

ARBETSRAPPORT 1092–2021

Tillväxtstörningar på tallplantor

Karl-Anders Högberg, Oscar Nilsson, Simon Palmér



Foto: Michael Krook, Skogforsk.

Innehåll

Förord	3
Summary	4
Inledning	6
1.Experiment med bor och fungicid	8
2.Observationsytor med test av insekticidbehandling	12
3.Plantering under skärm	16
4.Utveckling av tillväxtstörningar i genetiska försök och markbehandlingsförsök	20
Diskussion	24
Slutsatser	26
Referenser	27



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

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 21 juni 2021 av Thomas Kraft, Programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering den 1 juli 2021.

Redaktör: Hanna Andtbacka, hanna.andtbacka@skogforsk.se
©Skogforsk 2021 ISSN 1404-305X

Förord

Rapporten är en sammanställning av kunskapsläget för tillväxtstörningar hos tallplantor i föryngringar. Den baseras på ett antal olika experiment och inventeringar som etablerats under de senaste åren. Detta för att studera unga tallars skottbildning och eventuella samband med miljöfaktorer, till exempel skador på knoppar och skott. Avsnitten i rapporten som behandlar experiment med borbehandling och fungicidbehandling samt observationsytor har ingått i ett projekt finansierat av Södras Forskningsstiftelse. Data har analyserats i ett pågående examensarbete på SLU:s jägmästarprogram av Simon Palmér. Experimenten med markbehandlingar har analyserats av Oscar Nilsson, Skogforsk.

Summary

Growth disturbances on young Scots pine plants on reforestation areas have been reported more frequently since some years back. Disturbances such as multiple leaders, multiple stems and proleptic shoots have been observed. Inventories have resulted in an estimation of 10-20 percent of the plants developing multiple leaders on an average reforestation site.

An experiment carried out to investigate the possible effect of boron fertilization and fungicide treatment could not reveal any difference in comparison to an untreated control in the treatment year.

Observation plots where half of the plants were treated with insecticide did not reveal any significant treatment effect.

An inventory on reforestation sites where seedlings were planted beneath old, unharvested seed trees enabled a comparison between planted and naturally regenerated plants. A slightly lower proportion with multiple leaders were detected for naturally regenerated plants but the difference was not statistically significant.

In a soil treatment experiment, removal of the humus layer gave significantly lower disturbances compared to an untreated control. The effect of removing the humus layer can have different explanations, e. g. reduction of the accessible nitrogen source, less attraction of insects.

The occurrence of proleptic shoots increased the probability to develop multiple leaders the next year. The reason for proleptic shoot formation is unknown, climatic events such as mild winters or dry summers can be involved.

Browsing of wildlife has been noted on many investigated sites but not to an extent that can explain the disturbances.

The question why growth disturbances appear on pine plants is still to be answered. There may be several rather than one single factor. These factors may appear separately or at the same site which makes it difficult to interpret results in field experiments.

Sammanfattning

Tillväxtstörningar på unga tallplantor i föryngringar har rapporterats de senaste åren. Störningar har observerats i form av flera toppskott, busklik växt och förekomst av proleptiska skott.

- Inventeringar har visat att 10–20 procent av plantorna utvecklar två eller flera toppskott i en genomsnittsföryngring.
- Ett experiment, med syfte att undersöka effekten av tillförsel av borberikat gödselmedel och av fungicidbehandling, kunde inte visa på någon skillnad jämfört med en obehandlad kontroll. Ingen signifikant effekt av behandling med insekticid kunde påvisas på observationsytor.
- Förekomst av proleptiska skott ökar risken att utveckla multipla toppskott året efter. Orsaken till bildande av proleptiska skott är okänd. Klimatiska skeenden, som till exempel milda vintrar eller torra somrar, kan vara inblandade.
- Inventering av planteringar under en skärm av fröträd möjliggjorde en jämförelse av planterade och naturligt föryngrade plantor. Naturligt föryngrade plantor hade en något mindre andel med två eller flera toppskott än planterade, men skillnaden var inte statistiskt signifikant.
- I ett markbehandlingsförsök gav borttagning av humustäcket signifikant färre plantor med tillväxtstörningar jämfört med en obehandlad kontroll. Effekten av att ta bort humuslagret kan ha olika förklaringar, till exempel mindre lättillgängligt kväve eller minskad risk för insektsangrepp.
- Betningsskador av vilt har konstaterats på många lokaler, men inte i en omfattning som kan förklara tillväxtstörningarna.

Frågan om varför tillväxtstörningar uppkommer på tallplantor har inte fått något svar. Det kan vara flera faktorer som påverkar snarare än en enskild. Dessa faktorer kan uppträda separat eller på samma lokal, vilket försvårar tolkning av resultat i fältexperiment.

Inledning

Sedan några år tillbaka har tillväxtstörningar på tallplantor rapporterats från framför allt östra Småland. Störningarna yttrar sig i onormal skottbildning, med ofta flera jämbördiga, längre eller kortare skott utan tydligt toppskott. Förekomsten av proleptiska skott verkar också ha ökat, dock saknas historiska data från tallföryngringar för en korrekt jämförelse. Proleptis är ett begrepp som inte är helt entydigt. För gran är proleptis välkänt och då betecknas ett skott som proleptiskt om det utvecklas från en knopp som bildats samma år. Det proleptiska skottet sträcker då under sensommar/tidig höst. För tall kan nya skott utvecklas i toppen av årsskottet samtidigt med skottsträckningen, vilket borde betyda att knoppen knappt hinner bildas innan den bryter. Kanske finns anlagen till dessa skott redan i den knopp som bildats året före och som vilat under vintern.

Under 2018 inventerades 30 tallföryngringar i sydöstra Götaland. Hälften av föryngringarna valdes från Södras traktdatabas och andra hälften från Sveaskogs traktdatabas. Dessutom tillämpades samma inventeringsinstruktion på 8 objekt i Skogsstyrelsens återväxtuppföljning. Södras föryngringar inventerades på våren medan Sveaskogs föryngringar inventerades på hösten. I en genomsnittlig föryngring uppskattades frekvensen plantor med dubbel- eller flertoppsskador till ungefär 10 procent. Variationen i skadegrad mellan studieobjekten var dock stor, från skadefria objekt upp till dryga 30 procent med dubbeltopp (Högberg 2019).

Samtliga föryngringsytor från Södras traktdatabas återinventerades efter 2018 års tillväxtsäsong. Dessutom inventerades nio objekt i sydvästra Götaland våren 2019, före skottsträckningens början. Inga stora förändringar kunde noteras vid återinventeringen. På de västra objekten var det ungefär samma omfattning av tillväxtstörning som i de östra. Analyserna från inventeringarna gav inte stöd till någon orsak för uppkomsten av tillväxtstörningarna (Högberg 2020).

Denna rapport behandlar resultat av tillväxtstörningar från ytterligare fyra studier: 1) Bäckebo-försöket, 2) observationsytor med test av insekticidbehandling, 3) jämförelse mellan planterade och naturligt föryngrade plantor i planteringar under skärm, samt 4) utvecklingen av störningar i dels en genetisk försöksserie, dels i två markbehandlingsförsök. Bakgrund till studierna ges här:

1. I fältexperimentet i Bäckebo (N Nybro) testades tillförsel av gödselmedel med extra bor och applicering av fungicid. Tillväxtstörningarna på lokalen var relativt omfattande och andelen plantor som saknade tydliga toppskott bedömdes ligga på 54 procent vid experimentets start våren 2019. Observera att kriteriet för skottbildningsstörning då ändrats, från ett relativt strikt mått i de tidigare nämnda inventeringarna i stycket ovan, till ett mer subjektivt mått i Bäckebo-försöket. Tidig utvärdering i försöket kunde inte påvisa någon effekt av behandlingarna jämfört med den obehandlade kontrollen. En ny inventering gjordes i november 2020.
2. Effekt av behandling med insekticid på tillväxtstörningar har studerats på två lokaler som planterades 2019. På dessa lokaler har plantorna individmärkts och följts vid flera tillfällen under 2019, samt hösten 2020. På en tredje lokal som planterades 2017 har utvecklingen följts över samma tidsperiod, dock utan jämförelse med insekticidbehandlade plantor.

3. Jämförelsen mellan planterade och naturligt föryngrade plantor har ännu inte kunnat studeras vid jämförbara förhållanden. Hitintills har data visat att naturligt föryngrade plantor har en tendens till mindre störningar jämfört med planterade plantor. Emellertid har de naturligt föryngrade plantorna växt under en skärm medan de planterade plantorna fått växa upp på ett öppet hygge, där miljön inte är jämförbar med miljön under skärm. På nio objekt där plantering skett under skärm har inventeringar gjorts där både planterade plantor och naturligt föryngrade vuxit i samma miljö, vilket kan ge svar på om tendensen från planteringar på hyggen kvarstår.
4. Tillväxtstörningarnas utveckling på lite längre sikt har undersökts i tre genetiska försök och i två markbehandlingsförsök, med mätningar och uppföljningar av störningar vid olika tillfällen under de 5–6 första åren efter etablering.

1. Experiment med bor och fungicid

En förnygring som planterades 2017 valdes ut för experimentet. Objektet hade mycket störningar och bedömdes kunna ge bra svar på behandlingarnas inverkan. Försöket är beläget i Bäckebo norr om Nybro på en medelgod mark.

Försöket lades ut som ett blockförsök med 3 behandlingar och 5 upprepningar. Behandlingarna var: 1. Gödselmedel med extra bor (Bor Super, giva 2,25 kg/ha), 2. Fungicid-behandling (Amistar), 3. Kontroll. Parcellerna innehöll mellan 25 och 35 plantor med minst 4 plantraders kapp mellan parcellerna. Fungicidbehandlingen upprepades 2020.

Data samlades in vid experimentstarten sista veckan i april 2019 då höjd mättes och ett antal egenskaper noterades/bedömdes (Tabell 1). Dessa data och senare insamlade data har analyserats och kommer att rapporteras i ett examensarbete vid Sveriges Lantbruksuniversitet (Palmér 2021). I denna arbetsrapport redovisas ett urval av resultat från examensarbetet.

Tabell 1. Egenskaper som mätts/bedömts i Bäckebo-försöket.

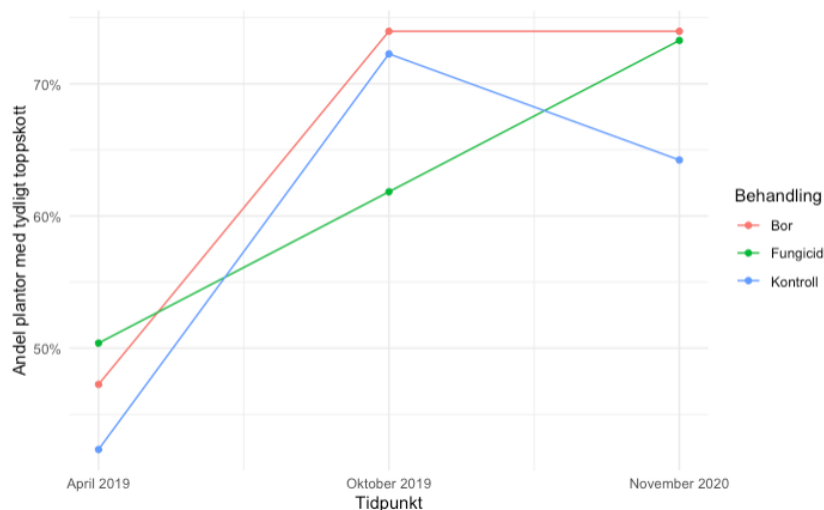
EGENSKAPER	BESKRIVNING
Höjd	Plantans höjd i cm
Flerstammighet	0 = inget skott från tidigare grenvarv konkurrerar med stammen, 1 = skott från tidigare grenvarv konkurrerar med stammen
Tydligt toppskott	0 = inget tydligt toppskott finns, 1 = tydligt toppskott, inga skott i översta grenvarvet konkurrerar med toppskottet
Proleptosis	0 = inget, 1 = proleptiska skott finns
Viltbetning	0=toppskott ej betat, 1= toppskott betat

I mitten av oktober 2019 och i november 2020 mättes/bedömdes plantorna i försöket igen. Höjd mättes och dubbelstam bedömdes för hela plantan, övriga variabler bedömdes för årsskotten.

Analyserna av kategoriska data har gjorts med logistisk regression. För kontinuerliga variabler har variansanalys tillämpats. I modellerna har (förutom de oberoende förklarande variablerna) upprepningarna tagits med som fixa effekter och den enskilda parcellen som en slumpmässig effekt.

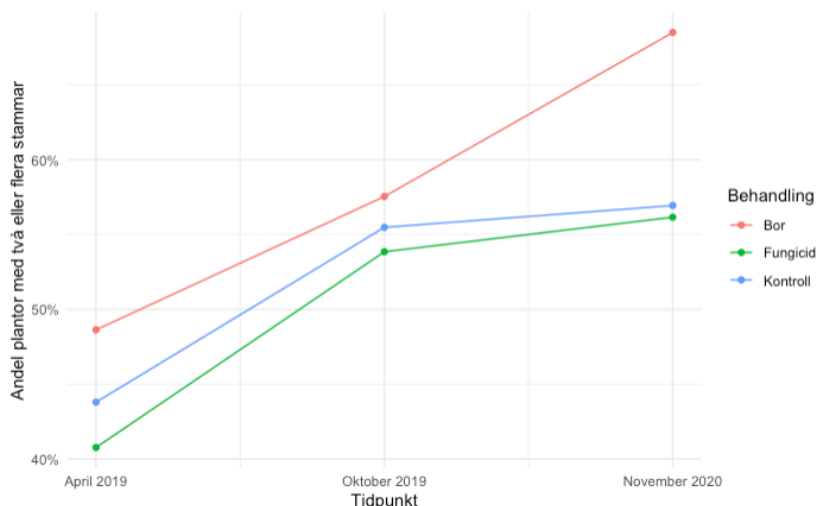
Höjdtutvecklingen i försöket har varit god och medelhöjden hösten 2020 var 112 cm. Inga signifikanta skillnader i höjd mellan behandlingarna kunde påvisas.

Andelen plantor med tydligt toppskott ökade mellan våren 2019 och hösten 2019, men ändrades i mindre grad mellan hösten 2019 och hösten 2020. Inga signifikanta skillnader kunde påvisas mellan behandlingarna vid respektive tidpunkt (Figur 1). Trots förbättringen har cirka 30 procent av plantorna i försöket fortfarande inget tydligt toppskott.



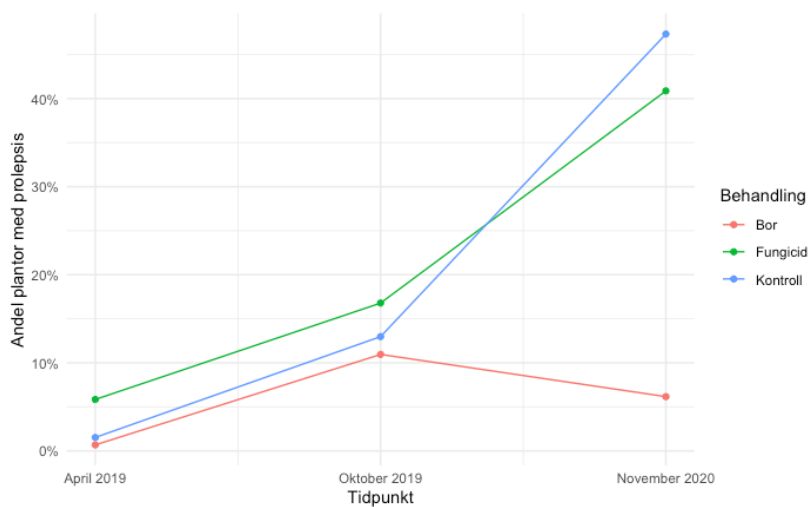
Figur 1. Utveckling av andelen plantor med tydligt toppskott i Bäckebo-försöket.

Andelen plantor med flerstammighet, det vill säga ett eller flera äldre skott som konkurrerar med toppskottet, ökade från våren 2019 till hösten 2019 och låg kvar på en hög nivå hösten 2020 (Figur 2). Mer än hälften av plantorna var flerstammiga hösten 2020.



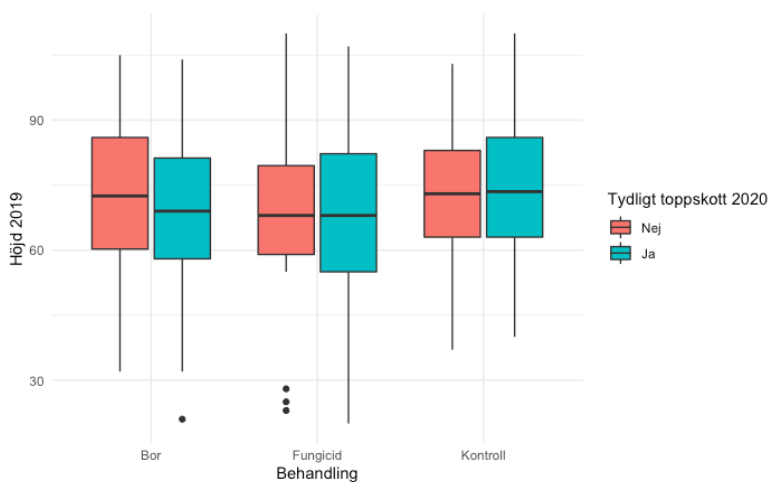
Figur 2. Utveckling av andelen plantor med flerstammighet i Bäckebo-försöket.

Andelen plantor med prolepsis har ökat under försöksperioden, med undantag av de borbehandlade plantorna där prolepsisförekomsten låg kvar på samma nivå (Figur 3).



Figur 3. Utveckling av andelen plantor med prolepsis i Bäckebo-försöket.

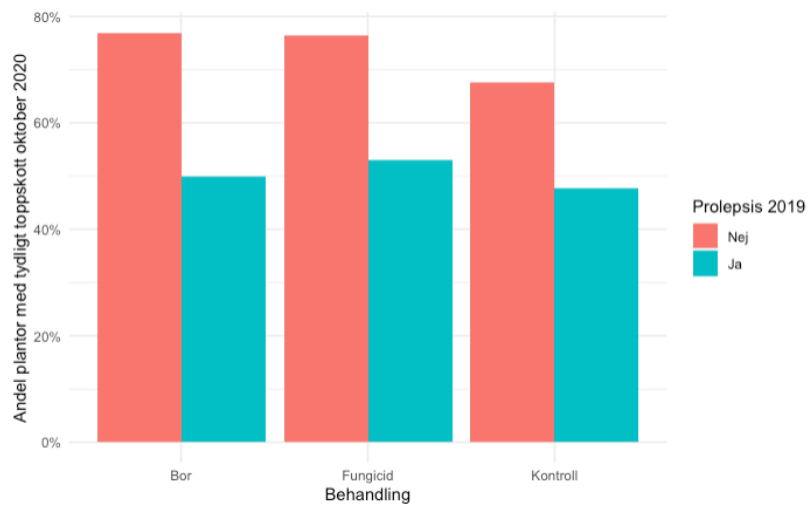
Planthöjden 2019 påverkade inte andelen plantor med tydligt toppskott 2020 (Figur 4). Signifikanta skillnader mellan behandlingarna kunde inte påvisas vid något av tillfällena.



Figur 4. Planthöjd 2019 i cm för plantor utan och med tydligt toppskott i Bäckebo-försöket. Vertikala linjer anger variationsbredd, horisontella linjer anger medianvärden, hälften av plantorna faller inom det inramade området. Extremvärden markeras med punkter.

Betat toppskott noterades på 9 procent av plantorna i maj 2019, 0,3 procent i oktober 2019 och 18 procent av plantorna i november 2020. För de plantor som hade betat toppskott i maj 2019 saknade 57 procent tydligt toppskott i oktober 2019, för plantor utan betat toppskott var siffran 26 procent. Mer än 10 gånger fler plantor hade ej betat toppskott, men skillnaden i "tydligt toppskott"-variabeln var statistiskt signifikant.

Plantor med prolepsis hösten 2019 hade signifikant lägre andel plantor med tydligt toppskott 2020 (Figur 5). Inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna kunde påvisas.



Figur 5. Andel planter med tydligt toppskott 2020 för planter utan respektive med prolepsis 2019 i Bäckebo-försöket.

2. Observationsytor med test av insekticidbehandling

Observationsytor lades ut på tre lokaler i Kalmar län. En yta, Nästeshult, var planterad 2017 på en relativt bördig mark cirka 30 km SV Västervik. De två andra ytorna, Björnö respektive Bankeberg planterades 2019. Björnö-ytan ligger mycket nära kusten N Mönsterås på relativt bördig mark, medan Bankeberg-ytan är belägen på medelgod mark ca 20 km V Mönsterås.

Nästeshultsytan omfattar 30 plantor, uppföljda vid flera tillfällen under 2019 och i oktober 2020. Höjdtutvecklingen har varit god, medelhöjden hösten 2020 var 142 cm.

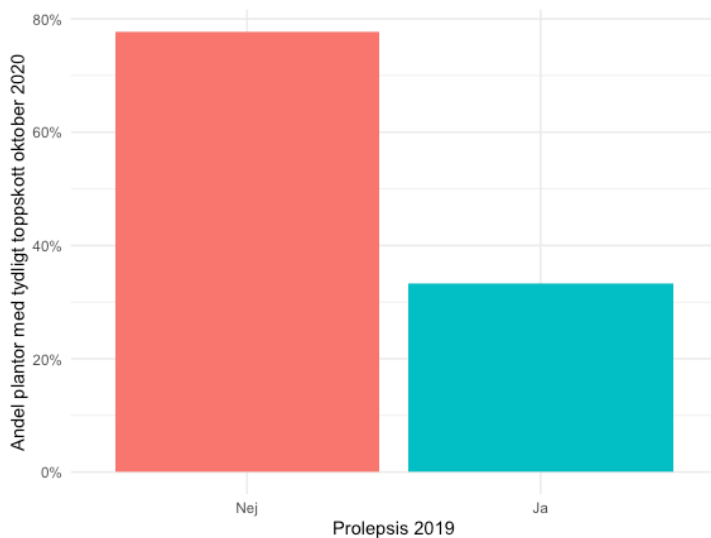
Andelen plantor som saknade tydligt toppskott vid försökets start våren 2019 var 10 procent, vilket ökade till 20 procent hösten 2019, och till 40 procent hösten 2020. Tillväxstörningarna med avseende på tydligt toppskott bedömdes med ett annat kriterium 2019 än 2020 och data är inte fullt jämförbara, men frekvensen plantor med störningar har med stor sannolikhet ökat. Motsvarande siffror för dubbelstam var 10 procent, 17 procent och 17 procent för respektive våren 2019, hösten 2019 och hösten 2020.

Plantans höjd 2019 hade inget samband med förekomsten av tydligt toppskott 2020 (Figur 6).



Figur 6. Samband mellan planthöjd 2019 och andelen plantor utan eller med tydligt toppskott, Nästesghult. 0=ingen prolepsis, 1=prolepsis noterad. Vertikala linjer anger variationsbredd, horisontella linjer anger medianvärden i cm, hälften av plantorna faller inom det inramade området. Extremvärden markeras med punkter.

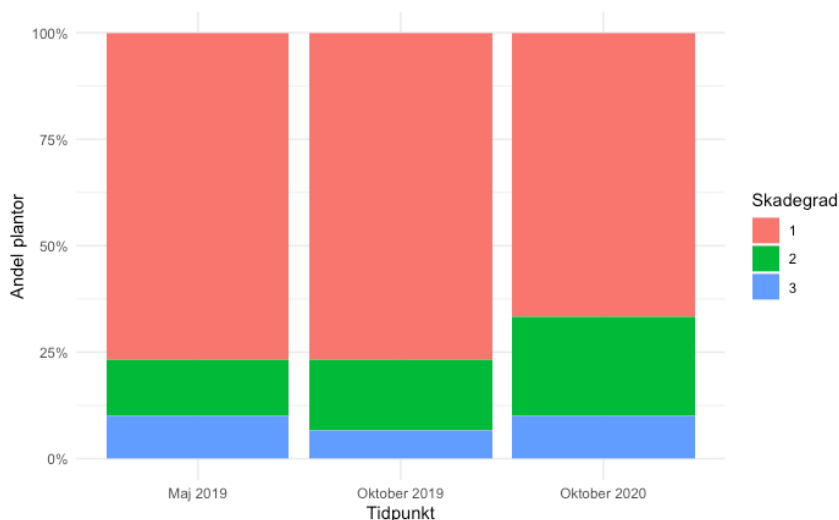
Andelen plantor med prolepsis ökade från 40 procent 2019 till 60 procent 2020. Proleptiska skott observerades redan i juli 2019. Plantor utan prolepsis 2019 hade betydligt större sannolikhet att utveckla ett tydligt toppskott jämfört med plantor med prolepsis (Figur 7). Skillnaden var signifikant ($p=0.02$).



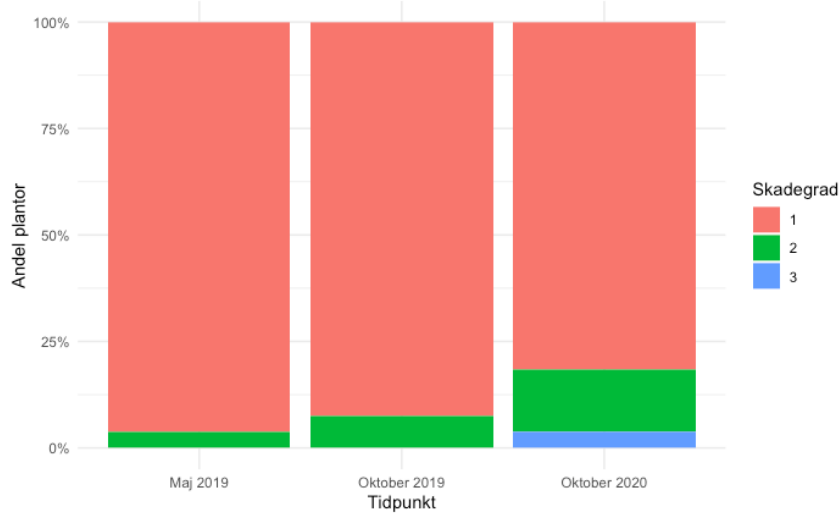
Figur 7. Andelen planter med tydligt toppskott 2020 för planter utan eller med prolepsis 2019, Nästeshult.

Björnö-ytan omfattar 60 planter; 30 insekticidbehandlade och 30 obehandlade, uppföljda vid flera tillfällen under 2019, och i oktober 2020. Insekticidbehandling gjordes med Imprid i maj 2019 och i maj 2020.

En subjektiv bedömning gjordes av i hur stor grad plantan är påverkad (till exempel ohämmad skottskjutning, buskliknande). 1 = normalt utseende, 2 = måttlig påverkan, 3 = kraftig påverkan. Andelen planter i de högre skadegradsklasserna ökade något från 2019 till 2020. Något färre planter noterades i de högre klasserna för insekticidbehandlade planter (Figur 8 och 9). Totalt saknade 11 procent av plantorna ett tydligt toppskott.



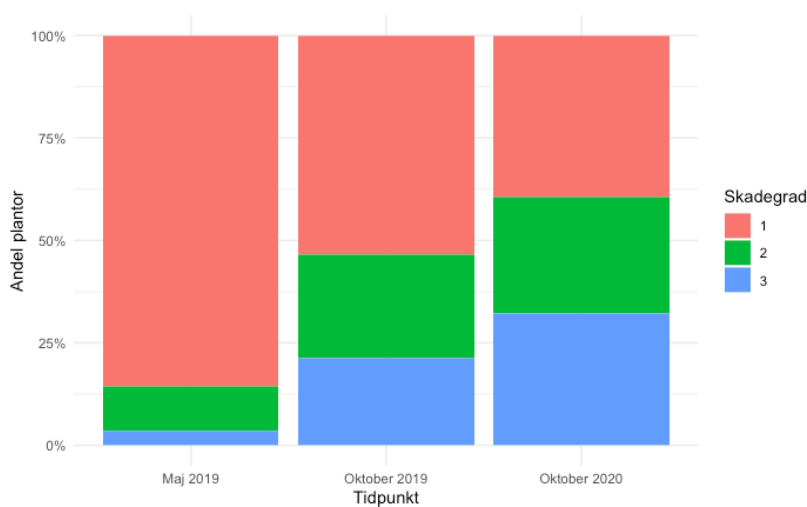
Figur 8. Björnö – obehandlade planter. Utveckling över tid av antalet planter i olika skadegrader. Skadegrad 1 = normalt utseende, skadegrad 2 = måttlig påverkan, skadegrad 3 = kraftig påverkan.



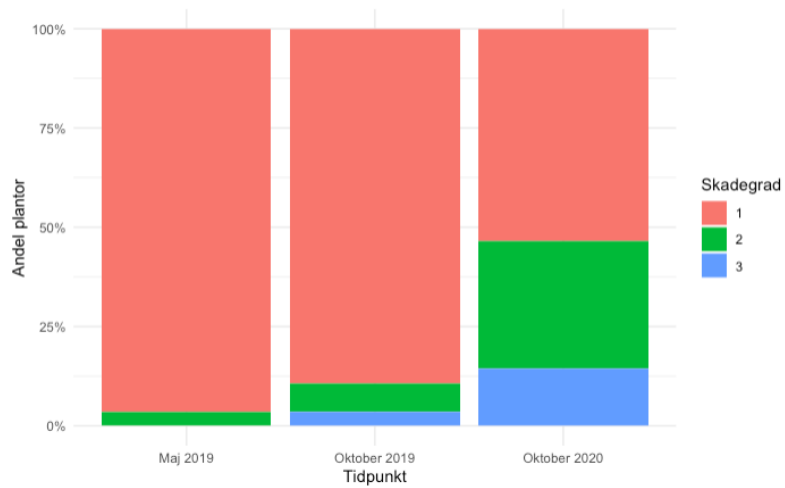
Figur 9. Björnö – insekticidbehandlade planter. Utveckling över tid av antalet planter i olika skadegrader. Skadegrad 1 = normalt utseende, skadegrad 2 = måttlig påverkan, skadegrad 3= kraftig påverkan.

Bankeberg-ytan omfattar 60 planter; 30 insekticidbehandlade och 30 obehandlade, uppföljda vid flera tillfällen under 2019, och i oktober 2020. Insekticidbehandling gjordes med Imprid i maj 2019 och i maj 2020.

Andelen planter i de högre skadegradsklasserna ökade från 2019 till 2020 och de är fler än på Björnö-ytan. Färre planter återfanns i de högre klasserna för insekticidbehandlade planter men ingen signifikant skillnad förelåg mellan behandlingarna (Figur 10 och 11). Totalt saknade 23 procent av plantorna ett tydligt toppskott.



Figur 10. Bankeberg – obehandlade planter. Utveckling av andel planter i olika skadegrader. Skadegrad 1 = normalt utseende, skadegrad 2 = måttlig påverkan, skadegrad 3= kraftig påverkan.



Figur 11. Bankeberg – insekticidbehandlade plantor. Utveckling av andel plantor i olika skadegrader över tid. Skadegrad 1 = normalt utseende, skadegrad 2 = måttlig påverkan, skadegrad 3= kraftig påverkan.

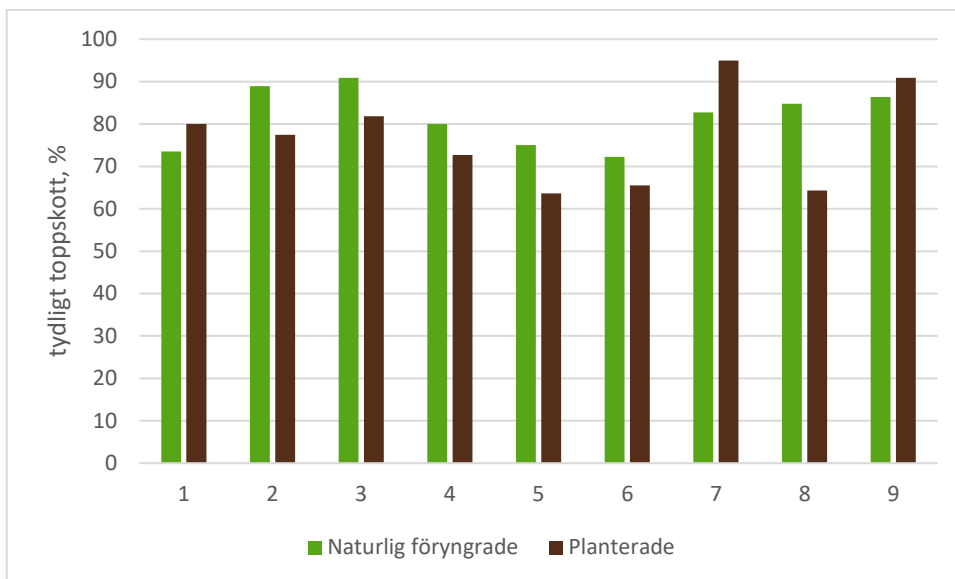
3. Plantering under skärm

Nio objekt på Sveaskogs marker, där plantering gjorts under skärm, besöktes under våren 2020. Fem slumpmässigt valda provytor per objekt inventerades och data insamlades enligt tabell 2. Provyornas storlek varierade mellan 22 m² och 100 m².

Tabell 2. Egenskaper som mätts/bedömts vid inventeringarna av planteringar under skärm.

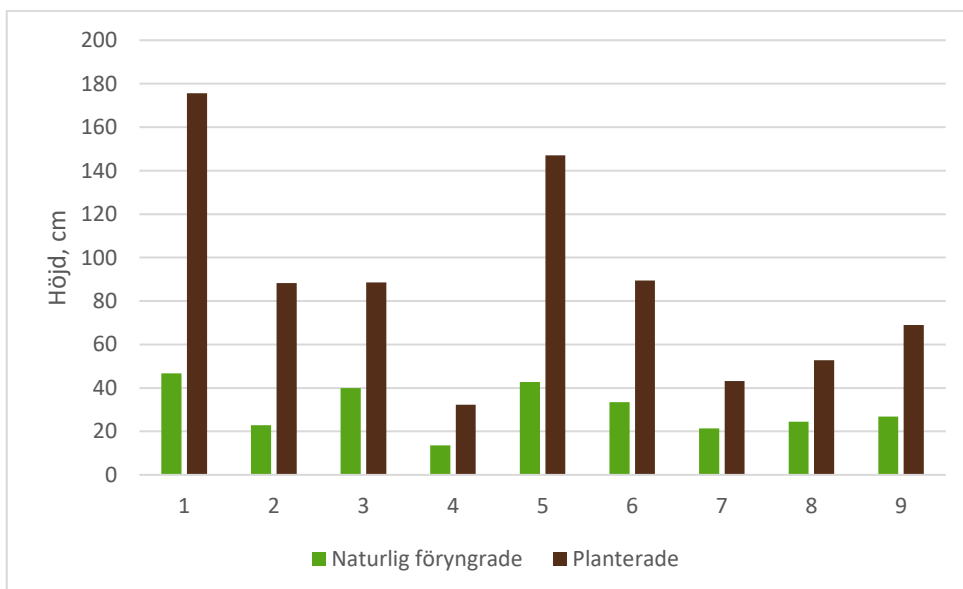
EGENSKAPER	BESKRIVNING
Höjd	Plantans höjd i cm
Viltbetning	0 Ingen viltbetning 1 Endast sidoskott viltbetade 2 Toppskottet är viltbetat 3 Både toppskott och sidoskott är viltbetade
Tydligt toppskott	0 inget tydligt toppskott finns, två eller flera konkurrerande skott ibland många små 1 tydligt toppskott finns
Dubbelstam	0 Sidogrenar i äldre grenvarv konkurrerar med huvudstammen, 1 Ingen konkurrens från sidogrenar i äldre grenvarv
Proleptis	Antal proleptiska skott på toppskottet eller det kraftigaste skottet om flera konkurrerande skott funna

Totalt samlades data in från 588 plantor; 317 naturligt föryngrade och 271 planterade. Tydligt toppskott registrerades på 79 procent av plantorna; 81 procent för naturligt föryngrade och 76 procent för planterade. Skillnaden var inte signifikant. Objektvisa analyser gav inte i något fall signifikant skillnad mellan naturligt föryngrade och planterade (Figur 12).



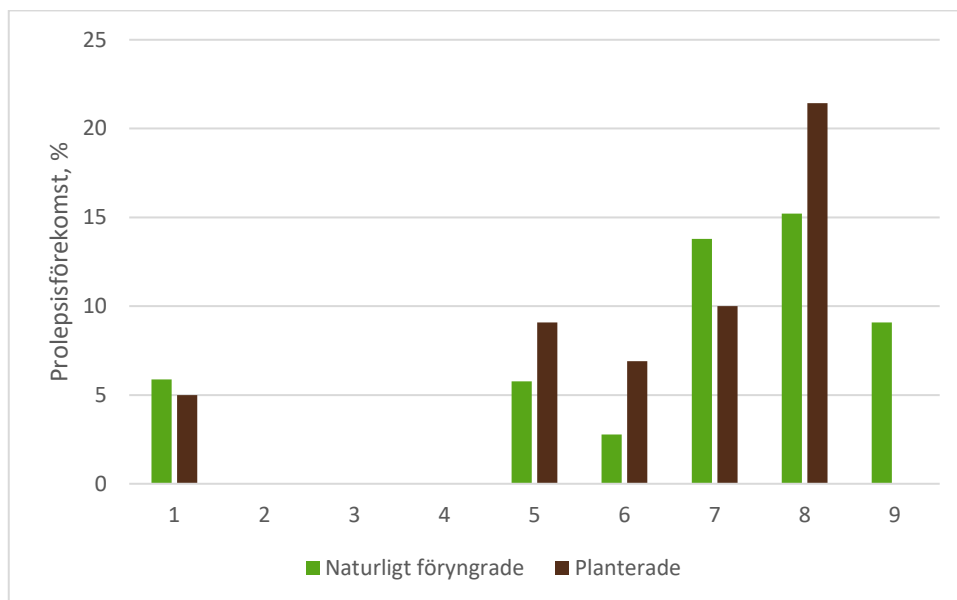
Figur 12. Andelen planter med tydligt toppskott i de nio objekten, uppdelat på naturligt förnygrade och planterade planter.

Skillnaden i medelhöjd mellan naturligt förnygrade och planterade planter var stor, för vissa objekt mycket stor, och genomgående var planterade planter högre (Figur 13). Ingen signifikant skillnad i medelhöjd kunde konstateras för planter med respektive utan dubbel-, flertopp sett över hela materialet. Om materialet delades upp på naturligt förnygrade och planterade planter blev resultatet detsamma, ingen signifikant skillnad i medelhöjd för planter med respektive utan dubbel-, flertopp.



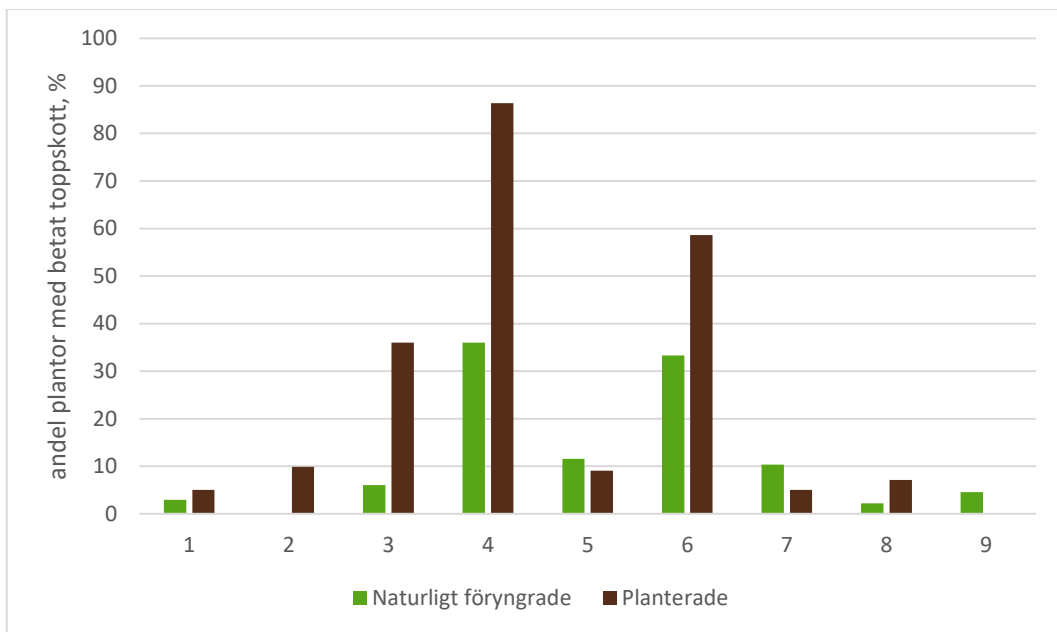
Figur 13. Medelhöjd för de nio objekten, uppdelat på naturligt förnygrade och planterade planter.

Proleptiska variablen gjordes om till en 0–1-variabel, proleptiska saknas eller proleptiska finns. Förekomsten av proleptiska skott varierade stort mellan objekten (Figur 14), från ingen förekomst alls till nästan 20 procent. Både naturligt förnygrade och planterade plantor uppvisade proleptiska och något mönster framträder inte.



Figur 14. Förekomst av proleptiska skott på de nio objekten, uppdelat på naturligt förnygrade och planterade plantor.

Viltbetning av toppskott noterades på 6 objekt, i några fall omfattande betningsskador (Figur 15). Här har klasserna 1 och 2 respektive 3 och 4 slagits ihop, det vill säga ej betat toppskott respektive betat toppskott. På det hårdast betade objektet hade 86 procent av de planterade plantorna betade toppskott mot 36 procent för de naturligt förnygrade. Emellertid avspeglade sig inte betningen i högre andel plantor utan tydligt toppskott.



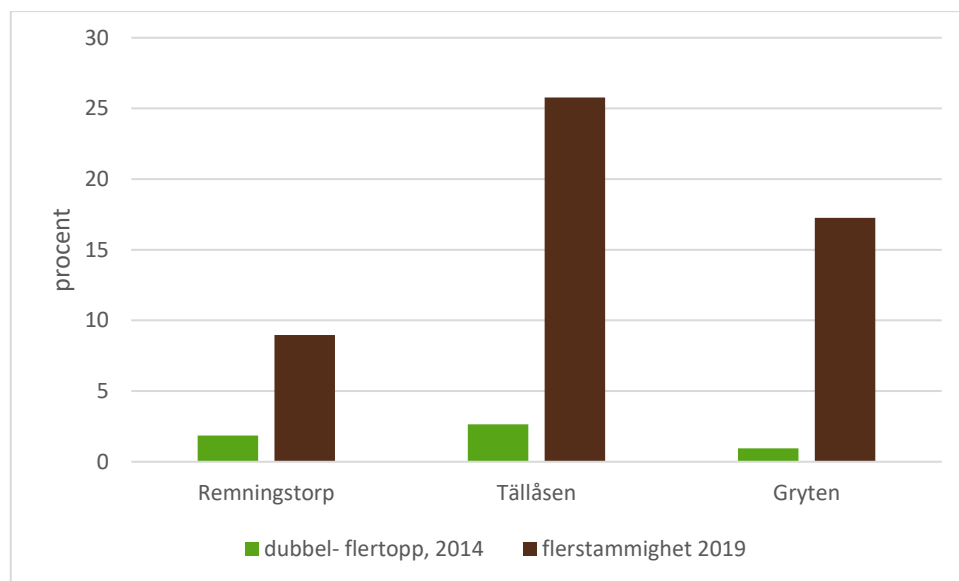
Figur 15. Förekomst av plantor med betat toppskott på de nio objekten, uppdelat på naturligt förnygrade och planterade plantor.

4. Utveckling av tillväxtstörningar i genetiska försök och markbehandlingsförsök

Data från en fältförsöksserie ur förädlingsprogrammet studerades för att följa utvecklingen av störningar över tid. Försöken lades ut på tre lokaler: Remningstorp, god skogsmark (NO Skara), Tällåsen, något mager skogsmark (V Mariannelund), Putsen, nedlagd åker (O Falköping).

Försöken består av helsyskonfamiljer, med både fröplantor och sticklingar, planterat 2014, inventerat hösten 2014 och hösten 2019. Cirka 1800 plantor planterade per försök.

Låga frekvenser plantor med dubbel- eller flertopp kunde konstateras 2014, endast några procent. Dubbel- eller flertopp kan jämföras med kriteriet ”saknar tydligt toppskott”. Vid 2019 års revision var frekvensen plantor med flerstammighet betydligt högre, mellan 9 och dryga 25 procent (Figur 16). Ingen skillnad kunde påvisas mellan fröplantor och sticklingar. Buskigt växtsätt hade inte noterats i försöken, när en planta klassats som flerstammig rörde det sig om ett fåtal konkurrerande grenar.



Figur 16. Andelen plantor med dubbeltopp 2014 resp. flerstammighet 2019 för de tre försöken.

Av de plantor som hade dubbel- eller flertopp 2014 uppvisade de flesta ingen flerstammighet 2019 (Tabell 3).

Tabell 3. Antal plantor med dubbel- eller flertopp 2014 och antal av dessa med två eller flera stammar 2019.

Försökslokal	Dubbel- eller flertopp 2014	Flerstammighet 2019
Remningstorp	34	3
Tällåsen	50	14
Putsen	17	6

I alla tre försöken hade plantor med dubbel- eller flertopp 2014 något lägre medelhöjd än plantor utan (Tabell 4). Plantor med flerstammighet 2019 hade däremot högre medelhöjd än plantor utan. Skillnaderna var dock små.

Tabell 4. Medelhöjd (dm) för plantor med resp. utan dubbel- eller flertopp 2014 (cm) och med eller utan flerstammighet 2019.

Lokal	Med dubbel- flertopp 2014	Utan dubbel- flertopp 2014	Med flerstammighet 2019	Utan flerstammighet 2019
Remningstorp	22,9 (n=34)	28,8 (n=1805)	26,2 (n=198)	25,6 (n=1618)
Tällåsen	25,5 (n=50)	27,9 (n=1846)	23,8 (n=478)	22,8 (n=1377)
Putsen	25,6 (n=17)	27,9 (n=1773)	22,1 (n=272)	19,8 (n=1304)

I två förnygringsförsök har tre markbehandlingar testats. Försöken ligger i Klåveröd (N Kågeröd), Sävsjöström (O Växjö) och planterades 2012. Den förstnämnda lokalen är belägen på en mycket bördig skogsmark på Söderåsen i Skåne (tidigare bestånd uppmättes till G35). Den andra lokalen är belägen på skogsmark i Småland (tidigare bestånd uppmättes till T26).

Försöken designades som blockförsök med tre markbehandlingar och fyra upprepningar per försök. Markbehandlingarna bestod av:

1. Ingen markbehandling (kontroll)
2. Bortskrapat humuslager (plantering i ren mineraljord)
3. Djupomrörning (plantering i mineraljord där humuslagret rördes ner till ett djup på cirka 60 cm).

Dessa markbehandlingar utfördes över hela provytor (14 x 8 m), och inte punktvis. Inom provytorna planterades ettåriga tall- och granplantor slumpvis med 1 x 1 m förband. I denna studie analyserades endast tallplantorna, vars proveniens var Gotthardsberg.

Plantornas tillväxt registrerades varje år under de fem första tillväxtsåsongerna. Tillväxtstörningar registrerades efter den fjärde och femte tillväxtsåsongen i Sävsjöström, och efter den andra och femte tillväxtsåsongen i Klåveröd. Efter den fjärde tillväxtsåsongen i Sävsjöström registrerades tillväxtstörningar om ett sidoskott var högre än toppskottet. Vid de andra tre tillfällena (efter två tillväxtsåsonger i Klåveröd och efter fem tillväxtsåsonger i Sävsjöström och Klåveröd) registrerades dubbel-/flertopp,

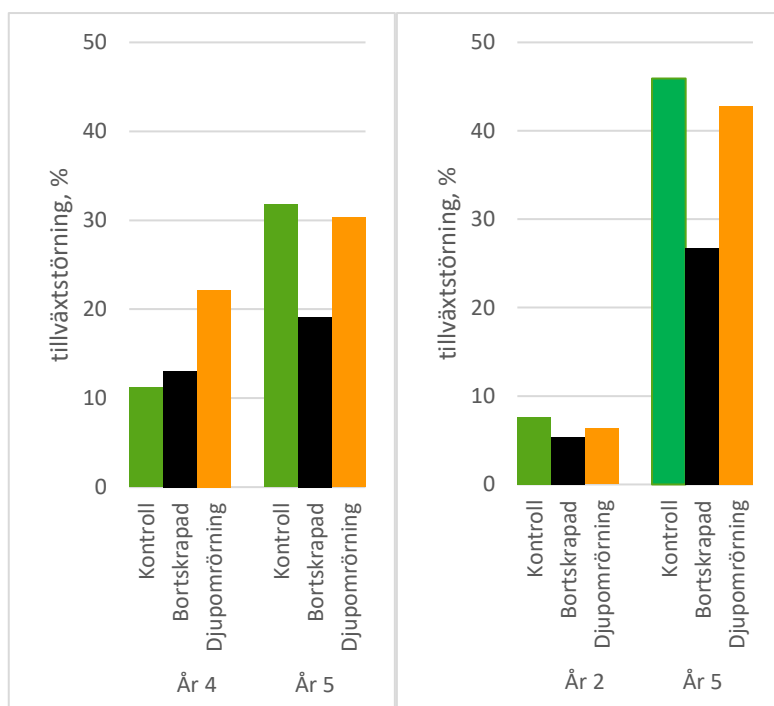
dubbelstam och buskighet subjektivt som tillväxtstörning. I denna analys har data från 695 tallplantor i Klåveröd och 425 tallplantor i Sävsjöström inkluderats.

Analys av varianser gjordes med provytamedelvärden enligt modellen:

$$y = \mu + \text{block} + \text{markbehandling} + e$$

Där y = responsvariabel, μ = medelvärde, block och markbehandling är fixa effekter och e är en slumpmässig felterm.

Tillväxtstörningarna visade inga skillnader mellan behandlingarna efter två tillväxtsåsonger i Klåveröd (Figur 17). Däremot var det efter fem tillväxtsåsonger signifikant lägre nivå av tillväxtstörningar i markbehandlingen med bortskrapat humustäcke jämfört med kontrollen. I Sävsjöström noterades inga signifikanta skillnader. Skillnaden det femte året mellan kontrollen och behandlingen med bortskrapat humustäcke hade p-värdet 0,091. I Sävsjöström dog mer än hälften av plantorna i kontrollen på grund av snytbaggeskador, vilket gjorde att det fanns få plantor kvar i vissa block. Detta gör värdena något osäkra, men mönstret är likadant (Figur 17).



Figur 17. Tillväxtstörningar i Klåveröd (vänster) och i Sävsjöström (höger).

I Klåveröd var skillnaderna i höjd obetydliga mellan markbehandlingar och kontroll, både efter två och fem tillväxtsåsonger (Tabell 5). I Sävsjöström skiljde sig medelhöjden för djupomrörning efter fyra tillväxtsåsonger nästan signifikant från kontrollen (p-värde = 0,061). Dessa två markbehandlingar skiljer sig däremot signifikant åt efter fem tillväxtsåsonger.

Tabell 5. Plantornas höjder de år då tillväxtstörningar registrerades i försöken. Olika bokstäver efter angiven höjd indikerar att höjderna skiljer sig signifikant mellan behandlingar ($p < 0,05$).

	Kontroll	Bortskrapad humus	Djupomrörning
Klåveröd år 2	45,7 (a)	45,3 (a)	39,9 (a)
Klåveröd år 5	176,0 (a)	177,3 (a)	173,0 (a)
Sävsjöström år 4	83,7 (a)	97,8 (a)	121,8 (a)
Sävsjöström år 5	119,5 (b)	139,2 (ab)	178,7 (a)

Diskussion

De olika behandlingarna i Bäckebo-försöket uppvisade inga skillnader av betydelse i någon egenskap, med undantag av borbehandling som gav lägre andel plantor med prolepsis. Höjdtutvecklingen har varit god med något sämre höjdtillväxt för borgödslade plantor, men inte signifikant sämre. Under 2019 fick många borgödslade plantor missfärgade barr så det kan vara en effekt av en överdosering som avspeglar sig på detta sätt. De data vi har från Bäckebo-försöket kan inte stödja att brist på bor eller svampangrepp skulle vara orsak till störningarna.

Andelen plantor med tydligt toppskott i översta grenvarvet ökade fram till hösten 2019 jämfört med läget våren 2019, men förblev i stort sett oförändrad efter 2020 års tillväxt med mycket små skillnader mellan behandlingarna. Minskningen av skottbildningsproblemen verkar ha stannat av under 2020. Det betyder att det fortfarande är oklart om och när plantorna uppvisar ett mer normalt växtsätt.

Det fanns ingen indikation på att tydligt toppskott hade något samband med höjden året före. Växtkraft uttryckt i höjdtillväxt verkar alltså inte ha någon påverkan.

Ett tämligen starkt samband mellan prolepsisförekomst 2019 och förekomst av dubbel- eller flertopp hösten 2020 tyder på att prolepsis är en riskfaktor. Vad som orsakar proleptisk skottbildning är okänt. En tanke som uppstår är att goda tillväxtförhållanden under sensommar och höst bidrar, men iakttagelsen att prolepsis visar sig redan i juli motsäger detta. Det är troligare att förhållanden under året före yttrar sig i det som tolkas som proleptisk skottbildning. Anlag för nya skott kanske redan finns i den knopp som bryter på våren.

Viltbetning av toppskott har förekommit i viss omfattning och även om den har haft negativ inverkan på skottbildningen kan den endast delvis förklara tillväxtstörningarna.

Också på Nästeshultsytan innebar prolepsis en större risk för dubbel- eller flertopp året efter. Skillnaden i tillväxtstörning mellan plantor med och utan prolepsis året före var signifikant och prolepsis är uppenbarligen en riskfaktor för tillväxtstörningar. Man kan också se att tillväxtstörningarna inte visar tecken på att avta i Nästeshult. Liksom i Bäckebo finns inget klart samband mellan tydligt toppskott och höjden året före.

Insekticidbehandlingen i Bankeberg och Björnö har inte gett stora effekter. En tendens till mindre störningar för de behandlade plantorna fanns, men det räckte inte för statistisk signifikans. Ännu är andelen plantor med störningar relativt låg i Björnö och Bankeberg. Kommande år får visa om mönstret från Nästeshult och Bäckebo upprepas på dessa två ytor.

Ett intressant och i viss mån oväntat resultat var den lilla och ej signifikanta skillnaden mellan naturligt föryngrade och planterade plantor. I de tidigare inventeringarna fanns en tendens till färre störningar hos naturligt föryngrade plantor, men data från inventeringarna av föryngringar under skärm tyder på att naturlig föryngring inte ger någon förbättring vad avser förekomst av dubbla eller flera toppskott. Inte heller när det gäller prolepsis kunde något mönster påvisas där den ena planttypen skilde sig från den andra. Spridningen var stor, några objekt saknade prolepsis helt. De tallplantor som används i sydsvenskt skogsbruk är idag så gott som uteslutande förädlade plantor. Misstanken att förädlingen påverkar skottbildningen kan inte stödjas då naturligt föryngrade plantor visade ungefär samma andel med störningar som planterade. Resultatet visar också att odlingen i plantskolan inte haft betydelse.

Frekvensen plantor med dubbel- eller flertopp ökade över tid i både den genetiska försöksserien och i försöken med olika markbehandlingar. Detta tyder på att någon miljöfaktor i fält gör sig gällande. Relativt stora skillnader mellan lokaler stöder uppfattningen att störningarna inte är generella. I de genetiska försöken hade flertalet plantor med dubbel- eller flertopp efter första året i fält en normal skottbildning fem år senare. En tidig störning hade här alltså rättat till sig. Eftersom andelen plantor med flerstammighet var högre efter 5 år är det någon faktor i fält som påverkat skottbildningen under tiden mellan 1 och 5 år.

Att borttagning av humusskiktet gav en minskad andel plantor med dubbel- eller flertopp, jämfört med omrörd jordprofil och omarkberett, var ett överraskande, men intressant resultat. Eftersom den största delen av lättillgängligt kväve i vanlig skogsmark finns i humusskiktet är det frestande att dra slutsatsen att kvävefaktorn är inblandad. Dock är höjden också i detta fall opåverkad (jämför Bäckebo och Nätshult) vilket komplicerar tolkningen. Kvävet verkar alltså räcka till för tillväxt, alternativt är plantorna grövre och har högre biomassatillväxt i de två försöksleden med störningar. Det finns också en möjlighet att någon annan faktor påverkas av att humustäcket tagits bort.

Slutsatser

Ingen tydlig minskning av tillväxtstörningarna har kunnat påvisas under 2019 och 2020. Även om andelen plantor med tydligt toppskott ökade 2019 så ökade också antalet plantor med två eller flera stammar. Det går alltså inte att säga att problemen klingar av. De något äldre fältförsöken för genetiska studier respektive tester av markbehandlingar bekräftar detta.

Naturligt förnygrade plantor har drabbats av tillväxtstörningar i ungefär samma omfattning som planterade plantor, vilket tyder på att det inte har varit någon faktor i plantskolan som påverkat. Inte heller förädlingsgrad verkar spela någon roll.

Förekomst av proleptiska skott ökar sannolikheten att plantan inte uppvisar ett tydligt toppskott året därpå. Varför och vid vilka förhållanden proleptiska skott uppträder hos tallplantor är viktiga frågor.

Den positiva effekten på skottbildningen av bortskrapat humustäcke är intressant och värd närmare undersökning. Kvävetillgång som påverkande faktor ligger nära till hands men det kan finnas flera faktorer inblandade.

Flera faktorer är troligen inblandade i problemen med att bilda tydliga toppskott och kan uppträda såväl var för sig som på samma objekt.

Referenser

Högberg, K-A. 2019. Projekt ”Onormal skottbildning hos tallplantor”. Arbetsrapport 1015–2019. Skogforsk.

Högberg, K-A. 2020. Projekt ”Tillväxtstörningar hos tallplantor”. Arbetsrapport 1048–2020. Skogforsk.