

Projekt "Tillväxtstörningar hos tallplantor"

Growth disturbance in pine seedlings



FOTON: SIMON PALMÉR

Summary

Surveys of pine regeneration sites in eastern Småland showed that, on average, approximately 10% of plants had multiple leaders, but the figure varied from 0 to approximately 40%. No geographical or soil moisture pattern could be detected. Nine sites in western Småland showed similar disturbance frequencies.

Two possible reasons for growth disturbances were tested in 2019: boron deficiency and damage by fungi. Compared with the untreated control, neither boron nor fungicide treatment showed any effect on growth disturbances. The frequency of plants with multiple leaders decreased after the 2019 growth season, but the frequency of plants with multiple stems increased. Two traits suspected to be associated with formation of multiple leaders, i.e. many buds in the top bud whorl and prolepsis, showed no such interactions. Plants treated with insecticide were tested at two sites, but no difference could be found compared with untreated plants.

DNA analyses of sampled shoots for detection of possible harmful fungi did not produce any pattern with respect to growth disturbances. No suspected fungi could be found in the samples. One naturally regenerated plant deviated from those that had been planted; completely different fungi dominated that were not present in the planted trees. This could be a coincidence, but should perhaps be followed up with a study based on targeted samples.

Förord

Denna rapport sammanfattar dels resultat från inventeringar av praktiska tallföryngringar i Götaland, dels resultat från ett fältförsök med borttillförsel och fungicidbehandling och återkommande uppföljningar av plantor i några föryngringar. Inventeringsarbetet bedrevs i ett samarbetsprojekt med Södra, Sveaskog och Skogforsk som deltagare. Målet med inventeringarna var att undersöka omfattningen av störningar och om möjligt hitta mönster i störningarna. I fältförsöket och de återkommande uppföljningarna var målet att direkt eller indirekt försöka identifiera orsaken till tillväxstörningar. De sistnämnda aktiviteterna har ingått i ett projekt som finansierats av Södras Forskningsstiftelse. I detta projekt har också prover från tallplantor analyserats med avseende på DNA från olika svampar.

Svalöv i maj 2020

Karl-Anders Högberg

Innehåll

Summary.....	2
Förord	3
Sammanfattning.....	5
Bakgrund	6
Inventeringar av praktiska föryngringar	7
Experiment med bor och fungicid.....	12
Material och metoder	12
Resultat	13
Intensivuppföljning.....	17
DNA-analys för detektering av eventuella skadesvampar	20
Fotodokumentation	20
Diskussion	21
Inventeringar av praktiska föryngringar.....	21
Experiment med bor och fungicid.....	22
Intensivuppföljning	25
DNA-analys.....	25
Intressanta noteringar från andra studier	26
Slutsatser och förslag till fortsättning.....	26
Referenser.....	27
Erkännanden	27

Sammanfattning

Inventeringar av praktiska tallföryngringar i östra Småland visar på förekomst av plantor med dubbel- eller flertopp på i storleksordningen 10 procent. Siffran gäller ett genomsnittsobjekt, men variationen är stor: från 0 upp till ca 30 procent. Inga geografiska mönster kunde urskiljas. Till exempel skilde sig nio objekt i västra Småland inte från undersökningsområdet i östra Småland. Något samband med markfuktighet framträdde inte.

I ett fältförsök har två tänkbara orsaker till störningar testats under 2019: borbrist och skadesvamp. Testerna gjordes genom att på ett objekt planterat två år tidigare tillföra bor med ett gödselmedel och att behandla med fungicidpreparat. Jämfört med kontrollen kunde inga skillnader konstateras och experimentet gav inget stöd för att dessa orsaker ligger bakom. Trenden i försöket, oavsett behandling, var minskad dubbeltoppsförekomst efter 2019 års tillväxt medan dubbelstamsförekomsten ökade. Två egenskaper som tolkas som störningar och misstänks ha samband med bildning av dubbel- eller flertopp, mångknoppighet och prolepsis, visade inga sådana samband.

I två föryngringar som planterades 2019 provades insekticidbehandlade plantor men inga skillnader kunde påvisas gentemot obehandlade plantor.

DNA-analyser av skottprover för att detektera skadesvampar gav inte något mönster med avseende på tillväxtstörningar. Inga av de kända och fruktade skadesvamparna kunde identifieras. En naturligt föryngrad planta avvek från de planterade genom att helt andra svampar dominerade. Det kan vara en tillfällighet men kanske är det värt att följa upp med mer riktad sampling.

Bakgrund

Sedan några år tillbaka har tillväxtstörningar på tallplantor rapporterats från framför allt östra Småland. Störningarna yttrar sig i onormal skottbildning, ofta flera jämbördiga skott, ibland korta, ibland längre, utan tydligt toppskott. Förekomsten av proleptiska skott verkar också ha ökat, dock saknas data från föryngringar längre bak i tiden. En annan störning som iakttagits är onormalt många knoppar i toppskottets knoppsamling. Det har också observerats barr som växer ut mellan knoppar i knoppsamlingen, ofta kraftigare och plattare än vanliga barr.

Under 2018 inventerades 30 föryngringar i östra Götaland, 15 från Södras trakt-databas och 15 från Sveaskogs trakt-databas. Södras föryngringar inventerades på våren medan Sveaskogs föryngringar inventerades på hösten. Dessutom tillämpades samma inventeringsinstruktion på 8 objekt i Skogsstyrelsens återväxtuppföljning. I en genomsnittlig plantering uppskattades frekvensen plantor med dubbel- eller flertopp till ungefär 10 procent men spridningen var stor, från skadefria objekt upp till dryga 30 procent med dubbeltopp (Högberg 2019).

Inventeringarna gav ingen vägledning i sökandet efter orsaken till störningarna. Till exempel visade sig avstånd till kust och markfuktighet inte ha något samband med hur stora störningarna var. Dock hade naturliga föryngringar och sådder minde störningar än planteringar. För att få mer information beslutades att föryngringarna från Södras trakt-databas skulle återinventeras efter 2018 års tillväxtsäsong. Dessutom lottades 9 nya objekt ut i västra Småland för inventering våren 2019, före skottsträckningens början.

Under 2019 har också aktiviteter skett inom ramen för ett projekt finansierat av Södras Forskningsstiftelse. Både borbrist och svampangrepp har anförts som tänkbara orsaker till tillväxtstörningar. Ett fältexperiment med tillförsel av gödselmedel med extra bor och applicering av fungicid har genomförts i en plantering i närheten av Nybro. På tre lokaler har plantutvecklingen följts mer intensivt under tillväxtsäsongen. Med syfte att identifiera eventuella svampskadegörare har skottprover för DNA-analys tagits från plantor med olika störningar och från plantor utan störningar.

Inventeringar av praktiska föryngringar

På slumpmässigt utvalda objekt lades fem provytor ut per objekt, vardera 100 m² stora. För varje provyta noterades fuktighet i tre klasser, torrt, friskt, fuktigt enligt Skogsstyrelsens modell vid återväxtuppföljning. På varje provyta bedömdes följande:

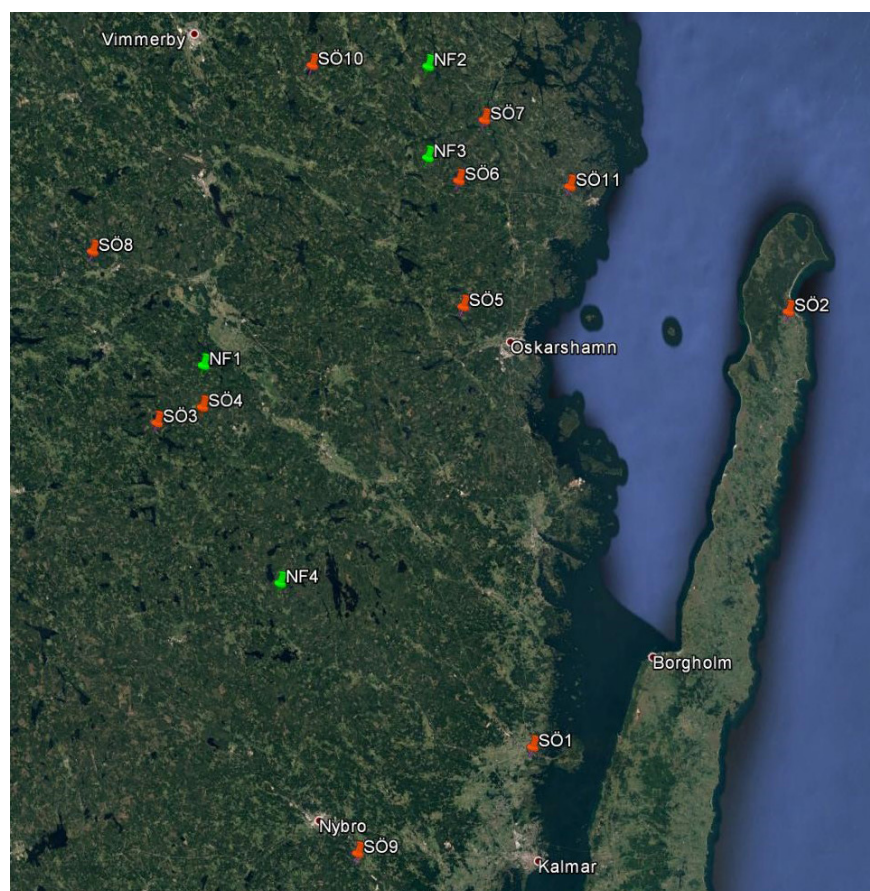
Dubbeltopp registrerades om minst ett sidoskott hade $\leq 20^\circ$ vinkel mot det kraftigaste skottet och ≥ 75 procent av det kraftigaste skottets längd. Endast det översta grenvarvet bedömdes. I den fortsatta texten används ordet "dubbeltopp" såväl för dubbeltoppar som flertoppar.

Knoppantal räknades i toppen av det kraftigaste skottet i översta grenvarvet. Endast knoppar som syntes när knoppkransen sågs uppifrån räknades.

Proleptis angavs som antalet proleptiska skott 2017 vid vårinventeringen och som antalet proleptiska skott 2018 vid höstinventeringen.

Dessutom mättes plantans höjd och viltbetning bedömdes i fyra klasser: 0=ingen betning, 1=endast sidoskott betade, 2 = toppskott betat, 3 = sidoskott och toppskott betat.

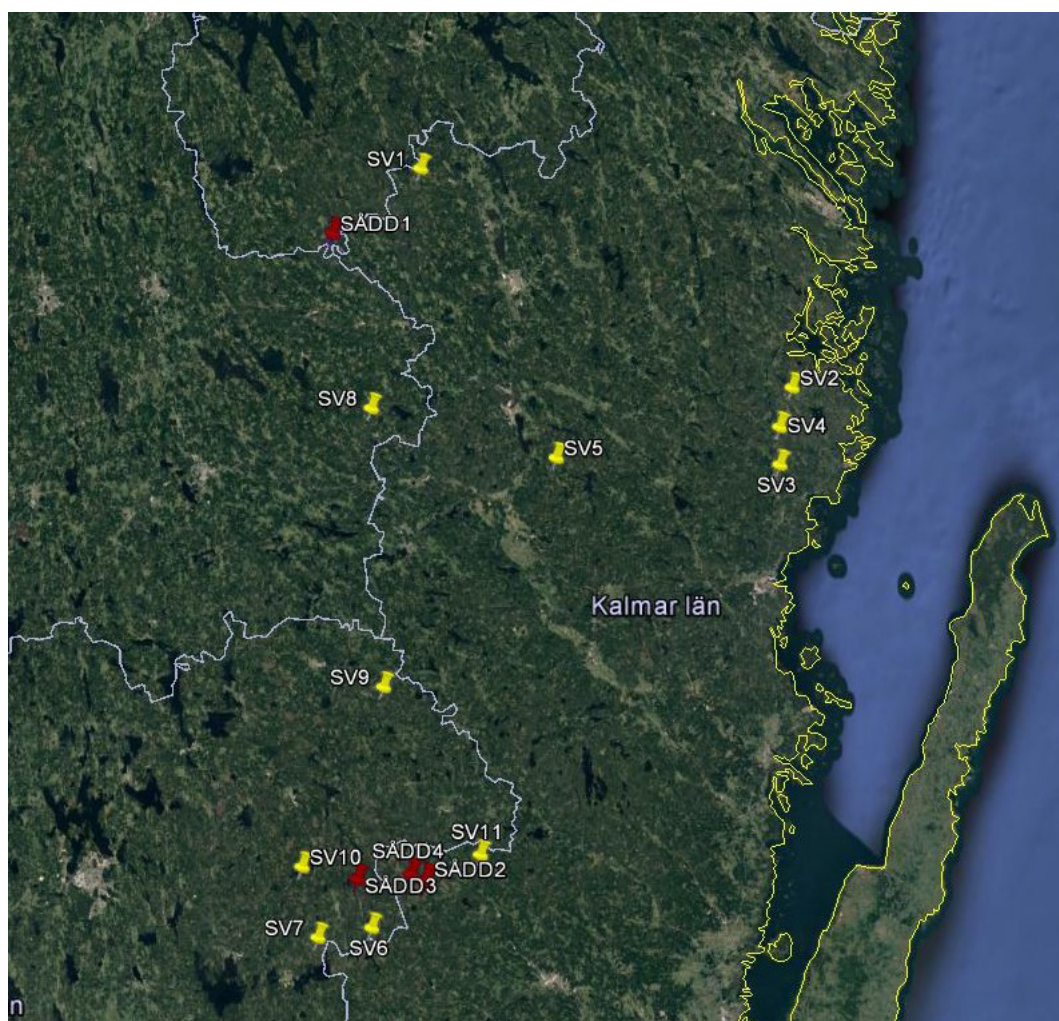
Våren 2018 inventerades 15 föryngringar ur Södras trakt-databas (Figur 1). Dubbeltopps-frekvensen för planterade objekt blev 4 procent och för naturligt föryngrade 3 procent. Per objekt varierade frekvensen från 0 till 7,6 procent. Medelknoppantal per planta och objekt blev 5,2 för planterade och 4,2 för naturligt föryngrade, medan frekvensen plantor med proleptiska skott blev 4,8 procent mot 1,2 procent.



Figur 1. Södra-objekt som återinventerades hösten 2018/våren 2019. våren 2018. SÖ_ = plantering, NF_ = naturlig föryngring.

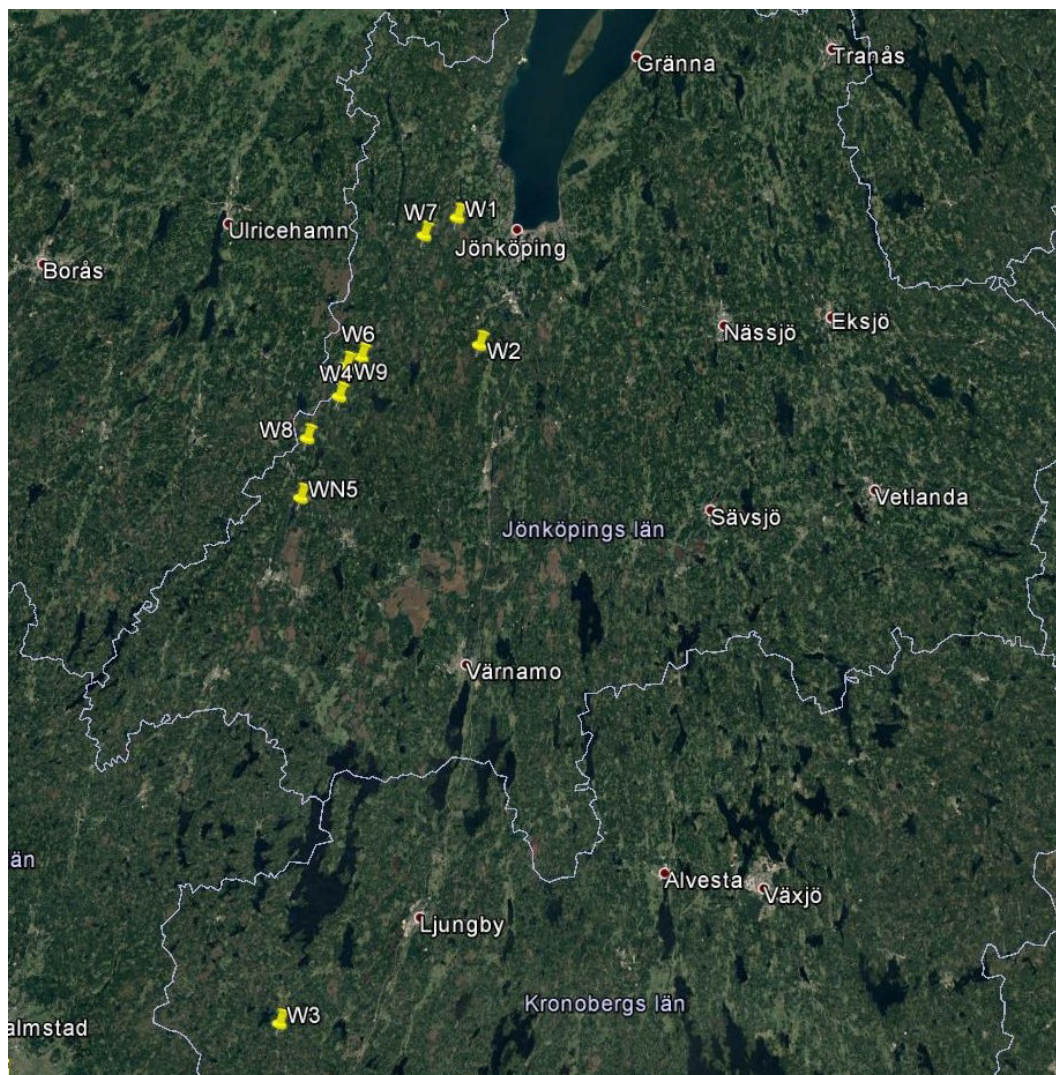
Återinventeringen av Södra-objekten hösten 2018/våren 2019 påvisade ingen större förändring; 3,5 procent av de planterade plantorna och 2,6 procent av de naturligt föryngrade hade dubbel-/flertop (Tabell 1). Knoppantalet var något högre, 5,8 respektive 4,9. Frekvensen plantor med proleptiska skott hade ökat och uppgick till 9,1 procent för planterade och 2,9 procent för naturligt föryngrade.

Hösten 2018 inventerades 15 slumpmässigt valda objekt från Sveaskogs traktdatabas i östra Götaland (Figur 2). Fördelningen var 11 planterade och 4 sådda objekt. Den genomsnittliga frekvensen dubbeltopp var här betydligt högre, 19 procent för planterade och 12 procent för sådda plantor. Genomsnittligt knoppantal var 7,0 respektive 6,0 och den genomsnittliga frekvensen plantor med prolepsis var 16,1 procent för planteringar och 1,5 procent för sådder.



Figur 2. Inventerade objekt hösten 2018, Sveaskog. SV = planteringar, SÅDD = skogssådder.

Våren 2019 gjordes också en inventering av nio slumpmässigt valda objekt i västra Småland, åtta planteringar och en naturlig föryngring från Sveaskogs traktddatabas, samtliga belägna väster om E4 (Figur 3). Här blev genomsnittstalen 15,1 procent, för dubbeltopp, för knoppantal 6,4 och för proleptisförekomst 12,4 procent. Den naturliga föryngringen låg ungefär på samma nivå som planteringarnas genomsnitt för alla tre egenskaperna.



Figur 3. Sveaskog-objekt västra Småland, W = plantering, WN = naturlig föryngring.

Inventeringarna sammanfattas i tabellerna 1 och 2 med traktvisa medelvärden. Observera att knoppegenskaperna nu uttrycks som frekvensen plantor med fler än åtta knoppar i toppskottets knoppsamling.

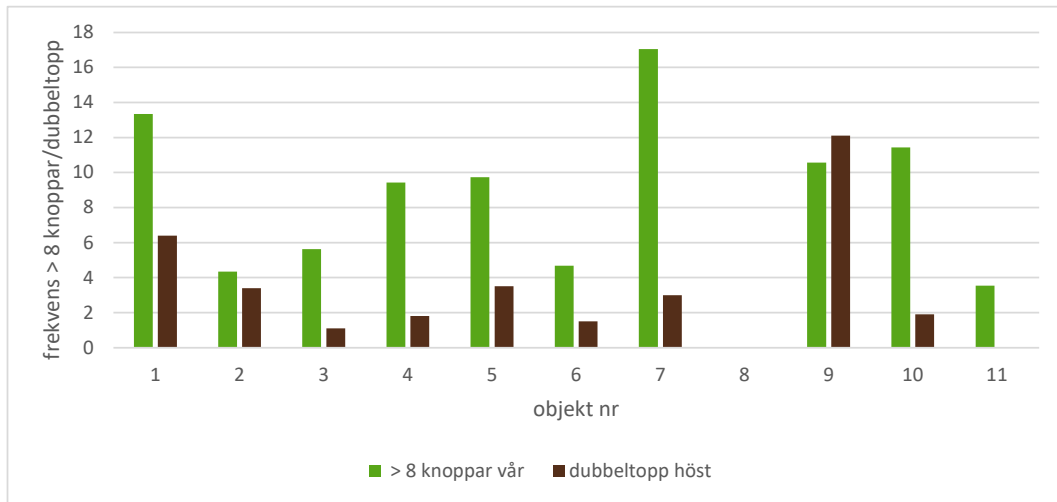
Tabell 1. Traktvisa medelvärden för Södras objekt. SÖ = Södra-objekt, plantering, NF = Södra-objekt naturlig för yngning. dtopp = frekvens plantor med dubbel- eller flertopp, >8 kno = frekvens plantor med mer än 8 knoppar i toppskottets knoppsamling, prol = frekvens plantor med prolepsis, vilt = frekvens plantor med betat toppskott, mhöjd = medelhöjd. Skuggade siffror markerar sommarbetning av vilt.

Södra vår 2018						Södra höst 2018				
Procent per trakt			cm			Procent per trakt			cm	
Objekt	dtopp	>8 kno	prol	vilt	mhöjd	dtopp	>8 kno	prol	vilt	mhöjd
SÖ1	6,7	13,3	7,6	10,5	43,6	6,4	7,4	19,1	1,1	71,6
SÖ2	7,6	4,3	3,3	2,4	70,6	3,4	11,5	2,3	0,0	111,9
SÖ3	1,1	5,6	5,6	39,3	30,5	1,1	4,3	12,8	23,4	41,8
SÖ4	3,8	9,4	8,5	5,9	63,1	1,8	11,9	9,2	0,0	93,5
SÖ5	0,9	9,7	6,2	25,2	41,9	3,5	15,1	8,1	9,3	64,6
SÖ6	4,7	4,7	10,3	1,9	35,6	1,5	1,5	4,5	1,5	60,0
SÖ7	4,5	17,0	3,4	14,9	37,7	3,0	11,9	7,5	26,9	64,2
SÖ8	0,0	0,0	1,8	40,4	15,1	0,0	4,8	1,2	8,4	22,6
SÖP9	0,0	10,6	0,8	41,8	36,8	12,1	13,8	16,4	6,0	56,0
SÖ10	7,6	11,4	1,0	1,0	124,2	1,9	43,5	1,9	0,0	167,5
SÖ11	1,8	3,5	4,4	8,0	32,4	0,0	1,3	15,6	2,6	43,7
NF1	4,6	1,8	0,9	25,7	41,7	0,0	0,0	0	26,2	42,7
NF2	2,4	3,2	1,6	0,0	74,3	1,1	0,0	0	0,0	88,4
NF3	1,6	0,0	1,6	16,7	112,8	3,8	1,9	3,8	2,9	112,0
NF4	1,7	0,0	0,9	1,7	35,0	5,5	3,3	7,7	0,0	47,9

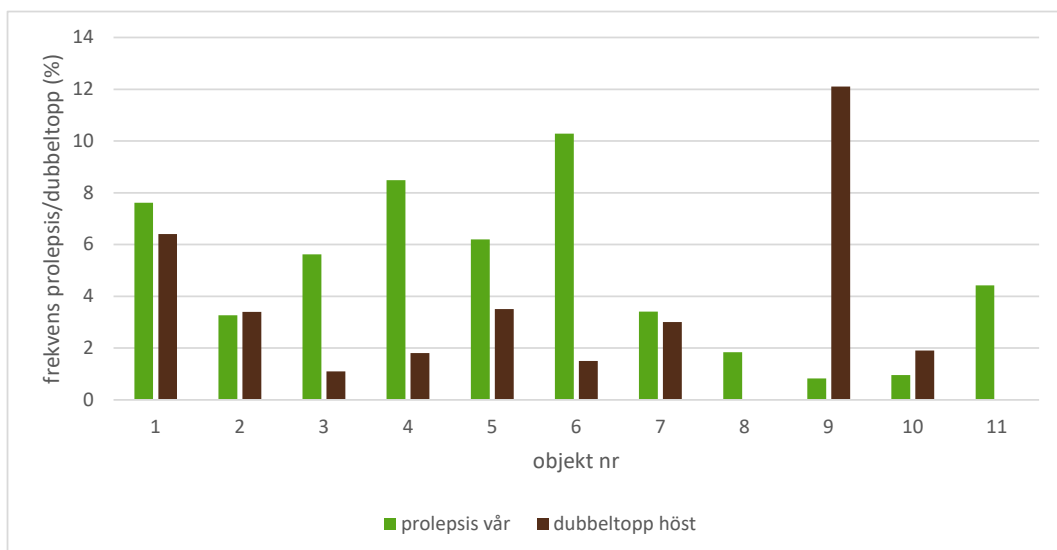
Tabell 2. Traktvisa medelvärden för Sveaskogs objekt. SV = Sveaskog-objekt, plantering, östra Götaland, SÅDD = Sveaskog-objekt, sådd, östra Götaland, W = Sveaskog-objekt, plantering västra Småland, WN = Sveaskog-objekt, naturlig för yngning västra Småland. dtopp = frekvensen plantor med dubbel- eller flertopp, >8 kno = frekvens plantor med mer än 8 knoppar i toppskottets knoppsamling, prol = frekvens plantor med prolepsis, vilt = frekvens plantor med betat toppskott, mhöjd = medelhöjd.

Höst 2018_öster						Vår 2019_väster					
Procent per trakt			cm			Procent per trakt			cm		
Objekt	dtopp	>8 kno	prol	vilt	mhöjd	Objekt	dtopp	>8 kno	prol	vilt	mhöjd
SV1	31,5	38,2	15,7	0	71,1	W1	10,2	11,2	0,0	0,0	107,1
SV2	26,2	35,9	2,9	0	159,4	W2	7,9	27,7	5,0	2,0	85,4
SV3	11,1	13,0	11,1	0,9	76,8	W3	42,9	23,8	33,3	4,8	44,3
SV4	7,7	15,4	15,4	2,2	71,0	W4	14,8	8,2	3,3	4,9	85,2
SV5	16,5	9,0	4,5	0	117,3	W5	11,0	12,2	9,8	0,0	104,8
SV6	14,3	6,7	14,3	0	94,2	W6	18,4	1,8	12,5	1,8	33,9
SV7	30,4	20,7	33,7	0	50,8	W7	7,8	7,8	8,7	0,0	45,8
SV8	12,7	15,9	17,5	0,8	44,3	WN8	16,7	11,5	25,6	0,0	44,6
SV9	24,3	25,2	26,1	3,5	63,2	W9	17,6	23,5	13,7	2,0	81,2
SV10	16,8	10,9	11,9	2	70,4						
SV11	12,6	18,9	23,6	2,4	64,1						
SÅDD1	18,1	3,4	1,7	6	109,3						
SÅDD2	6,0	2,4	2,4	0	67,5						
SÅDD3	12,1	23,4	1,9	0,9	179,5						
SÅDD4	11,8	2,4	0,0	3,5	111,2						

För Södra-ytorna kan samband mellan många knoppar och förekomst av proleptis på våren och dubbeltoppsfrekvens på hösten studeras (Figur 4 och 5). Inget tydligt mönster kunde urskiljas.



Figur 4. Objektvisa medelvärden av frekvensen plantor med mer än 8 knoppar i översta knopp-samlingen på våren 2018 och frekvensen plantor med dubbeltopp följande höst. Södra-objekt, planteringar.



Figur 5. Objektvisa medelvärden av frekvensen plantor med proleptis våren 2018 och frekvensen plantor med dubbeltopp följande höst. Södra-objekt, planteringar.

Experiment med bor och fungicid

MATERIAL OCH METODER

En förnygring planterad 2017 valdes ut för experimentet. Objektet hade mycket störningar och bedömdes kunna ge bra svar på behandlingarnas inverkan. Det är beläget i Bäckebo norr om Nybro.

Försöket lades ut som ett blockförsök med tre behandlingar och fem upprepningar. Behandlingarna var:

1. Gödselmedel med extra bor (Bor Super, giva 2,25 kg/ha),
2. Fungicidbehandling (Amistar),
3. Kontroll. Parcellerna innehöll mellan 25 och 35 plantor med minst fyra plantraders kapp mellan parcellerna.

Data samlades in vid experimentstarten sista veckan i april då höjd mättes och ett antal egenskaper noterades/bedömdes (Tabell 3).

Tabell 3. Egenskaper som mättes/bedömdes i Bäckebo-försöket.

Egenskaper	Förkortning	Beskrivning
Höjd	Hjd	Plantans höjd i cm
Skadegrad	Ska	En snabb subjektiv bedömning. I hur stor grad plantan är påverkad (t. ex. ohämmad skottskjutning). 1 = normalt utseende, 2 = måttlig påverkan, 3= kraftig påverkan.
Äldre konkurrerande skott	Dstam	Antal skott från tidigare grenvarv som konkurrerar med stammen.
Toppskott	Dtopp	1 = tydligt toppskott, inga skott i översta toppskottet konkurrerar med toppskottet, 2 = inget tydligt toppskott finns.
Proleptiska skott	Prol	0 = inget, 1=proleptiska skott finns
Knoppantal	Kno	I toppen av det längsta skottet i översta grenvarvet räknas antal knoppar som syns när knoppsamlingen ses uppifrån. Om det finns två eller flera jämnstora kraftiga skott väljs det skott som är närmast lodlinjen (det man tror kommer att bli toppskott). Om skottet är viltbetat räknas inga knoppar.
Barr bland koppar	Knobarr	0 = inga barr mellan knoppar i toppskottets knopp-samling, alternativt det längsta proleptiska skottet, 1 = barr finns mellan knoppar
Adventivskott från stammen	Stamsk	0 = inga skott från nedre delen av stammen, 1 = enstaka skott från nedre delen av stammen, 2 = många skott från nedre delen av stammen ("kjol"), 3 = som 2 men också fleråriga adventivskottskott finns Se figur 8.
Viltbetning	Vilt	0 = ingen viltbetning eller endast sidoskott viltbetade, 1 = toppskottet viltbetat
Övrigt	Övr	T.ex. andra identifierade skador än viltbetning, växtsätt som inte fångas av variablerna ovan. Anges med text.

I mitten av oktober mättes/bedömdes plantorna i försöket igen. Den här gången bedömdes flertalet variabler på årets skott. Höjd mättes och dubbelstam bedömdes dock för hela plantan.

Egenskapen Knoppantal gjordes om till en klassindelning i två klasser: plantor med fler än 8 knoppar eller plantor med 8 knoppar eller färrefärre. Den benämns "kno>8" i det följande.

Variansanalyser gjordes med parcellmedelvärden enligt modellen:

$$y_{ij} = m + \text{block}_i + \text{beh}_j + e_{ij}$$

där y_{ij} = parcellmedelvärde för block i och behandling j, m = försöksmedelvärde, block_i = fix effekt av block, beh_j = fix effekt av behandling, e_{ij} = slumpmässig felterm.

För klassade egenskaper utfördes Chi-square-tester där individuella värden för varje planta utgjorde bas för analysen.

Korrelationer mellan egenskaper skattades för hela materialet utan uppdelning på behandlingar och beräknades som:

$$r_{a,b} = \sigma_{ab} / \sigma_a \sigma_b$$

där: $r_{a,b}$ = korrelationskoefficient för egenskaperna a och b, σ_{ab} = kovarians mellan egenskap a och b, σ_a = standardavvikelse för egenskap a, σ_b = standardavvikelse för egenskap b.

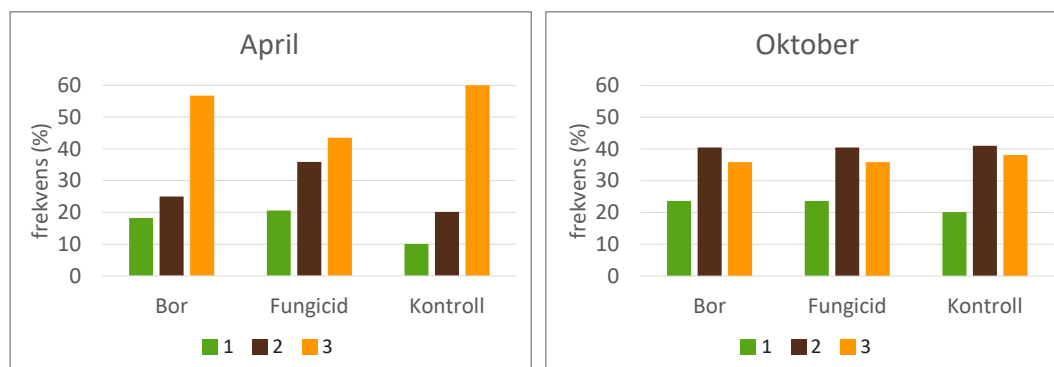
Resultat

Skillnaderna i egenskaper mellan de olika behandlingarna var små i utgångsläget och variansanalyser respektive Chi-square-tester bekräftade att inga signifikanta (95%-nivå) skillnader fanns (Tabell 4).

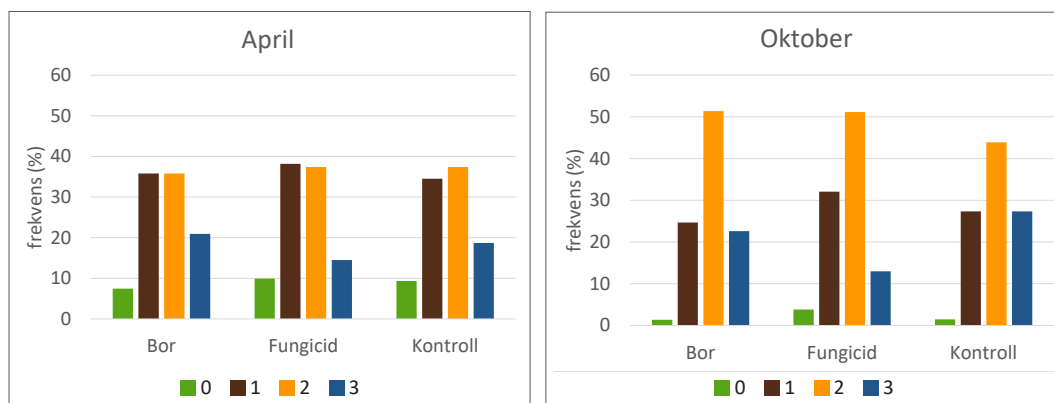
Tabell 4. Medelvärden och frekvenser, utgångsläge våren 2019. Suffixet "_4" indikerar att data samlats in i april månad.

Egenskap	Bor	Fungicid	Kontroll
Hjd_4 (cm)	42,8	42,4	43,6
Dtopp_4 (%)	53,4	49,6	57,6
Kno_4 (antal)	8,3	8,0	8,1
Kno>8_4 (%)	42,5	43,8	40,8
Prol_4 (%)	0,7	1,5	5,8
Dstam_4 (%)	48,6	40,5	43,2
Knobarr_4 (%)	38,1	29,0	42,4
Vilt_4 (%)	9,6	7,7	4,7

Hösten 2019 var skillnaderna mellan behandlingar inte statistiskt signifikanta (95 procentig nivå) (Tabell 5). De största förändringarna från vårens värden noterades för frekvensen plantor utan tydligt toppskott (Dtopp) och plantor med dubbel-/flerstammar (Dstam), detta oavsett behandling. Här minskade andelen plantor utan tydligt toppskott medan frekvensen med dubbel-/flerstam ökade. Även proleptisförekomsten ökade, från några procent upp till ca 15 procent. Den subjektiva klassningen av plantans utseende (Ska) visade störst förändring från våren i klasserna 2 och 3, där plantor gick från kraftig störning till måttlig störning (Figur 6). När det gäller adventivskottsklasserna blev det en förskjutning upp mot de högre klasserna efter en tillväxtsäsong (Figur 7). Det kan också noteras att sommarbete av vilt förekom men inte i någon stor omfattning.



Figur 6. Subjektiv bedömning av plantans utseende (Ska), utgångsläge april och läge i oktober 2019. 1 = normal, 2 = måttlig störning, 3 = kraftig störning.



Figur 7. Fördelning av adventivskottsklasser (Stamsk) på behandlingar, utgångsläge april och läge i oktober 2019. 0 = inga skott från nedre delen av stammen, 1 = enstaka skott från nedre delen av stammen, 2 = många skott från nedre delen av stammen ("kjol"), 3 = svårare än 2, fleråriga skott finns.

Tabell 5. Medelvärden och frekvenser, hösten 2019. Suffixet "_10" indikerar att data samlats in i oktober.

Egenskap	Bor	Fungicid	Kontroll
Hjd_10 (cm)	69,9	68,8	73,6
Dtopp_10 (%)	26,0	38,2	28,1
Kno_10 (antal)	9,3	8,6	9,2
Kno>8_10 (%)	52,7	47,7	56,7
Prol_10 (%)	11,0	13,0	16,5
Dstam_10 (%)	57,5	53,8	54,7
Knobarr_10 (%)	31,5	34,4	28,1
Vilt_10 (%)	2,1	2,3	0,7

Med data från vår och höst på samma plantor finns möjlighet att testa om olika egenskaper i början av en tillväxtperiod kan kopplas till egenskaper efter periodens slut. Dessutom var skillnaderna mellan behandlingar ej signifikanta för flertalet egenskaper vilket medger att data slås ihop vid analyserna. Den egenskap som beskriver tillväxtstörningar bäst kan antas vara Dtopp_10. Emellertid var sambanden mellan Dtopp_10 och egenskaper vid tillväxtperiodens start mycket svaga, ibland näst intill obefintliga (Tabell 6). Till exempel hade avsaknad av ett tydligt toppskott vid tillväxtperiodens början ett mycket svagt samband med samma egenskap vid tillväxtperiodens slut (Dtopp_4 – Dtopp_10).

Tabell 6. Korrelationskoefficienter (r^2 , för kontinuerliga variabler) respektive sannolikheter att skillnader mellan egenskaper inte är skilda från 0 (p-värden, för klassade variabler).

Korrelationer	Hjd_4 – Dtopp_10	$r^2 = 0.05$
	Kno_4 – Dtopp_10	$r^2 = 0.00$
	Stamsk_4 – Dtopp_10	$r^2 = -0.01$
Chi-square	Knobarr_4 – Dtopp_10	$p = 0.27$
	Kno>8_10 – Dtopp_10	$p = 0.37$
	Dtopp_4 – Dtopp_10	$p = 0.18$

I november gjordes en insamling av barr för analys av näringsinnehåll. I varje parcell samlades barr in från alla plantor och lades tillsammans i ett prov. De parcellvisa värdena användes sedan i analyser enligt modell 1. Av analyserna framgick att behandlingen med borttillförsel blev alltför kraftig och detta visade sig för kväve, fosfor och bor. För dessa tre näringsämnen avvek försöksledet med borbehandling signifikant från fungicidbehandling och kontroll, för kväve och fosfor med lägre innehåll medan borhalten blev mer än 10 gånger högre.

Tabell 7. Halter av näringsämnena efter olika behandlingar i Bäckebo-försöket.

	N	P	K	Mn	Cu	Mg	B
Bor	1,55	1340,6	4807,3	746,9	3,09	901,7	239,8
Fungicid	1,67	1499,2	5262,5	726,5	4,56	973,2	15,1
Kontroll	1,67	1521,8	5149,5	670,2	2,92	1009,7	20,3

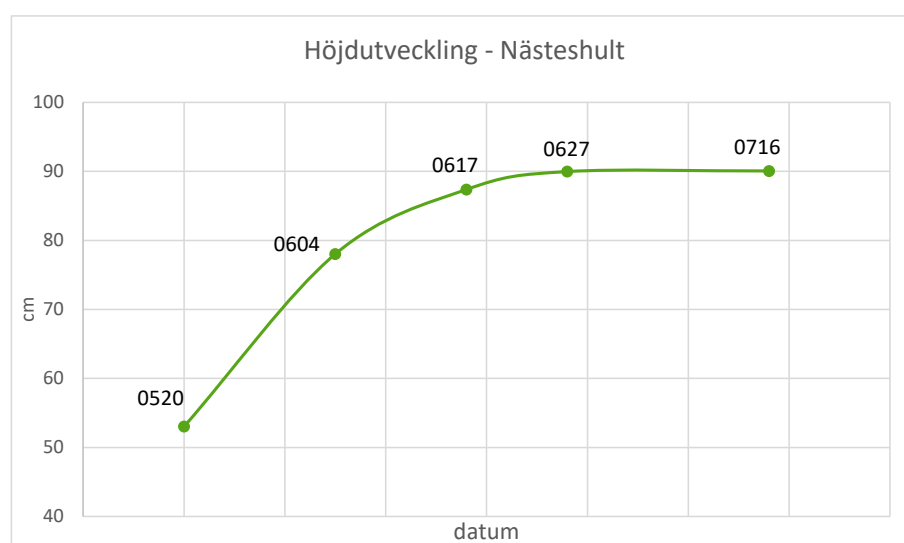
Intensivuppföljning

Sandbäckshult, planterat 2018

Föryngringen drabbades hårt av snytbaggaskador under 2019 och materialet utgick ur projektet.

Nästeshult, planterat 2017

Vid första mätningen hade skottsträckningen påbörjats varför utgångshöjden kan vara några centimeter högre än den korrekta. Höjdmätning gjordes under skottsträckningsfasen med sista mätning 16/7 (Figur 3). Skottsträckningen avslutades ungefär vid mid-sommar och höjdtillväxten blev i genomsnitt 37 cm. Ingen avgång noterades under tillväxtsäsongen.



Figur 8. Medelhöjdens utveckling för 30 plantor under 2019. Siffrorna vid varje punkt avser datum.

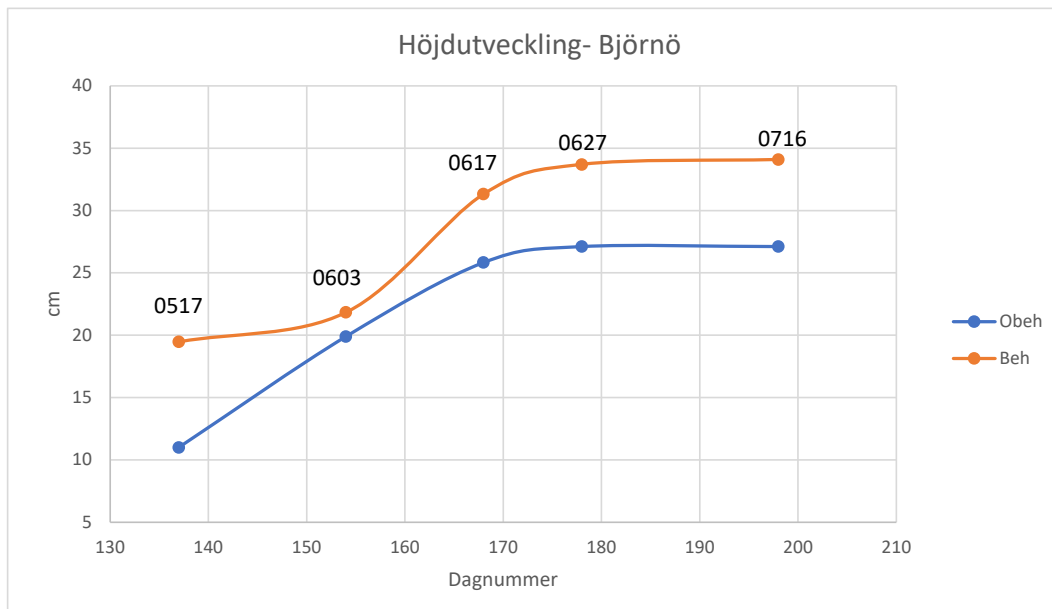
Både frekvensen plantor med dubbelstam och frekvensen plantor med dubbeltopp ökade från maj till oktober (Tabell 8). Prolepsisförekomsten ökade från 0 % i maj (2018 års skott) till 40 % i oktober (2019 års skott). Såväl knoppantal som andel plantor med barr mellan knopparna i översta knoppsamlingen minskade i 2019 års toppskott jämfört med 2018.

Tabell 8. Andel plantor i procent för olika egenskaper vid 2019-05-20 och 2019-10-16 med undantag av genomsnittligt knoppantal. Förklaring till förkortningarna återfinns i Tabell 2.

Egenskap	Maj	Oktober
Dstam	10	16,7
Dtopp	10	20
Prol	0	40
Kno (antal)	16,4	6,2
Knobarr	23	3,3
Vilt	3	3

Björnö, planterat 2019

De behandlade plantorna planterades senare än de obehandlade och gick därför ur vilofasen senare än de obehandlade, därav den fördröjda höjdtillväxtfasen (Figur 9). Skillnaden i utgångshöjd kvarstod efter avslutad höjdtillväxt.



Figur 9. Medelhöjdens utveckling för 29 obehandlade (Obeh) respektive 28 insekticidbehandlade (Beh) plantor under 2019. Siffrorna vid varje punkt avser datum.

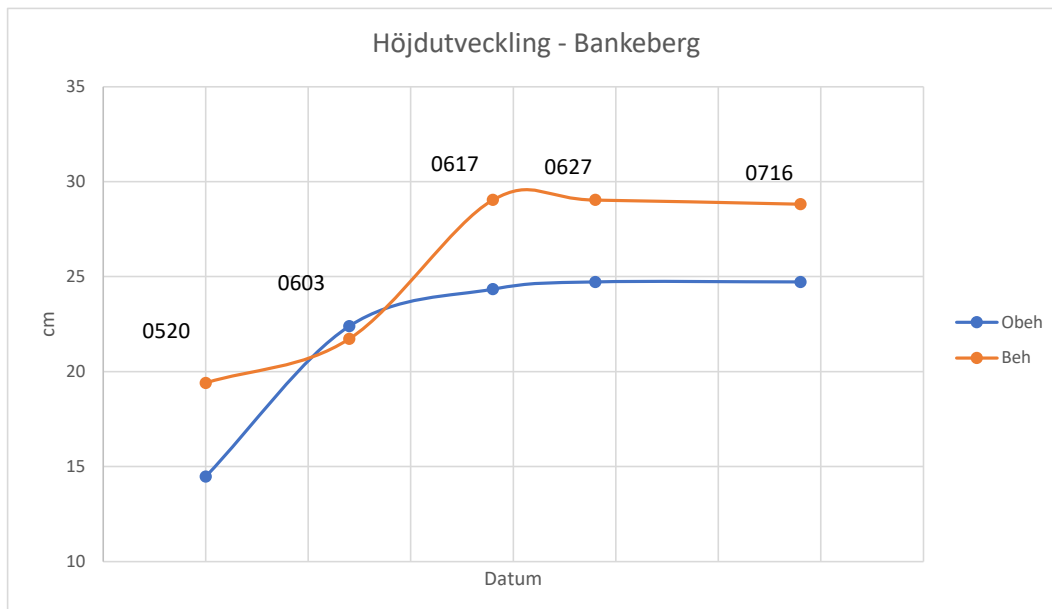
Endast några få plantor saknade tydligt toppskott efter tillväxtsäsongen, endast en planta (obehandlad) hade utvecklat proleptiska skott och medelantalet knoppar i toppskottets knoppsamling var i stort sett lika för obehandlat och behandlat (Tabell 9). Avgången blev totalt fyra plantor, två obehandlade och två behandlade. Några plantor uppvisade barr mellan knopparna i knoppsamlingen.

Tabell 9. Björnö. Andel plantor i procent för olika egenskaper vid 2019-05-20 och 2019-10-16 med undantag av knoppantal där genomsnittet anges. 29 obehandlade plantor och 28 insekticidbehandlade plantor ingår. Förklaring till förkortningarna återfinns i Tabell 2.

Egenskap	obeh_maj	obeh_okt	beh_maj	beh_okt
Dtopp (%)	0	6,9	0	0
Prol (%)	0	3,5	0	0
Kno (antal)	1,1	6,1	2,5	5,8
Knobarr (%)	3,5	10,3	0	6,9
Vilt (%)	0	0	0	0

Bankeberg, planterat 2019

Liksom i Björnö planterades de behandlade plantorna senare än de obehandlade och fick som effekt en fördröjning av höjdtillväxtfasen (Figur 10). Den lilla nergång i medelhöjd som noterades för det behandlade försöksledet beror på viltbetade toppskott på några plantor.



Figur 10. Medelhöjdens utveckling för 30 obehandlade (Obeh) respektive 30 insekticidbehandlade (Beh) plantor under 2019. Siffrorna vid varje punkt avser datum.

På Bankebergsytorna saknade klart fler plantor tydligt toppskott och här hade också några plantors toppskott betats av vilt, sannolikt rådjur (Tabell 10). Några fler plantor med proleptiska skott noterades men i övrigt inga större skillnader gentemot Björnöytorna. Avgången uppgick till tre plantor, en obehandlad och två behandlade.

Tabell 10. Bankeberg. Andel plantor i procent för olika egenskaper vid 2019-05-20 och 2019-10-16 med undantag av genomsnittligt knoppantal. 29 obehandlade plantor och 28 insekticidbehandlade plantor. Förklaring till förkortningarna återfinns i Tabell 2.

Egenskap	obeh_maj	obeh_okt	beh_maj	beh_okt
Dtopp (%)	3,3	17,2	0	14,3
Prol (%)	3,3	6,9	0	6,7
Kno (antal)	1	4,7	2,7	4,4
Knobarr (%)	0	3,5	0	6,7
Vilt	0	10,3	0	33,3

DNA-ANALYS FÖR DETEKTERING AV EVENTUELLA SKADESVAMPAR

Den övre delen av toppskottet på ett antal plantor med tillväxtstörningar samlades in under hösten 2019 från fyra planterade objekt i Kalmar län, 3 - 4 år efter plantering. Efter DNA-analys kunde ett mycket stort antal svampar identifieras men inget påtagligt mönster kunde påvisas där någon enskild svamp var närvarande på störda plantor men inte på normala. Inget mönster kunde heller påvisas i svampförekomst mellan olika skadetyper, eller mellan de olika lokalerna. Ett svampsläkte, *Phaeotheca*, fanns i stor mängd i flera plantor. Svampens funktion är okänd, det har inte rapporterats om någon påverkan av *Phaeotheca* på en plantas beteende. Endast en naturligt föryngrad planta analyserades. Den avvek såtillvida att några svamparter som inte återfanns (eller i mycket liten utsträckning) i de planterade plantorna i stället dominerade i den naturligt föryngrade. Ingen av de mer kända, och delvis fruktade, skadesvampsläktena kunde detekteras, t.ex. *Diplodia*, *Dothistroma* och *Gremmeniella*.

FOTODOKUMENTATION

Samtliga plantor från såväl Bäckebo-försöket som från intensivuppföljningen finns dokumenterade med foto vid försöksstart i maj och vid sista bedömning i oktober. I intensivuppföljningen fotograferades plantorna också i mitten av juli. Två bilder togs per planta, helfigur och knoppsamlingen uppifrån.

Diskussion

INVENTERINGAR AV PRAKTISKA FÖRYNGRINGAR

Inventeringarna har gett olika resultat, under 5 procent dubbeltoppsfrekvens i Södras planterade objekt både våren och hösten 2018 medan den var betydligt högre i Sveaskogs objekt i öster. De sådda objekten låg lite lägre men ändå klart högre än objekten i Södras inventering. Objekten i västra Småland låg inte mycket lägre än Sveaskogs objekt i öster. Det ligger nära till hands att misstänka att olika förrättningsmän gjort olika bedömningar av vad som är dubbeltopp. Dubbeltoppskriteriet kan ha haft en svaghet i att det varit snävt definierat. Kravet var minst 75 procent av toppskottets längd för att kallas konkurrerande skott och 20° vinkel eller mindre mot toppskottet för att kallas dubbel/-flertopp. Avsikten med det hårda kriteriet var att en bedömd dubbeltopp ska ha hög sannolikhet att utvecklas till ett virkesfel. Till exempel kan flera korta och jämnhöga skott ha bedömts som ej dubbeltopp men plantan har ändå ett buskigt utseende. Å andra sidan kan bedömningen ha glidit åt andra hållet om buskigheten vägs in i kriteriet. En rimlig uppskattning av den generella dubbeltoppsförekomsten ligger någonstans mitt emellan, dvs. ca 10 procent. Naturligt föryngrade plantor har något men inte extremt mycket lägre frekvens dubbeltopp. Spridningen mellan objekt var stor, från 0 procent plantor med dubbeltopp till över 30 procent. Trots detta har inget mönster kunnat påvisas som kan förklara skillnaderna. Till exempel har inget samband mellan dubbeltoppsfrekvens och kustnärlighet kunnat påvisas, inte heller mellan dubbeltoppsfrekvens och markfuktighet.

Det genomsnittliga knoppantalet i det skott som bedöms som toppskott verkar ligga mellan 5 och 7 för planterade plantor, vilket får anses vara förväntade siffror. Naturligt föryngrade låg ungefär en knopp lägre i genomsnitt. Inga stora skillnader framträdde mellan olika inventeringar. Frekvensen plantor med onormalt många knoppar i toppskottets knoppsamling, här satt till mer än 8 knoppar, var något högre på hösten än på våren 2018 i Södras planteringar men oförändrad för naturliga föryngringar. På Sveaskogs objekt noterades ännu något högre andel plantor med många knoppar och ungefär lika mellan öst och väst. Spridningen var stor och på några objekt hade cirka 40 procent av plantorna mer än 8 knoppar. Naturligt föryngrade och sådda plantor hade färre plantor med många knoppar. Ett års tillväxt betyder att plantorna blivit större och därmed är det möjligt att knoppsamlingarna blir större på grund av det. Den stora spridningen gör dock att man måste misstänka andra orsaker i de fall frekvenserna är höga.

För Södras objekt var frekvensen plantor med proleptiska skott i planteringar högre på hösten än på våren 2018. Naturligt föryngrade objekt hade betydligt lägre andel plantor med proleptiska såväl vår som höst. Betydligt mer proleptiska noterades för planterade Sveaskogsobjekt, både i öster och i väster. På de sådda objekten var andelen plantor med proleptiska klart mindre. Spridningen var stor även här, över 30 % på ett planterat Sveaskog-objekt, men också några objekt (såväl planterade, naturligt föryngrade och sådda) helt utan proleptiska. Det verkar som om benägenheten att skjuta proleptiska skott är större för planterade plantor.

Endast betning av toppskottet har betecknats som viltbetningsskador i analysen. Det kan antingen vara vinterbetning, om inventeringen sker på våren, eller sommarbetning om inventeringen sker på hösten. I de fem objekten som inventerades vår och höst 2018 blev sommarbetningen i genomsnitt mindre omfattande än vinterbetningen 2017/18.

Detsamma gäller vinterbetningen 2018/19 på resterande Södra-objekt. Sveaskogs viltbetningsdata kan delas upp i sommarbetning i öster och vinterbetning i väster, men den var blygsam i båda fallen. Paradoxalt nog kunde inte betningsskador på våren påvisas ha något samband med dubbeltoppsfrekvensen, sannolikt för att de kvarvarande skotten inte föll inom ramen för dubbeltoppskriteriet. Inte heller kunde konstateras något samband mellan vinterbetning av toppskott noterade på våren och förekomst av dubbeltopp på hösten. Avsaknad av samband mellan mångknoppighet och prolepsis bedömda på våren och dubbeltopp bedömd efter en vegetationsperiod kunde bara studeras på Södra-objekten och resultaten får betecknas som osäkra.

Resultaten av inventeringarna är spretiga och några klara mönster utkristalliserar sig inte, med undantag av den högre frekvensen prolepsis för planteringar. Tillväxtstörningarna var inte begränsade till östra Götaland utan förekom också i västra Småland. Spridningen mellan objekt var stor och det går inte att komma ifrån att störningarna verkar uppträda lokalt. Avsaknaden av mönster gör att fältet fortfarande är fritt för spekulationer om vad som är orsaken.

EXPERIMENT MED BOR OCH FUNGICID

De störningar som noteras, inget tydligt toppskott, flerstammighet, många små skott på nedre delen av stammen pekar mot en påverkan på auxinmekanismen. Någoting påverkar toppknopp och/eller övre delen av toppskottet så att transporten av tillväxthormonet auxin nedåt uteblir eller hämmas. Lägre sittande tillväxtpunkter och skott får då större kraft och blir jämbördiga konkurrenter. Det finns många tänkbara orsaker till en utebliven eller kraftigt hämmad auxintransport. Två av dessa har testats i Bäckebo-försöket men tillväxtstörningarna förblir oförklarade efter experimentet. Varken behandling av plantor med borberikat gödselmedel eller med fungicid har gett någon effekt i försöket i Bäckebo. Hypotesen att borbrist ligger bakom störningarna kan alltså inte bekräftas. Missfärgning av barr noterades för en del borbehandlade plantor vilket tyder på att dosen varit för hög, men plantorna lever och de flesta ser ändå vitala ut. Tyvärr får denna reaktion betecknas som en förgiftning på grund av för hög dos (mer än 10 gånger högre borhalt i barren jämfört med kontrollen) och detta har högst sannolikt påverkat resultatet också för andra näringsämnen. Den uteblivna effekten av fungicidbehandling gör att det inte går att bekräfta att någon skadesvamp ligger bakom problemen. Behandling med fungicid i fält kan vara mer vanskelig än behandling i plantskolan så det kan inte uteslutas att det trots allt är en skadesvamp som ligger bakom problemen även om en sådan slutsats inte får stöd i det här experimentet. Vitalitet och växtkraft har genomgående varit god under 2019 års tillväxtsång för alla behandlingarna. Störningarna har alltså inte orsakats av något som påverkar växternas tillväxtförmåga negativt.

De uteblivna behandlingseffekterna gör att man kan analysera egenskaperna för hela försöket utan uppdelning på behandlingar. Bäckebo-försöket var mycket hårt drabbat och över hälften av plantorna saknade tydligt toppskott i utgångsläget i april. När 2019 års skott bedömdes hade andelen sjunkit till ca en tredjedel, vilket fortfarande är högt men trenden går åt rätt håll. När det gäller dubbelstam, dvs. äldre skott som konkurrerar med varandra utan att något av dem tagit ledningen, var trenden ogynnsam, från 44 procent i april till 55 procent i oktober. I flera fall är det plantor utan tydligt toppskott före skottskjutning som utvecklats till en dubbelstam, samtidigt som många plantor med dubbelstammar i april fortfarande noterades som dubbelstammar i oktober även om toppskotten nu var normala.

Inga samband kunde fastställas mellan prolepsis och avsaknad av tydligt toppskott och heller inte mellan mångknoppighet och avsaknad av toppskott. Den låga förekomsten av proleptiska skott vid experimentstarten gjorde att den faktorn inte kunde förväntas avslöja något samband. Vare sig många knoppar i toppskottets (eller motsvarande) knoppsamling eller knoppsamlingar där barr utvecklats inne bland knopparna visade något samband med dubbeltopp på årets skott. När det gäller mångknoppighet gjordes en iakttagelse som delvis kan förklara varför denna egenskap inte ger utslag i form av dubbeltopp. När mittenknoppen i knoppsamlingen var tydligt större än de omgivande knopparna verkade det ge en mer normal skottutveckling. Om däremot knopparna var jämnstora förefaller benägenheten vara större för dubbeltopp. Tyvärr gjordes ingen notering av mittenknoppens dignitet vid inventeringarna, detta har uppmärksammats vid granskning av foton i efterhand. Egenskapen kanske ska omformuleras till att beskriva mittenknoppens storlek i förhållande till de omgivande (se Figur 6 och 7).



Figur 6. Mångknoppighet kan leda till flertoppighet när knopparna är jämnstora och plantan saknar tydlig toppknopp. Nästeshult, de två översta bilderna i maj, den nedre i oktober. Foton: Simon Palmér



Figur 7. Mångknoppighet där terminalknoppen är tydligt större gav tydligt toppskott. Nästeshult, de två övre bilderna i maj, den nedre högra i oktober.
Foton: Simon Palmér

Adventivskottutveckling från nedre delen av stammen kunde inte påvisas ha någon påverkan på förekomst av tydliga toppskott eller ej (Figur 8). Egenskaper som på förhand kan misstänkas ha samband med onormal skottbildning, kunde alltså inte direkt kopplas till tillväxtstörningar i form av dubbel- eller flertopp.



Figur 8. En planta med adventivskott på nedre delen av stammen, i maj (vänster) och i oktober (höger).
Foto: Michael Krook

INTENSIVUPPFÖLJNING

Intensivuppföljningen gav inte heller någon vägledning i sökandet efter orsaker till tillväxtstörningarna. På Nästeshultsytan var andelen plantor som saknade tydligt toppskott mindre än i Bäckebo-försöket men var fortfarande påtagligt. Även andelen plantor med dubbelstam var lägre. Liksom i Bäckebo-försöket ökade andelen plantor med dubbelstam efter 2019 års tillväxtsäsong. Trenden att dubbeltopp minskar medan dubbelstam ökar kan förklaras av att en del av dubbeltopparna vid 2019 års början utvecklats till dubbelstam under 2019. Därtill ska läggas plantor som hade dubbelstam vid 2019 års början och en stor del fortfarande klassades som dubbelstam på hösten.

Hösten 2019 uppvisade en stor andel plantor proleptiska skott på Nästeshultsytan ifrån ett utgångsläge utan prolepsis. En liknande men inte lika drastisk utveckling noterades i Bäckebo-försöket. Skottbildningen under 2020 års tillväxt borde kunna avslöja om prolepsis ändå har ett samband med tillväxtstörningar.

På ytorna i Bankeberg och Björnö har höjdutvecklingen varit god och skadorna relativt få. Några plantor i Bankeberg hade betats av vilt, med stor sannolikhet rådjur. Enstaka plantor hade också fått besök av tallkultursäckspinnarstekel. Den högre andelen plantor med dubbeltopp i Bankeberg jämfört med Björnö kan delvis bero på sommarbete av rådjur. Av 13 sommarbetade plantor klassades 9 som dubbeltoppsplantor på hösten.

DNA-ANALYS

Inte heller DNA-analys av skadade plantor gav något tydligt mönster. Svampförekomsten i plantor med olika störningar skilde sig inte tydligt från varandra och inte heller från plantor utan störning. Att ett i skogliga sammanhang relativt okänt svampsläkte, *Phaeotheca*, fanns representerat i alla plantor och ofta i stor omfattning var överraskande. Men som påpekades ovan kunde detta släkte inte kopplas till någon speciell störningstyp och fanns också hos plantor utan störning. Det intressantaste resultatet var den naturligt förnygrade planta utan störningar med helt andra dominerande svampar än hos planterade plantor, plantor utan störningar inräknade. Här kan det eventuellt finnas ett spår värt att följa upp med fortsatta studier. Att välkända skadegörare inte kunde detekteras får tas som ett positivt resultat

INTRESSANTA NOTERINGAR FRÅN ANDRA STUDIER

Det är väl känt att flera av de boreala trädslagen har behov av en köldperiod för att skottskjutningen ska synkronisera med goda tillväxtförhållanden under våren. Otillräcklig köldperiod leder till att plantan behöver längre tid på sig innan skottskjutningen startar. Men i nordamerikanska försök har man också observerat onormal skottbildning för flera trädslag, bland annat contortatall (Harrington & Gould 2015, Man m. fl. 2017). Liknande resultat, dock ej publicerade, har också erhållits för vår tall i litauiska klimatkammarförsök (Darius Danusevicius, pers. komm.) I det sistnämnda fallet gjorde alternerande varma och kalla perioder under hösten att många plantor reagerade med onormal skottbildning när miljön ändrades till tillväxtförhållanden. Kontinentala provenienser reagerade starkare än plantor från mer maritima provenienser. Kan de allt mildare förhållandena under höst/vinter göra att tallplantor reagerar på oväntade sätt? Kanske behövs systematiska experiment med tall där olika höst/vinter-scenarier testas?

Slutsatser och förslag till fortsättning

Orsaken till tillväxtstörningarna i tallföryngringarna har inte kunnat fastställas i 2019 års experiment respektive intensivuppföljning av plantor i praktiska föryngringar.

Borbehandlingen gav missfärgade barr och för att få ett säkert svar på frågan om borbrist orsakar störningar skulle en lägre dos ha applicerats.

Fungicidbehandling gav ingen effekt på tillväxtstörningarna i Bäckebo-försöket. DNA-analys för detektering av eventuella svampskadegörare gav inte något entydigt spår. Ett tämligen okänt svampsläkte, *Phaeotheca*, förekom i stor utsträckning och det kan vara av värde att söka dess roll i tallföryngringarna. Var den till stor del annorlunda svampfloran hos den naturligt föryngrade plantan, utan störning, en tillfällighet eller finns här måhända ett mönster?

Fortsatta studier av individuellt märkta plantor kan ge vägledning i sökandet efter orsaker och information om hur länge störningarna sitter i och eventuella kvalitetseffekter på rotstocken.

Nya studier behövs, det är dock inte enkelt att utforma effektiva sådana i fält. Experiment i kontrollerad miljö med fokus på klimat under viloperioden och effekter på skottbildning bör få hög prioritet.

Referenser

Darius Danusevicius, professor Alexandras Stulginskis University, personlig kommunikation.

Harrington C A och Gould P J. 2015. Tradeoffs between chilling and forcing in satisfying dormancy requirements for Pacific Northwest tree species. *Frontiers in Plant Science* 6:120. doi:10.3389/fpls.2015.00120

Man R, Lu P och Dang Q-L. 2017. Insufficient Chilling effects vary among boreal tree species and chilling duration. *Frontiers in Plant Science* 8:1354. doi:10.3389/fpls.2017.01354

Erkännanden

Plantinventeringar har förtjänstfullt utförts av Simon Palmér på intensivuppföljningsytorna och av Michael Krook i Bäckebo-försöket. Projektet har finansierats av Södras Forskningsstiftelse.