten av klykskador ($p = 0,03$) och snö-och vindskador ($p < 0,001$) och hade en nära signifikant effekt på andelen oskadade träd ($p = 0,062$). För sprötskador och övriga skador fanns ingen signifikant effekt (Figur 14).

Andelen klykskadade träd var lägst i 1m-förbanden på 11,1 % och var signifikant lägre än i 3m-förbandet på 24,9 % ($p = 0,026$). 2m-förbandet med en skadeförekomst på 17,6 % gick inte att skilja från något av de andra två förbanden.

För vind- och snöskador hade 1m-förbandet den högsta frekvensen skador med 51,9 % skadade träd vilket var signifikant högre än 2m-förbandet på 22,8 % ($p = 0,001$) och 3m-förbandet på 13,3 % ($p < 0,001$). Skillnaden mellan 2m- och 3m-förbanden var nära signifikant ($p = 0,052$).



Figur 14. Skadefrekvens bland levande träd (%) 2018 för contortatall planterad med tre olika planteringsförband (1, 2 och 3m) 1989. Felstaplar visar $\pm$ medelfel.

4. Diskussion

Resultaten var i stor utsträckning i linje med hypoteserna. Överlevnaden var lägst i 1m-förbandet och därmed enligt hypotesen även om 2m- och 3m-förbanden inte gick att skilja åt. En möjlig förklaring skulle kunna vara den Harrington et al (2009) ger som förklaring i sin studie på douglasgran att självgallringen ökar vid en specifik gräns för beståndstäthetsindex som då kanske kan ha passerats av 1m-förbandet. Utifrån observationer från inmätningen och följande analyser kan man slå fast att största orsaken till den låga överlevnaden i 1m-förbanden är de många snöbrott som skedde året innan inmätningen, vilket tyder på att mortaliteten främst berodde på snöbrott snarare än konkurrensorsakad självgallring även om det nog också bidrog.

Medelstammens brösthöjdsdiameter var störst i 3m-förbandet och minst i 1m-förbandet. Det är i linje med näst intill alla försök som görs vad gäller förband och diameter och är en av de mest tydliga effekterna. Sjolte-Jorgensen (1967) bekräftar detta i sin genomgång av ett stort antal studier gjorda på barrträdsförsök i olika länder, klimatzoner och med olika barrträdsarter. Vad gäller staplarna i diameterfördelningen så förskjuts de mot de grövre diametrarna i glesare förband och kurvorna för alla tre förbanden framstår som relativt normalfördelade. Givet att höjden inte påverkas av förbandet medan diametern gör det så blir träd som växer i glesare förband grövre i förhållande till höjden, vilket borde leda till mera robusta och tåligare träd.

Beträffande medelhöjd så har bestånden i samtliga förband växt i princip lika mycket i absoluta tal sedan inmätningen som gjordes 2009. Detta betyder dock att den procentuella skillnaden mellan förbanden har minskat och statistiskt sett går det inte att skilja något av förbanden längre till skillnad från resultaten vid den förra revisionen (Larsson & Olofsson 2012) där 1m-förbandet hade en signifikant lägre höjd än 2m- och 3m-förbanden. En möjlig förklaring till den tidigare signifikanta skillnaden är den som framhålls av Sjolte-Jorgensen (1967), där man menar att i tätare förband blir det en större andel undertryckta träd, vilket resulterar i att medelhöjden sänks jämfört med glesare förband där tillväxtförhållandena och konkurrensen blir mera jämna. På sikt skulle den förklaringen dock kunna leda till att det jämnar ut sig igen när de undertryckta lägre träden självgallrats och medelhöjden för levande träd på så sätt ökar. Resultaten i denna studie ligger väl i linje med andra studier som visar att förbandet inte annat än i extremfall har någon större påverkan på just höjdtillväxten hos barrträd (jmf. Lanner 1985). I en artikel av Dahms (1973) där man studerat responsen på gallring i ett 47-årigt contortabestånd så har medelhöjdtillväxten inte påverkats av gallringsstyrkan. Liknande resultat har även Seidel (1984) visat i ett försök med både *Larix occidentalis* och *Picea engelmannii* som gallrats till två olika förband, 9 och 15 fot, vid tio års ålder och

inte visade några skillnader i höjdtillväxt. Gällande krongräns är resultaten förväntade då täta förband sluter sig snabbare och då inte längre släpper ner lika mycket ljus till grenar längre ner på stammarna. I en studie av Zhao et al (2012) på loblollytall (*Pinus taeda*) kunde man visa att tätare förband gav en lägre andel grönkrona i förhållande till totalhöjden vilket även resultaten i denna studie visar. Detta är också i linje med det som visas för ek (*Quercus robur*) i en artikel av Kint et al. (2010) som likt contorta är ett trädslag med vissa pionjäregenskaper om än inte lika utpräglade. I samma studie ingick också bok (*Fagus silvatica*) som är mera utav ett sekundärträdslag och där var sambandet inte lika tydligt.

Ett annat mått att lägga märke till är medelvolymen för enskilda träd. Här är medelvolymen per träd drygt dubbelt så stor i 2m-förbandet och drygt tre gånger så stor i 3m-förbandet jämfört med träden i 1m-förbandet, vilket är i linje med hypotesen och också vad Hébert et al (2016) kunde visa i sin studie i banksianatall (*Pinus banksiana*). När det kommer till stamvolum i hela beståndet för levande träd så är förhållandet det omvända med högst volym i 1m-förbandet och lägst i 3m-förbandet även om skillnaden inte var statistiskt signifikant mellan 1- och 2m-förbanden och därmed inte helt enligt hypotesen. Högre volym per hektar i tätare förband är i linje med många andra studier på contorta (Johnstone & Pollack 1990; Xie et al. 1995; Liziniewicz et al. 2012). Bristen på signifikans mellan 1- och 2m-förbandet kan te sig förvånande. Men om man gräver djupare och även ser på volym av levande plus död ved kan man se signifikanta tydliga skillnader mellan alla förband och att det är 1m-förbandet som har producerat störst volym. Räknar man på den totala produktionen sedan den första inmätningen 2009 (inklusive död ved) kan man se att tillväxten procentuellt räknat (procentuell tillväxt i förhållande till det stående förrådet 2009) varit ganska lika för samtliga förband. Räknar man istället på ökningen i absoluta tal (m³ per hektar) så blir 1m-förbandet den klara vinnaren. Som en personlig observation kan tilläggas att en väldigt stor andel av den döda veden i 1m-förbandet kommer från stammar som hade knäckts av snö och vind föregående vinter så hade inmätningen ägt rum innan hade det nog varit signifikanta skillnader mellan alla förband vad gäller stamvolymen för levande träd. Sjolte-Jorgensen (1967) visar även han i sin genomgång av studier med flera olika barrträdsarter att tätare förband nästan uteslutande har högre totalproduktion än glesare förband.

Även om ett tätare förband ger en högre tillväxt måste man väga in de högre etableringskostnaderna som då ska förränta sig över tillväxtperioden. Med tätare förband minskar också medeldiametern på träden och risken för självgallring ökar. Ur ekonomisk synvinkel är det därför viktigt att hitta en balans mellan totalproduktion och stamdiameter eftersom många klena stammar både ger högre avverkningskostnader och en lägre andel gagnvirke.

När det kommer till resultaten från kvistmätningarna är de helt väntade med klenare kvistar i tätare förband vilket ger bättre virkeskvalitet, åtminstone ur

kvistsynpunkt, i de tätare förbanden. Detta är i linje med resultat från flertalet artiklar (Gort et al. 2010; Ledin 2010).

Beträffande skador så kan man för vissa skadekategorier konstatera att uppkomsten inte varit stor sedan den förra revisionen (Larsson & Olofsson 2012). Så är fallet för klykor och sprötkvistar där skadenivåerna är nästan desamma som vid föregående revision. Skillnaderna här kan dessutom vara ett resultat av den mänskliga faktorn då dessa skador blir bedömda visuellt i fält. En annan orsak till skillnaden mellan revisionerna kan vara tillväxt då till exempel det som en gång var en klyka nu gått över till att bli en sprötkvist som följd av att den ena stammen helt enkelt tagit över. För sprötkvist var frekvensen precis som förra gången högst i 2m-förbandet och liknande mellan 1m- och 3m-förbanden. För klykor var det högst i 3m-förbandet och lägst i 1m-förbandet. Vad gäller snö och vindskador var det precis som förut med mera skador ju tätare förband, men för de två glesaste förbanden låg skadorna kvar på ungefär samma nivå som vid den förra revisionen. För 1m-förbandet hade dock skadenivån ökat betydligt. Skadekategorin ”övriga skador” låg på en lägre nivå för samtliga förband jämfört med tidigare revision med den högsta nivån i det glesaste förbandet och minst i det tätaste. Om man istället för att se på skadorna tittar på träd som är helt skadefria så är andelen högst i 2m-förbandet tätt följt av 3m-förbandet. Siffrorna för skadeförekomsten tar dock inte hänsyn till de döda träden så om man vill tänka på andelen helt oskadade och idag levande träd jämfört med ursprungsantalet hade andelen varit ännu lägre i 1m-förbandet än det nu var. En annan viktig aspekt av utelämnandet av de döda träden i skadeanalysen är att även fast andelen snö- och vindskador är väldigt höga i 1m-förbandet så ger det ändå inte en tillräckligt mörk bild av situationen vad gäller denna skadekategori. Detta då en stor mängd av mortaliteten är direkt orsakad av denna typ av skada vilket sedan inte syns i siffrorna för levande träd. Om man tänker på varför stambrotten sker i 1m-förbandet kan man nog anta att det beror på medelbrösthöjdsdiametern som är betydligt lägre där vilket leder till att stammarna helt enkelt inte blir lika tåliga mot mekanisk yttre påverkan. I studier av Wilson & Baker (2001) på douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*) och av Pääta et al. (1999) på gran och tall visar man att höjd till diameterförhållande (H/D) är en bra indikation på hur stabila och snöbrottskänsliga träd är. I de nämnda studierna studerades inte contortatall men H/D-förhållandet kan nog ses som ett generellt bra mått även om olika arter säkert kan ha olika tålighet för hur stort H/D-förhållandet kan vara innan träden befinner sig i riskzonen.

Baserat på medelhöjd och medeldiameter i denna studie får man ett H/D-förhållande på 146 för 1m-förbanden, 101 för 2m-förbanden och 82 för 3m-förbanden. Det höga H/D-värdet i 1m-förbandet med träd som är väldigt höga i förhållande till sin diameter är troligen den viktigaste förklaringen till de höga nivåerna av snö- och vindskador i dessa bestånd.

Om man tänker vidare på de smala träden i 1m-förbanden kan man också fundera på om situationen skulle ha uppstått i ett någorlunda normalt skogsbruksförfarande. Att plantera så tätt som med 1m-förband är väldigt ovanligt då detta skulle bli kostsamt. En liknande täthet skulle man kanske kunna uppnå med sådd på ett mer rimligt sätt. Ett sådant bestånd skulle dock i praktiken sedan röjas och gallras mycket tidigare för att undvika utvecklingen av tunna och klena träd. Situationen i 1m-förbandet i denna studie skulle därför snarare ses som ett resultat av uteblivna åtgärder eller misskötsel och inte något som skulle hända i ett bestånd med aktiv skötsel.

Studiens applicerbarhet är något begränsad då försöksytorna är begränsade till en enda lokal. Resultatet kan ge en bra bild för hur contortan växer under liknande förhållanden men bör jämföras med andra studier i andra geografiska områden för att ge underlag till mera övergripande slutsatser. För att gå in på mera detaljerade problemområden i studien så har höjdmätningen, speciellt av krongränshöjden i 1m-förbanden, varit svår då det har varit väldigt svårt att se i de stamtätare parcellerna. Resultaten av höjdmätningarna känns ändå ganska rimliga i förhållande till varandra men i absoluta tal är precisionen med största sannolikhet högre i de glesare förbanden. En annan sak relaterad till höjdmätningarna är volymfunktionerna. Eftersom höjderna bara har mätts på provträden och de har en skev representation gentemot diameterspridningen, med en viktning mot de grövre dimensionerna, kan volymfunktionerna vara mindre lämpade för de klenare träden. Då de klenare träden står för en väldigt liten volym bör dock den bias som uppstår vara försumbar.

4.1 Slutsats

Denna studie visar tydligt att förbandet har en stor effekt på många bestånds- och trädvariabler. Tätare förband ger en högre totalproduktion med klenare kvist och högre krongräns men kommer också med högre kostnader både vid anläggning och vid slutavverkning. Glesare förband leder till större medelträd, vilket är en fördel vid produktion av sågtimmer och ger dessutom lägre avverkningskostnader då det är färre träd som behöver hanteras. Utöver själva kostnaderna får man också väga in att klenare dimensioner som går som massaved ofta inbringar ett lägre pris än grövre sågtimmer. En annan viktig aspekt att ta hänsyn till när man väger olika förband emot varandra är risken för snöbrott som var avsevärt högre i det tätaste förbandet.

Ur ett skogsbruksperspektiv är valet av förband starkt beroende av syftet med det bestånd som anläggs. Om det är massaved man vill satsa på så är tätare förband att föredra då totalproduktionen blir högre och potentiellt också leder till större volymer av GROT och stubbar. Vill man i stället satsa mer på produktion av sågtimmer är det bättre att inte ha allt för täta förband då det leder till klenare träd och dessutom ökar risken för snöbrott. För att kunna ta ett så bra beslut som

möjligt bör man därför beakta olika sortiments prisutveckling samt väga in lokala riskfaktorer och hur klimatförändringarna kan komma att ändra dessa.

Utifrån denna studie verkar ett förband på två meter vara ett bra alternativ i många fall då det kan hålla en relativt hög produktion men med rimlig risk för snöbrott.

Vidare kanske man också kan argumentera för att i framtiden satsa mer på tätare förband då en mer utvecklad skogsindustri som blir bättre och effektivare på att hantera restprodukter kan vinna på en högre totalproduktion där energi och även andra ämnen i kemisk industri kan utvinnas lättare. En sådan utveckling lär öka efterfrågan på biomassa och öka den ekonomiska potentialen vilket kan rättfärdiga en något högre risk. Om priserna på biomassa är fördelaktiga så skulle man också kunna tänka sig att man satsar på det primärt och har riktigt täta bestånd anlagda med sådd eller naturlig föryngring och kortare omloppstider. En annan aspekt med tätare förband och högre produktion är att om det leder till en högre kolinbindning skulle kunna vara bra för klimatet. Framtida forskning kan vara att utforska fler förband mellan en och två meter med avseende på snöbrottsrisk för att kunna optimera produktionen ytterligare utan allt för stora risker. Det skulle också vara värdefullt att kartlägga olika områdens risknivåer för att eventuellt kunna satsa på ännu tätare förband där riskerna är lägre eller för att se vilka sortiment som är mest gynnsamma på vilka platser.

Referenser

- Brandel, G. (1990). Volymfunktioner för enskilda träd: tall, gran och björk = Volume functions for individual trees: Scots pine (*Pinus sylvestris*), Norway spruce (*Picea abies*) and birch (*Betula pendula* & *Betula pubescens*). Sveriges lantbruksuniv.
- Cardoso, D.J., Lacerda, A.E.B., Rosot, M.A.D., Garrastazú, M.C. & Lima, R.T. (2013). Influence of spacing regimes on the development of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) in Southern Brazil. *Forest Ecology and Management*, 310, 761–769. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.021>
- Dahms, W.G. (1973). Tree Growth and Water Use Response to Thinning in a 47-year-old Lodgepole Pine Stand. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Elfving, B. (1996). Förbands- och gallringsförsök med contorta. Mätdata från 1992-1995. (Arbetsrapporter - Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsskötsel, nr 110)
- Elfving, B., Ericsson, T. & Rosvall, O. (2001). The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden — a review. *Forest Ecology and Management*, 141 (1–2), 15–29. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00485-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00485-0)
- Engelmark, O. (2011). Contortatall i Sverige: ett storskaligt ekologiskt experiment. SLU. (Fakta. Skog, 2011:9)
- Erkan, N. & Aydin, A.C. (2016). Effects of spacing on early growth rate and carbon sequestration in *Pinus brutia* Ten. plantations. *Forest Systems*, 25 (2), e064–e064. <https://doi.org/10.5424/fs/2016252-09290>
- Gizachew, B., Brunner, A. & Øyen, B.-H. (2012). Stand responses to initial spacing in Norway spruce plantations in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 27 (7), 637–648. <https://doi.org/10.1080/02827581.2012.693191>
- Gort, J., Zubizarreta-Gerendiain, A., Peltola, H., Kilpeläinen, A., Pulkkinen, P., Jaatinen, R. & Kellomäki, S. (2010). Differences in branch characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) genetic entries grown at different spacing. *Annals of Forest Science*, 67 (7), 705–705. <https://doi.org/10.1051/forest/2010030>
- Harrington, T.B., Harrington, C.A. & DeBell, D.S. (2009). Effects of planting spacing and site quality on 25-year growth and mortality relationships of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*). *Forest Ecology and Management*, 258 (1), 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.03.039>
- Hébert, F., Krause, C., Plourde, P.-Y., Achim, A., Prigent, G. & Ménétrier, J. (2016). Effect of Tree Spacing on Tree Level Volume Growth, Morphology, and Wood Properties in a 25-Year-Old *Pinus banksiana* Plantation in the Boreal Forest of Quebec. *Forests*, 7 (11), 276. <https://doi.org/10.3390/f7110276>

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (red.) (2018). Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development. I: Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels in Context of Strengthening Response to Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. Cambridge University Press. 93–174. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.004>
- Johansson, T. (2007). Biomass production and allometric above- and below-ground relations for young birch stands planted at four spacings on abandoned farmland. *Forestry* (London), 80 (1), 41–52. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpl049>
- Johnstone, W.D. (1985). Thinning lodgepole pine. I: Baumgartner, D. (red.) : Lodgepole Pine: The Species and Its Management Symposium Proceedings, Spokane, May 8–10, 1984: 253–262.
- Johnstone, W.D. & Pollack, J.C. (1990). The influence of espacement on the growth and development of a lodgepole pine plantation. *Canadian Journal of Forest Research*, 20 (10), 1631–1639. <https://doi.org/10.1139/x90-216>
- Karlman, M. (1981). The introduction of exotic tree species with special reference to *Pinus contorta* in northern Sweden: review and background = Introduktion av främmande trädslag med särskild hänsyn till *Pinus contorta* i norra Sverige: en litteraturöversikt. Swedish univ. of agricultural sciences, College of forestry [Sveriges lantbruksuniv., Skogsvetenskapliga fakulteten] ; Liber distribution.
- Karlsson, K. (2003). Fältarbetsinstruktion för skogsfakultetens beståndsbehandlingsförsök. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Kint, V., Hein, S., Campioli, M. & Muys, B. (2010). Modelling self-pruning and branch attributes for young *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. trees. *Forest Ecology and Management*, 260 (11), 2023–2034. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.008>
- Koch, P. (1996). Lodgepole pine in North America. Forest Products Society.
- Lanner, R.M. (1985). On the insensitivity of height growth to spacing. *Forest Ecology and Management*, 13 (3–4), 143–148. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(85\)90030-1](https://doi.org/10.1016/0378-1127(85)90030-1)
- Larsson, J. & Olofsson, J. (2012). Planteringsförbandets inverkan på bestånd av contortatall (*Pinus contorta* var. *latifolia*) med avseende på volymtillväxt och virkesegenskaper. (Kandidatarbete i skogsvetenskap 2012:23). Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Ledin, J. (2010). Planteringsförbandets betydelse för kvalitetsegenskaper i Contortatall (*Pinus contorta* var. *latifolia*). Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Liziniewicz, M., Ekö, P.M. & Agestam, E. (2012). Effect of spacing on 23-year-old lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl. var. *latifolia*) in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 27 (4), 361–371. <https://doi.org/10.1080/02827581.2011.639798>
- Minitab Statistical Software (V.18.1) (2017). Minitab, LLC.

- Nilsson, P. & Cory, N. (2010). Skogsdata 2010 - Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Contortatall i Sverige. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning.
- Päätaalo, M.-L., Peltola, H. & Kellomäki, S. (1999). Modelling the risk of snow damage to forests under short-term snow loading. *Forest Ecology and Management*, 116 (1–3), 51–70. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00446-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00446-0)
- Seidel, K.W. (1984). A western larch-engelmann spruce spacing study in eastern Oregon: results after 10 years. (PNW-RB-409). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. <https://doi.org/10.2737/PNW-RB-409>
- Sharma, R.P. & Brunner, A. (2017). Modeling individual tree height growth of Norway spruce and Scots pine from national forest inventory data in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 32 (6), 501–514. <https://doi.org/10.1080/02827581.2016.1269944>
- Sjolte-Jørgensen, J. (1967). The Influence of Spacing on the Growth and Development of Coniferous Plantations. I: *International Review of Forestry Research*. Elsevier. 43–94. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4831-9976-4.50008-X>
- Skogsvårdslagstiftningen: gällande regler 1 april 2019 (2019). Skogsstyrelsen.
- Svenska Samernas Riksförbund (2024). Skogspolicy. Svenska Samernas Riksförbund. <https://www.sapmi.se/wp-content/uploads/2024/08/Skogspolicy-reviderad-2024-med-framsida.pdf> [2025-01-16]
- Tun, T.N., Guo, J., Fang, S. & Tian, Y. (2018). Planting spacing affects canopy structure, biomass production and stem roundness in poplar plantations. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33 (5), 464–474. <https://doi.org/10.1080/02827581.2018.1457711>
- Wilson, J.S. & Baker, P.J. (2001). Flexibility in forest management: managing uncertainty in Douglas-fir forests of the Pacific Northwest. *Forest Ecology and Management*, 145 (3), 219–227. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00419-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00419-9)
- Xie, C.Y., Ying, C.C. & Johnstone, W.D. (1995). Spacing and provenance effects on the performance of shore pine (*Pinus contorta* var. *contorta*): 20-year test results. *Canadian Journal of Forest Research*, 25 (4), 567–576. <https://doi.org/10.1139/x95-064>
- Zhao, D., Kane, M. & Borders, B.E. (2012). Crown Ratio and Relative Spacing Relationships for Loblolly Pine Plantations. *Open Journal of Forestry*, 02 (03), 101–115. <https://doi.org/10.4236/ojf.2012.23014>

Bilaga 1

Tabell 1. Lista över skadekoder som noterats under senaste revisionen år 2018 samt kategorisering och skaderangordning.

Skadekod	Skada	Kategori	Skaderangordning
0	Frisk	Frisk	25
6	Lätt vargtyp	Övrigt	24
9	Lätt kvalitetsdefekt	Övrigt	23
16	Vargtyp	Övrigt	22
19	Kvalitetsnedsättning	Övrigt	21
21	Klyka rotstock	Klyka	8
22	Klyka mittsektion	Klyka	9
23	Klyka topp	Klyka	10
24	Spröt rotstock	Spröt	11
25	Spröt mittsektion	Spröt	12
26	Spröt topp	Spröt	13
69	Döende träd	Övrigt	14
70	Dött träd	Död	3
71	Stambrott högt inom krona	Vind/snö	5
72	Stambrott lågt inom krona	Vind/snö	4
73	Stambrott under krona	Vind/snö	2
74	Snöböjd	Vind/snö	6
75	Liggande	Vind/snö	1
77	Torrtopp	Övrigt	15
79	Missbildad brh	Övrigt	16
80	Lutande	Vind/snö	7
81	Stamskada	Övrigt	17
93	Stamskada	Övrigt	20
94	Stamskada	Övrigt	19
96	Stamskada	Övrigt	18

Tabell 2. Resultat från variansanalys (ANOVA) för block- och förbandseffekter för alla testade variabler (exklusive skador som redovisas i Tabell 4) från ett förbandsförsök med contortatall anlagt år 1989 i tre förband (1, 2 och 3 m). Data från inmätningen år 2018 i samtliga variabler förutom överlevnad där även data från inmätningen år 2009 ingår.

Överlevnad år 2009 sedan start					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	3,889	1,945	0,05	0,95
Förband	2	127,12	63,56	1,7	0,292
Error	4	149,584	37,396		
Total	8	280,594			
Överlevnad år 2018 sedan start					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	7,05	3,53	0,15	0,867
Förband	2	2941,91	1470,96	61,69	0,001
Error	4	95,38	23,84		
Total	8	3044,34			
Medelhöjd					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	54,89	27,444	4,62	0,091
Förband	2	29,56	14,778	2,49	0,199
Error	4	23,78	5,944		
Total	8	108,22			
Medelkrongräns					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	20,97	10,49	0,66	0,565
Förband	2	1238,56	619,28	38,98	0,002
Error	4	63,54	15,89		
Total	8	1323,08			
Brösthöjdsdiameter					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	34,94	17,47	4,07	0,109
Förband	2	7378,21	3689,1	859,35	<0,001
Error	4	17,17	4,29		
Total	8	7430,31			

Medelstammens volym

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	172,9	86,45	4,88	0,085
Förband	2	11412,2	5706,08	321,99	<0,001
Error	4	70,9	17,72		
Total	8	11655,9			

Volym (levande) per hektar

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	998,3	499,2	1,86	0,268
Förband	2	6919,5	3459,7	12,92	0,018
Error	4	1071,5	267,9		
Total	8	8989,3			

Volym död ved per hektar

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	49,63	24,81	1,18	0,396
Förband	2	6923,45	3461,73	164,22	<0,001
Error	4	84,32	21,08		
Total	8	7057,4			

Volym total (levande plus död)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	821,3	410,7	2,61	0,188
Förband	2	24279,6	12139,8	77,14	0,001
Error	4	629,5	157,4		
Total	8	25730,5			

Grövsta kvist

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	1,862	0,931	0,82	0,504
Förband	2	335,728	167,864	147,59	<0,001
Error	4	4,55	1,137		
Total	8	342,139			

Kvistar per grenvarv

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	0,1064	0,0532	0,71	0,546
Förband	2	0,02487	0,01243	0,17	0,853
Error	4	0,30133	0,07533		
Total	8	0,4326			

Tabell 3. Resultat av PostHoc Tukeytester för variabler med signifikanta förbandsskillnader med data från inmätningen 2018.

Överlevnad 2018 sedan start									
Differens		Medelfel	Simultant		Justerat				
Förband	Medeldifferens	differens	95% KI	T-värde	P-värde				
Levels						Förband	N	Medelvärde	Grupper
2m - 1m	35,22	3,99	(21,01; 49,43)	8,83	0,002	3m	3	88,5767	A
3m - 1m	40,86	3,99	(26,65; 55,07)	10,25	0,001	2m	3	82,93	A
3m - 2m	5,65	3,99	(-8,56; 19,86)	1,42	0,416	1m	3	47,7133	B
Krongräns									
Differens		Medelfel	Simultant		Justerat				
Förband	Medeldifferens	differens	95% KI	T-värde	P-värde				
Levels						Förband	N	Medelvärde	Grupper
2m - 1m	-13,47	3,25	(-25,06; -1,87)	-4,14	0,031	1m	3	71,8767	A
3m - 1m	-28,72	3,25	(-40,31; -17,12)	-8,82	0,002	2m	3	58,41	B
3m - 2m	-15,25	3,25	(-26,85; -3,65)	-4,69	0,02	3m	3	43,16	C

Medelbrösthöjdsdiameter

Differens		Medelfel	Simultant		Justerat
Förband	Medeldifferens	differens	95% KI	T-värde	P-värde
Levels					
2m - 1m	39,49	1,69	(33,46; 45,52)	23,34	<0,001
3m - 1m	69,94	1,69	(63,91; 75,97)	41,34	<0,001
3m - 2m	30,45	1,69	(24,42; 36,48)	18	<0,001

Förband	N	Medelvärde	Grupper
3m	3	152,883	A
2m	3	122,43	B
1m	3	82,943	C

Medelstammens volym

Differens		Medelfel	Simultant		Justerat
Förband	Medeldifferens	differens	95% KI	T-värde	P-värde
Levels					
2m - 1m	43,23	3,44	(30,98; 55,48)	12,58	0,001
3m - 1m	87,22	3,44	(74,97; 99,47)	25,38	<0,001
3m - 2m	44	3,44	(31,75; 56,25)	12,8	<0,001

Förband	N	Medelvärde	Grupper
3m	3	127,313	A
2m	3	83,317	B
1m	3	40,09	C

Volym (levande) per hektar

Differens		Medelfel	Simultant		Justerat				
Förband	Medeldifferens	differens	95% KI	T-värde	P-värde				
Levels						Förband	N	Medelvärde	Grupper
2m - 1m	-18,1	13,4	(-65,7; 29,5)	-1,35	0,442	1m	3	191,023	A
3m - 1m	-65,7	13,4	(-113,4; -18,1)	-4,92	0,017	2m	3	172,92	A
3m - 2m	-47,6	13,4	(-95,3; -0,0)	-3,57	0,05	3m	3	125,28	B

Volym (död) per hektar

Differens		Medelfel	Simultant		Justerat				
Förband	Medeldifferens	differens	95% KI	T-värde	P-värde				
Levels						Förband	N	Medelvärde	Grupper
2m - 1m	-56,67	3,75	(-70,03; -43,31)	-15,12	<0,001	1m	3	61,34	A
3m - 1m	-60,79	3,75	(-74,15; -47,43)	-16,22	<0,001	2m	3	4,67	B
3m - 2m	-4,12	3,75	(-17,48; 9,24)	-1,1	0,564	3m	3	0,5533	B

Total volym (levande plus död)

Differens		Medelfel	Simultant		Justerat				
Förband	Medeldifferens	differens	95% KI	T-värde	P-värde				
Levels						Förband	N	Medelvärde	Grupper
2m - 1m	-74,8	10,2	(-111,3; -38,3)	-7,3	0,004	1m	3	252,363	A
3m - 1m	-126,5	10,2	(-163,0; -90,0)	-12,35	0,001	2m	3	177,59	B
3m - 2m	-51,8	10,2	(-88,3; -15,3)	-5,05	0,016	3m	3	125,833	C

Grövsta kvist

Differens		Medelfel	Simultant		Justerat				
Förband	Medeldifferens	differens	95% KI	T-värde	P-värde				
Levels						Förband	N	Medelvärde	Grupper
2m - 1m	7,367	0,871	(4,263; 10,470)	8,46	0,002	3m	3	28,75	A
3m - 1m	14,96	0,871	(11,857; 18,063)	17,18	<0,001	2m	3	21,1567	B
3m - 2m	7,593	0,871	(4,490; 10,697)	8,72	0,002	1m	3	13,79	C

Tabell 4. Resultat från variansanalys (ANOVA) för block- och förbandseffekter på skadefrekvens av olika skadetyper i ett förbandsförsök med contortatall anlagt år 1989 i tre förband (1, 2 och 3 m) med data från inmätningen år 2018.

Klykskador					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	28,35	14,18	0,94	0,462
Förband	2	284,97	142,49	9,48	0,03
Error	4	60,15	15,04		
Total	8	373,48			
Sprötskador					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	40,78	20,39	0,68	0,557
Förband	2	72,44	36,22	1,21	0,389
Error	4	120,04	30,01		
Total	8	233,26			
Snö- och vindskador					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	72,34	36,17	3,3	0,142
Förband	2	2430,62	1215,31	110,88	<0,001
Error	4	43,84	10,96		
Total	8	2546,8			
Övriga skador					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	11,79	5,894	0,21	0,822
Förband	2	166,83	83,417	2,92	0,166
Error	4	114,43	28,609		
Total	8	293,06			
Andel oskadade träd					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Block	2	32,52	16,26	1,1	0,416
Förband	2	177,51	88,76	6	0,062
Error	4	59,13	14,78		
Total	8	269,16			

Tabell 5. Resultat av PostHoc Tukeytester för skadefrekvens i olika skadekategorier med signifikanta förbandsskillnader med data från inmätningen 2018.

Klykskador									
Differens		Medelfel	Simultant		Justerat				
Förband	Medeldifferens	differens	95% KI	T-värde	P-värde	Förband	N	Medelvärde	Grupper
Levels									
2m - 1m	6,49	3,17	(-4,79; 17,78)	2,05	0,216	3m	3	24,9251	A
3m - 1m	13,78	3,17	(2,49; 25,06)	4,35	0,026	2m	3	17,6414	A B
3m - 2m	7,28	3,17	(-4,00; 18,57)	2,3	0,167	1m	3	11,1493	B
Snö- och vindskador									
Differens		Medelfel	Simultant		Justerat				
Förband	Medeldifferens	differens	95% KI	T-värde	P-värde	Förband	N	Medelvärde	Grupper
Levels									
2m - 1m	-29,13	2,7	(-38,76; -19,50)	-10,78	0,001	1m	3	51,9308	A
3m - 1m	-38,63	2,7	(-48,26; -28,99)	-14,29	<0,001	2m	3	22,8014	B
3m - 2m	-9,5	2,7	(-19,13; 0,14)	-3,51	0,052	3m	3	13,3054	B

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

☒ JA, jag, Viktor Boström har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2024:14 Författare: Dorothea Milena Jentzsch
The change of microclimate in riparian buffers following clearcutting of adjacent forest stands.
- 2024:15 Författare: Gayan Sanjeeva Samarasighe
The impact of climate change and drainage maintenance strategies on boreal peatlands water storage capacity
- 2025:01 Författare: Hanna Anundi
Skogsbad i cancerrehabilitering? En utvärdering av en naturbaserad intervention i cancervården.
- 2025:02 Författare: Oscar Andersson
Warming alters root trait strategies and enhances overyielding in boreal tree seedling mixtures
- 2025:03 Författare: Julian Säflund
Forest edge effect on seedling growth, C/N allocation and fungal associations. A closer look at 3-year-old seedling growth patterns above- and belowground and their mycorrhizal symbionts according to their distance to a forest edge.
- 2025:04 Författare: Jelle van Zanten
Large herbivores and fire shape divergent woody assemblages in temperate wood-pasture. Experimental effects of large herbivores and fire on the survival of ten temperate woody species in southern Sweden.
- 2025:05 Författare: Adrien Lamodièrre
Diverse Paths to Restoration: Assessing biodiversity responses to enrichment planting in Sabah's tropical forests. A 27-year comparison of line and gap-cluster planting in the INIKEA restoration project
- 2025:06 Författare: Stijn Qualm
Ancient Silver Sentinels. Kelo Tree Dynamics in a Boreal Old-Growth Forest in Northern Sweden
- 2025:07 Författare: Ted Pettersson
Three decades of change in the character and charge density of dissolved organic matter in Swedish surface waters
- 2025:08 Författare: Erik Dahlin
Årsringsutvecklingen hos tall i relation till graden av kronskada vid brand - Undersökning på naturvårdsbrända områden i Västerbotten
- 2025:09 Författare: Isak Haglund
Abundance of Invertebrates in Forests near Ditches and Streams
- 2025:10 Författare: Viktor Boström
Planteringsförbandets inverkan på produktion och kvalitet i ett 29-årigt bestånd av contortatall (*Pinus contorta* var. *latifolia*) i norra Sverige