



Kan beläggningsskydd mot snytbagge påverka nyplanterade skogsplantors förmåga att överleva torka?

*Can coating protection against bark beetles affect the ability of newly
planted forest tree seedlings to survive drought?*

TEEMU KUJALA

HENRIK BENGTSSON



i

Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2026:23

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Kan beläggningsskydd mot snytbagge påverka nyplanterade skogsplantors förmåga att överleva torka?

Can coating protection against pine weevils affect the ability of newly planted forest tree seedlings to survive drought?

Teemu Kujala

Henrik Bengtsson

Handledare: Daniel Gräns, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Elisabeth Wallin, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurskod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2026

Omslagsbild: RGC-bord som användes för testodlingen. Foto: Henrik Bengtsson

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2026:23

Nyckelord: tillväxt, vitalitet, rgc-metoden



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

Skador på skogsplantor orsakade av snytbaggen *Hylobius abietis* är vanligt i dagens skogsbruk. Högre temperaturer kan leda till ytterligare större populationer av skadegöraren, som i sin tur kan leda till hårdare angrepp mot plantorna. Ett angrepp på ett oskyddat plantbestånd från snytbaggen kan i vissa fall resultera i en plantdödlighet på nära 100 procent. Då man idag mer eller mindre helt har fasat ut kemiska medel mot snytbagge, så används istället främst olika typer av beläggningsskydd för att skydda plantorna. Beläggningsskyddet är ett mekaniskt skydd som är tänkt att hindra snytbaggen från att äta av plantans bark.

De olika beläggningsskydden som används idag består av kombinationer mellan vax och lim tillsammans med sand. Mängden beläggningsskydd som appliceras på plantan kan variera stort beroende på plantans storlek. Större plantor kan ha en lägre täckningsgrad, medan mindre plantor kan få en täckningsgrad närmare 100 procent. Syftet med examensarbetet var att undersöka hur barrplantor som behandlats med beläggningsskydd klarade av en torkstress liknande de förhållanden som kan uppstå i fält precis efter utplantering. Dessutom undersöktes hur andelen täckt yta på plantans stam och barr påverkade tillväxten.

Resultatet från undersökningen visade att plantmortaliteten i försöket totalt uppgick till sju döda plantor, vilket motsvarade en mortalitet på fyra procent. Den högsta andelen döda plantor återfanns i försöksleden med gran utan beläggning som vattnats och gran utan beläggning som utsatts för torka, där mortaliteten var 20 procent. Majoriteten av försöksleden hade ingen plantdödlighet.

Rotttillväxten efter testodling i sex veckor varierade mellan de olika försöksleden. Försöksledet med störst rotttillväxt var tall utan beläggning som vattnats och dessa plantor hade en torrsvikt av nyproducerade rötter motsvarande 0,2039 gram per planta, medan tall som till 90 procent belagts med snytbageskydd och ej vattnats uppvisade den lägsta rotttillväxten med 0,1275 gram. För gran var rotttillväxten högst i gran utan beläggning som vattnats, motsvarande 0,1729 gram per planta och lägst i gran med beläggningsskydd som inte vattnats, 0,0737 gram i genomsnitt per planta. Generellt hade försöksleden med tillgång till vatten en högre rotttillväxt jämfört med de utan vattentillförsel. Plantornas rotttillväxt varierade en del beroende på täckningsgraden vid jämförelse mellan 0 procent och 50 procents täckning medan skillnaderna mellan 50 procent och 90 procents täckning var relativt små. Mönstret var liknande för både gran och tall.

När det gällde höjdtillväxt var gran med 90 procents täckningsgrad som vattnats det försöksled som uppvisade störst procentuell tillväxt under testperioden. Medelhöjden ökade från 11,3 cm till 20,3 cm, vilket motsvarade en ökning på 79,4 procent. Lägst tillväxt för gran observerades för gran utan beläggningsskydd som inte vattnats med en procentuell ökning på 33,3 procent. Tall med 50 procents beläggning som vattnats hade den högsta procentuella tillväxten 52,1 procent, medan den lägsta tillväxten noterades för tall utan beläggningsskydd som vattnats (41,6 procent). Tillväxtkurvorna visade dessutom att plantorna i alla behandlingar generellt växte snabbare under de två första veckorna jämfört med de avslutande fyra veckorna i försöksperioden.

Hypotesprövning utfördes för att undersöka om det fanns någon statistiskt signifikant skillnad i tillväxt mellan försöksled med olika nivå av täckningsgrad. För gran kunde hypotesprövningen inte genomföras eftersom kraven för analysen inte uppfylldes. För tall uppfylldes däremot kraven, och en hypotesprövning genomfördes. Resultatet visade att det enligt tillämpad analysmetod inte fanns någon statistiskt signifikant skillnad i vare sig skott- eller rotttillväxt mellan försöksled med olika mängd täckningsgrad av beläggningsskydd.

Nyckelord: tillväxt, vitalitet, rgc-metoden

Abstract

In the future, pine weevil, *Hylobius abietis* can become an even more severe issue for seedlings in forest regenerations since higher temperatures can lead to larger populations of these insects. Attacks of the pine weevil on non-protected seedlings can result in mortality rates of up to 100 percent. Chemical treatments have been phased out and replaced by different coatings to protect the seedlings. The coating is a mechanical protection which has the purpose of preventing pine weevils from feeding the stem and the bark of the seedling.

Different combinations of wax, glue, and sand are currently used and the amount of coating protection applied varies with the seedlings size. Larger seedlings often have a smaller proportion covered while smaller seedlings sometimes may have a cover ratio of almost 100 percent. The aim of this study was to investigate how seedlings treated with coating protection managed dry conditions similar to what can emerge in the field following outplanting. Furthermore, the relationship between cover ratio on stem and needles and the seedling growth was investigated.

The total seedling mortality rate in the experiment amounted to seven dead seedlings, corresponding to a mortality rate of four percent. The highest proportion of dead seedlings was found in the treatment group of watered spruce with no cover and non-watered spruce with no cover, where the mortality reached 20 percent. However, the majority of the treatment groups had no seedling mortality at all.

Root growth varied among the different treatment groups. The greatest root growth was registered for watered pine with no cover, with a dry weight of 0.2039 grams per seedling, while non-watered 90 percent covered pine showed the lowest root growth for the treatments including pine, with 0.1275 grams. For spruce, root growth was highest in watered spruce without cover, 0.1729 grams per seedling and the lowest for watered non-covered spruce at 0.0737 grams per seedling. In general, the treatment groups that were supplied with water exhibited higher root growth compared to those without water supply. The root growth of the plants varied some what depending on the degree of coverage when comparing 0 percent and 50 percent coverage, while the difference between 50 percent and 90 percent coverage were relatively small. The pattern was similar for both spruce and pine.

When it comes to height growth, watered, 90 percent covered spruce was the treatment group that demonstrated the greatest percentage increase during the test period. The average height increased from 11.3 cm to 20.3 cm, an increase of 79.4 percent. The lowest growth in spruce was observed in non-watered spruce without cover, with a percentage increase of 33.3 percent. Watered pine, 50 percent covered, showed the highest percentage growth at 52.1 percent, while the lowest growth was recorded for non-watered pine without cover (41.6 percent). The growth curves also indicated that the seedlings grew more rapidly during the first two weeks compared to the remaining weeks of the cultivation experiment.

Finally, a hypothesis test was conducted to determine whether there were any statistically significant differences in growth between treatments in terms of different extent of protective coverage. For spruce, the hypothesis test could not be performed because the assumptions required for the analysis were not met. For pine, however, the criteria were met and a hypothesis test was carried out. The results showed that there was no significant difference in neither root nor shoot growth between treatments with different levels of protective coverage.

Keywords: growth, vitality, rgc-method

Förord

Vi vill börja med att tacka vår handledare Daniel Gräns vid SLU, Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg som varit ett stort stöd i samband med vårt arbete med allt från olika idéer i början av arbetet till mer praktisk och teoretiskt stöd under arbetets gång. Vi har haft lite provningar under arbetets gång vilket vi ändå har löst tillsammans med Daniel. Detta har också ökat vår förståelse för processen och kommunikationens betydelse.

Vi vill även tacka alla inblandade som varit med och förmedlat kunskaper samt erfarenheter under vår resa till färdiga Skogsmästare. Ett stort tack också till Daniel Gräns, Jim Rosberg, Staffan Stenhag och Svante Von Dolwitz för all hjälp med bevattningen av plantorna.

Utöver detta vill vi tacka Stora Enso och SCA som stöttat vårt arbete med plantmaterial till försöken. Vi vill också tacka Hylonox för goda råd kring hantering och applicering av beläggningsskydd.

*Teemu Kujala
Henrik Bengtsson*

Skinnskatteberg, juni 2026

Innehåll

1. INLEDNING	5
1.1 SNYTBAGGEN	5
1.2 SKADOR SOM PÅVERKAR SKOGSBRUKET	5
1.3 ÅTGÄRDER MOT SNYTBAGGAR	5
1.4 TIDIGARE STUDIER	6
1.5 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	6
 2. MATERIAL OCH METODER	 7
2.1 RGC-METODEN	7
2.2 PLANTMATERIAL OCH BELÄGGNINGSSKYDD	7
2.3 DATA OCH STATISTIK	8
 3. RESULTAT	 10
3.1 PLANTMORTALITET	10
3.2 RÖTTERNAS TILLVÄXT	10
3.3 RÖTTERNAS TILLVÄXT, MISSLYCKAT FÖRSÖK	11
3.4 HYPOTESPRÖVNING ROTTILLVÄXT	12
3.5 HÖJDTILLVÄXT	13
3.6 HÖJDTILLVÄXT UNDER DEN FÖRSTA TESTODLINGEN	15
 4. DISKUSSION	 17
4.1 VALET AV TÄCKNINGSGRAD	17
4.2 JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE STUDIER	17
4.3 TOLKNING AV RESULTATEN	17
4.4 STYRKOR OCH SVAGHETER I STUDIEN	19
4.5 REKOMMENDATIONER	19
4.6 SLUTSATSER	20
 REFERENSER	 21
 BILAGOR	 24
BILAGA 1	24
BILAGA 2	25
BILAGA 3	26
BILAGA 4	27
BILAGA 5	28
BILAGA 6	29
BILAGA 7	30

1. Inledning

1.1 Snytbaggen

Snytbaggen finns inom hela Europa men är mest dominerande i Norden. Den förekommer i barr- och blandskogar där snytbaggen gnager på den tunna barken på stammen. Högre frekvens av snytbaggen kan kopplas till varmare klimatförhållanden och sättet man utövar skogsbruk på. Skador är vanligare i södra och mellersta Sverige (SLU 2012). Snytbaggen är en stor skadegörare i de boreala brukade skogarna (Långström 2004). Snytbaggen skadar unga skogsplantor genom att gnaga bort barken från stammen, och om plantan ringbarkas så dör den (Day et al. 2004). En vuxen snytbagge blir cirka 8 - 14 mm lång och känns igen på sin brunsvarta färg med gula fläckar. Antennerna är fästa vid snytets spets. Snytbaggen lockas av doften från färska hyggen där de sedan förökar sig genom att lägga sina ägg i stubbarnas rötter (SLU 2012).

1.2 Skador som påverkar skogsbruket

Stubbar blir utgångspunkt för nya snytbaggar vilket leder till att nya plantor är i farozonen då näring ska inhämtas. Detta är anledningen till att stora skador på nyplanterade områden kan uppstå (SLU 2012). Skador på plantorna leder också till stora ekonomiska förluster eftersom snytbaggen påverkar tiotusentals hektar nyplanterad skog varje år inom Europa. Detta leder till beräknade kostnader på över 120 miljoner euro årligen (Lalik 2021).

Trycket från snytbaggen är oftast som högst under de tre första åren efter en avverkning. Detta beror på att snytbaggarna anländer i stor mängd under den första växtsäsongen, i kombination med att plantorna är som känsligast för angrepp just då (Solbreck et al. 1979). Problemen förvärras av att man i det kommersiella skogsbruket vill plantera så tidigt som möjligt för att undvika konkurrensen från annan vegetation, samt minska omloppstiden (Nilsson et al. 1999; Skogsstyrelsen 2016). Oskyddade plantor på nya hyggen kan i vissa fall ha nära 100 procents dödlighet orsakad av snytbaggeangrepp (von Sydow 1997).

Den boreala skogen i Sverige och andra delar av Europa står inför ett varmare klimat på grund av den globala uppvärmningen (Kjellström et al. 2011; Bärring et al. 2017). Detta kan i viss mån ha positiva effekter som ökad tillväxt i de svenska skogarna (Jansson et al. 2008; Ge et al. 2013) men även innebära en förhöjd risk för skadegörare. Detta kan i sin tur leda till större skador i de svenska skogarna (Logan et al. 2003; Lindner et al. 2010). Vissa skadegörares reproduktionsförmåga kan stegras i samband med temperaturökningen vilket leder till större populationer som i sin tur kan påverka fler värdträd negativt.

1.3 Åtgärder mot snytbaggar

Tidigare har man behandlat plantor kemiskt både i plantodlingar och ute i fält. Detta har visat sig vara effektivt men skapat oro för negativa effekter på till exempel människor och ekosystem. Eftersom dessa kemiska medel varit giftiga har de gett upphov till en otrygghetskänsla gällande arbetsmiljön (Giurca & von Stedingk 2014). Idag används inte längre kemisk behandling av skogsplantor mot snytbagge i Sverige. I stället används ofta olika varianter av så kallade beläggningsskydd. Dessa beläggningsskydd består av till exempel lim och sand som appliceras så att de delvis täcker plantan och har visat sig vara

ett effektivt sätt att skydda plantor mot snytbaggeangrepp. Beläggningsskydd används idag på mer än hälften av de plantor som sätts (Skogsstyrelsen 2024). Syftet med dagens beläggningsskydd är att vara ett fysiskt hinder för snytbaggen så att den inte ska kunna gnaga och ringbarka plantorna (Sjöström 2020).

1.4 Tidigare studier

I vissa fall har det visat sig att behandlingen med beläggningsskydd i sig kan leda till oönskad påfrestning på plantorna som inneburit nedsatt vitalitet och tillväxt vid testodling i laboratorium. Därutöver har det visat sig att dessa beläggningsskydd kan nedsätta plantans förmåga att genomföra fotosyntes genom att vara ett hinder för ljuset att nå plantans barr men även ett hinder för utbytet av koldioxid och syre (Sjöström 2020). Ett fältförsök visade att även om de behandlade plantornas fotosyntes påverkades negativt uppstod endast små skillnader mellan belagda och ej belagda plantor efter en första tillväxtsäsong (Svennerstam & Hajek 2025). Det är dock viktigt att fortsätta undersöka möjliga effekter på plantan som kan orsakas av beläggningsskydd under de olika förutsättningar som kan uppstå i fält efter utplantering, till exempel torkstress vid svår försommartorka.

1.5 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien var att undersöka hur plantor som behandlats med beläggningsskydd klarade av en torkstress liknande de förhållanden som kan uppstå i fält precis efter utplantering. Dessutom undersöktes hur andelen täckt yta på plantans stam och barr påverkade tillväxten.

Frågeställningar som skulle besvaras var:

- Hur påverkas plantans vitalitet vid torkstress om täckningsgraden med beläggningsskydd är 0, 50 eller 90 procent?
- Hur påverkas plantans skotttillväxt vid torkstress om täckningsgraden med beläggningsskydd är 0, 50 eller 90 procent?
- Hur påverkas plantans rotttillväxt vid torkstress om täckningsgraden med beläggningsskydd är 0, 50 eller 90 procent?

2. Material och metoder

2.1 RGC-metoden

För testodlingen användes ett så kallat RGC (root growth capacity)-bord (Mattsson 1986) där odlingsförhållandena styrdes och registrerades. Belagda och obelagda plantor sattes i odlingslådor fyllda med en blandning av sand och torv. De rektangulära odlingslådorna med plantor sänktes ner i ett vattenbad, där vattnet hade en temperatur på cirka +20 grader Celsius. LED-lampor lyste med en intensitet på cirka 350 mikromol/s/m² PAR vid odlingsytan (PAR= photosynthetically active radiation).

För att mäta ljusintensiteten användes en spektrometer under studiens gång. Med hjälp av timerstyrda LED-lampor fick plantorna en naturlig dygnsrytm på 16 timmar dagsljus och åtta timmars natt. Termometrar och loggers placerades ut för att kunna följa temperaturen samt luftfuktigheten i rummet. Odlingslådorna rymde 5 plantor och det fick plats 30 odlingslådor per RGC-bord. Totalt användes 39 odlingslådor med fem plantor i varje låda till försöket. Detta motsvarade 5 lådor (25 plantor) per behandling för tall, en låda (fem plantor) per behandling för gran med tillgång till vatten samt två lådor (10 plantor) per behandling för gran utan tillgång till vatten.

2.2 Plantmaterial och beläggningsskydd

Odlingsexperimenten genomfördes som två separata odlingsförsök mellan datumen 09-02-2026 och 08-05-2026 (cirka 13 veckor) i plantlaboratoriet vid SLU Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg. Plantmaterialet utgjordes av fryslagrade konventionella tall- och granplantor från plantskolorna Stora Enso-Nässja i Gästrikland och SCA-Bogrunnet i Medelpad.

Under den första inledande testodlingen som inte gav tillfredställande resultat ingick ett försöksled med 100 procent täckningsgrad. Överlevnaden visade sig vara väldigt låg vid 100 procent täckningsgrad. Därför beslutades tillsammans med vår handledare att i den andra testodlingen minska mängden täckningsgrad från 100 procent till 90 procent.

Plantorna fördelades i huvudförsöket till tre olika grupper med täckningsgrad, 0 procent, 50 procent samt 90 procent. De obehandlade plantorna fungerade som jämförelsematerial (kontroller) för de behandlade plantorna. Totalt användes 195 plantor för försöket. Först plockades plantorna som skulle användas i studien ut ur fryslagret. Plantkartongerna öppnades och plantorna fick tina långsamt, först i kyl och därefter i rumstemperatur under cirka en vecka. Därefter behandlades plantorna med beläggningsskyddet Hylonox. Förpackningen med Hylonox öppnades och med hjälp av en pinne rördes ämnet om för att undvika att partiklarna i ämnet hade sedimentrats under lagringen. För appliceringen användes en ryggspruta som placerades på golvet för att göra det enklare att spraya plantorna. För att få rätt täckningsgrad på plantan mättes plantornas längd och på den del som inte skulle behandlas sattes en plastpåse. Vi började med att spraya den nedre delen av plantan för att sedan arbeta oss upp. Därefter fick plantorna torka.

Totalt ingick 195 plantor i huvudförsöket. Av dessa bestod kontrollplantorna av 50 tallplantor och 15 granplantor. Vidare belades 50 tallplantor och 15 granplantor med 50 procents täckning, medan ytterligare 50 tallplantor och 15 granplantor belades med 90

procents täckning av beläggningsskyddet Hylonox (Tabell 1). Hylonox är giftfritt ämne som appliceras i flyttande form. Hylonox innehåller främst kisel och krita som binds samman av ett limämne (SLU u.å.).

Tabell 1. Beteckningen 0, 50 och 90 anger beläggningsskyddets täckningsgrad i procent. Behandlingar med 0 % täckningsgrad utgör obehandlade kontroller.

Beteckning	Behandling
Gran 0	Obehandlad kontroll utan beläggningsskydd (0 % täckningsgrad)
Gran 50	Beläggningsskydd med 50 % täckningsgrad
Gran 90	Beläggningsskydd med 90 % täckningsgrad
Tall 0	Obehandlad kontroll utan beläggningsskydd (0 % täckningsgrad)
Tall 50	Beläggningsskydd med 50 % täckningsgrad
Tall 90	Beläggningsskydd med 90 % täckningsgrad

Hälften av försöksplantorna vattnades varannan dag under hela testodlingsperioden medan den andra hälften vattnades upp i början av försöket men inte därefter. Syftet med detta var att utsätta plantorna för torkstress och simulera förhållanden som kan uppstå ute i fält vid utebliven nederbörd under en längre period.

Genom hela studien undersöktes plantornas tillväxt genom återkommande höjdmätningar samt bedömning av vitalitet genom observation. Även rotvikterna bestämdes i slutet av studien. För dessa parametrar gjordes sedan analyser samt beräkningar. Den första höjdmätningen skedde direkt efter plantering och den sista skedde precis innan upptagning av plantorna. Totalt utfördes sju höjdmätningar. Höjd mättes från planthållarens kant upp till plantans toppskott och dokumenterades i ett Excel-dokument.

Vitaliteten uppskattades vid samma mättillfällen och antalet döda plantor dokumenterades. Efter odlingen togs plantorna upp och rottillväxten mättes genom att de nybildade rötterna klipptes av och tvättades. De tvättade rötterna lades ned i kuvert som sedan placerades i en torkugn under 24 timmar i en temperatur på cirka +105 grader Celsius. De torkade rötterna vägdes därefter och resultatet analyserades i Excel.

2.3 Data och statistik

I analysen användes hypotesprövning för att undersöka eventuella skillnader i olika egenskaper mellan plantorna i de olika behandlingarna. Då antalet obehandlade kontrollplantor uppgick till cirka 25 och det även ingick 25 plantor i respektive behandling så användes följande formel (Figur 1). Metoden bygger på ett tvåsidigt t-test på 5 procents signifikansnivå där standardavvikelse antas vara någorlunda jämnstora men okända, och där undersökningsvariabeln är normalfördelad.

$\sigma_1 \approx \sigma_2$ men okända

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{s_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (6.2.2)$$

Används om antingen $n_1 < 30$ eller $n_2 < 30$.

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Figur 1. Formeln som användes vid hypotesprövningen (Stenhag 2024).

3. Resultat

3.1 Plantmortalitet

Plantmortaliteten undersöktes efter sex veckor i RGC-odling. Det visade sig att totalt sju plantor hade dött. I försöksleden Gran 0 ej vatten och Tall 90 ej vatten hade det dött två plantor vardera, medan i försöksleden Gran 0 vatten, Gran 50 ej vatten och Tall 50 ej vatten hade det endast dött en planta per försöksled. Därmed var andelen döda plantor som störst i försöksled Gran 0 vatten och Gran 0 ej vatten, med en procentandel på 20 procent. Totalt för hela testodlingen var andelen döda plantor fyra procent (Tabell 2).

Tabell 2. Antalet överlevande plantor samt antalet döda plantor och andelen döda plantor i procent för varje försöksled efter avslutad testodling.

Försöksled	Antal överlevande plantor	Antal döda plantor	Andel döda plantor (%)
Gran 0 vatten	4	1	20%
Gran 0 ej vatten	8	2	20%
Gran 50 vatten	5	0	0%
Gran 50 ej vatten	9	1	10%
Gran 90 vatten	5	0	0%
Gran 90 ej vatten	10	0	0%
Tall 0 vatten	25	0	0%
Tall 0 ej vatten	25	0	0%
Tall 50 vatten	25	0	0%
Tall 50 ej vatten	24	1	4%
Tall 90 vatten	25	0	0%
Tall 90 ej vatten	23	2	8%
Totalt	188	7	3,6%

3.2 Rötternas tillväxt

Mängden nybildade rötter efter den sex veckor långa huvudtestodlingen (den andra testodlingen) varierade mellan försöksleden. Rottillväxten beräknades genom att ta fram ett medelvärde i gram torrsvikt per planta (Tabell 3).

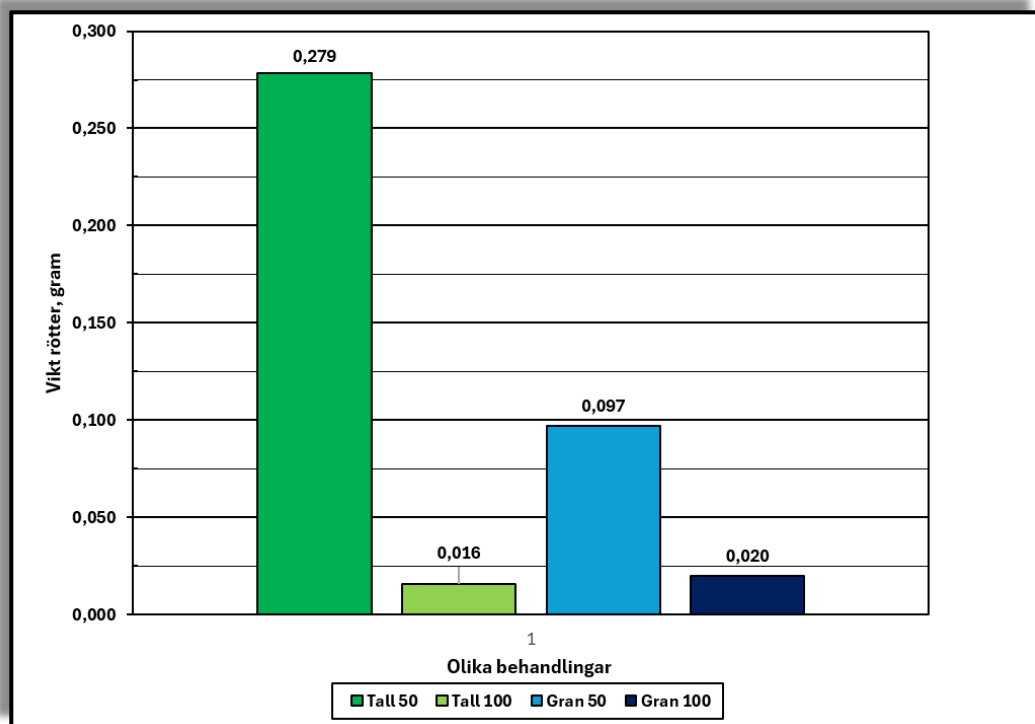
Försöksleden med högst rottillväxt i denna testodling var Tall 0 vatten, med en torrsvikt på 0,2039 gram per planta i genomsnitt. Försöksleden med lägst rottillväxt hos tall försöken var Tall 90 ej vatten med ett genomsnitt på 0,1275 gram per planta. Hos försöksleden av gran hade Gran 0 vatten bäst rottillväxt på motsvarande 0,1729 gram per planta, medan Gran 0 ej vatten hade lägst rottillväxt med sina 0,0737 gram per planta (Tabell 3).

Tabell 3. Rottillväxten per planta under huvudtestodlingen för respektive försöksled uttryckt i gram torrsvikt.

Försöksled	Rottillväxt, per planta (g)
Gran 0 vatten	0,1729
Gran 0 ej vatten	0,0737
Gran 50 vatten	0,1015
Gran 50 ej vatten	0,0865
Gran 90 vatten	0,1691
Gran 90 ej vatten	0,0843
Tall 0 vatten	0,2039
Tall 0 ej vatten	0,1295
Tall 50 vatten	0,1504
Tall 50 ej vatten	0,1302
Tall 90 vatten	0,1802
Tall 90 ej vatten	0,1275

3.3 Rötternas tillväxt, misslyckat försök

Även efter den första misslyckade testodlingen torkades rötterna i 24 timmar, därefter vägdes rötterna och resultatet analyserades. Försöksleden med högst rottillväxt i RGC-bad för tallförsöket var tall 50 %, med en torrsvikt på 0,279 gram per låda i snitt. Försöksleden med lägst rottillväxt hos tall försöken var tall 100 % med ett genomsnitt på 0,016 gram per låda. Hos försöksleden av gran så hade gran 50 % bäst rottillväxt på motsvarande 0,097 gram per låda, medan gran 100 % hade en rottillväxt på 0,020 gram per låda (Figur 2). Plantor behandlade med beläggningssydd till 50 % täckningsgrad har haft en bättre rottillväxt än plantor som fått en behandling med 100 % täckning (Figur 2).



Figur 2. Medelvärden för rötternas torrsvikt (gram per låda för 5 plantor) för de olika behandlingarna efter den första testodlingen efter upptagning vecka 10.

3.4 Hypotesprövning rottillväxt

För att kontrollera om det fanns någon statistisk signifikant skillnad i tillväxten för materialet från den andra testodlingen gällande försöksleden av tall respektive gran användes hypotesprövning enligt formel 6.2.2. Kraven som skulle uppfyllas för att kunna använda testen var följande:

- Mätvärdena skulle vara normalfördelade
- Standardavvikelserna mellan de två samplen skulle vara jämnstora och den större standardavvikelsen fick inte vara mer än 50 procent större än den mindre standardavvikelsen

Både tall- och granmaterialet uppfyllde det första kravet. Men gällande kravet på jämnstora standardavvikelser mellan de två samplen, var det endast gruppen med försöksled innehållande tall som uppnådde kravet. Majoriteten av jämförelserna mellan försöksleden innehållande gran hade en skillnad mellan samplens standardavvikelser på över 53 procent. Därmed gick det inte att utföra hypotesprövningen för den gruppen. Hypotesprövningen gjordes därav endast på försöksleden med tall.

Jämförelsen av de olika försöksleden gick till på följande sätt. Försöksleden med tall som utsatts för torka, alltså Tall 0 ej vatten, Tall 50 ej vatten och Tall 90 ej

vatten jämfördes med varandra. Resterande försöksled som fått tillgång till vatten, det vill säga Tall 0 vatten, Tall 50 vatten, Tall 90 vatten jämfördes separat. Som tabell 3 visar var det ingen av jämförelserna som kunde styrka att det skulle vara någon statistiskt signifikant skillnad i rottillväxt mellan de olika försöksleden (Tabell 4).

Genom att jämföra det uppskattade t-värdet med de kritiska t-värdena som finns i tabellen kan man avgöra om hypotesen H_0 ska förkastas eller inte. Ligger det beräknade t-värdet längre ifrån noll än det kritiska t-värdet så förkastas H_0 och mothypotesen H_1 bevisas istället. Ju längre t-värdet är ifrån noll desto säkrare blir det att slutsatsen för H_1 gäller. H_0 förkastades inte vid någon av de utförda jämförelserna. Jämförelsen mellan Tall 0 ej vatten och Tall 90 ej vatten var den jämförelse som hade det t-värde som låg längst från noll, med ett beräknat t-värde på -1,357 (Tabell 4). Det beräknade t-värdet som låg närmast noll var jämförelsen mellan Tall 50 ej vatten och Tall 90 ej vatten som hade ett beräknat t-värde på -0,069 (Bilaga 7).

Tabell 4. De olika jämförelserna baserade på data från den andra testodlingen rangordnade efter hur långt från 0 deras t-värde var, från längst till kortast. Det kritiska t-värdet angivet som referens.

Försöksled	Försöksled	Längst från 0	t-kritisk tvåsidig	
Tall 0 ej vatten	Tall 90 ej vatten	-1,3570	2,0100	H_0 Förkastas inte, Ingen skillnad i tillväxt
Tall 50 vatten	Tall 90 vatten	1,1430	2,0100	H_0 Förkastas inte, Ingen skillnad i tillväxt
Tall 0 vatten	Tall 90 vatten	0,7920	2,0100	H_0 Förkastas inte, Ingen skillnad i tillväxt
Tall 0 ej vatten	Tall 50 ej vatten	-0,6330	2,0100	H_0 Förkastas inte, Ingen skillnad i tillväxt
Tall 0 vatten	Tall 50 vatten	-0,4160	2,0100	H_0 Förkastas inte, Ingen skillnad i tillväxt
Tall 50 ej vatten	Tall 90 ej vatten	-0,0693	2,0100	H_0 Förkastas inte, Ingen skillnad i tillväxt
		t-kvot	5%	

3.5 Höjdtillväxt

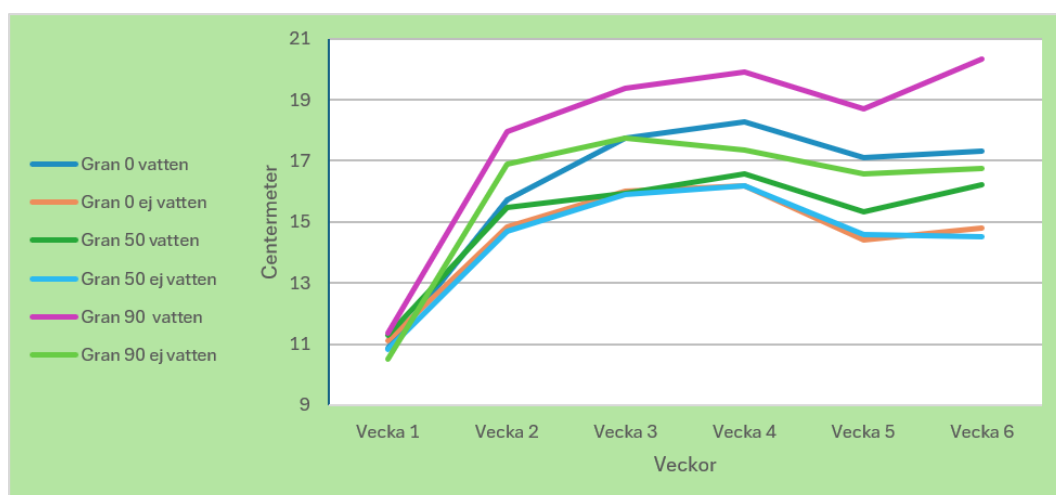
Plantornas utgångshöjd varierade något mellan de olika försöksleden i den andra testodlingen. Den genomsnittliga utgångshöjden för försöksleden med gran sträckte sig från 10,5 cm till 11,3 cm. Motsvarande siffror för försöksleden med tall sträckte sig mellan 9,9 cm och 11,0 cm (Tabell 5). Försöksledet med störst procentuell tillväxt efter sex veckors testodling var Gran 90 vatten. Under perioden ökade medelhöjden hos Gran 90 vatten från 11,3 cm till 20,3 cm. Detta motsvarade en ökning på 9,0 cm vilket gav en procentuell tillväxt på 79,4 procent. Försöksledet med gran med den lägsta procentuella tillväxten var Gran 0 ej vatten

som startade med en medelhöjd på 11,1 cm och slutade på en medelhöjd på 14,8 (Tabell 5). Det var en ökning med endast 3,7 cm som motsvarade en procentuell tillväxt på 33,3 procent. För tall materialet var Tall 50 vatten försöksledet med högst procentuell tillväxt motsvarande 52,1 procent. Utgångshöjden var 10,6 cm i medelhöjd och sluthöjden 16,1 cm efter den andra testodlingsperiodens sista vecka, totalt en tillväxt på 5,5 cm. Lägsta procentuella tillväxten för försöksleden med tall var Tall 0 ej vatten med utgångshöjden 11,0 cm och en sluthöjd på 15,5 cm i medelhöjd motsvarande en ökning på 4,6 cm. Totalt motsvarade detta en procentuell ökning på 41,6 procent (Tabell 5).

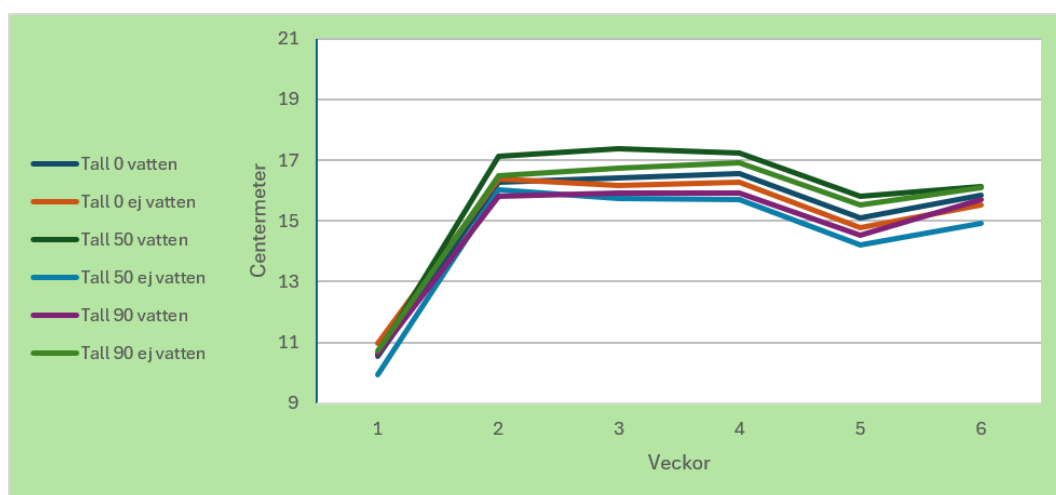
Tabell 5. Medelhöjden efter den andra testodlingen hos de olika försöksleden vid odlingsförsökets start och slut. Tillväxten angiven i centimeter samt den procentuella tillväxten beräknat från utgångshöjden.

Försöksled	Medelhöjd vid odlingens start (cm)	Medelhöjd vid odlingens slut (cm)	Plantornas tillväxt (cm)	Procentuell tillväxt (%)
Gran 0 vatten	10,9	17,3	6,5	59,5%
Gran 0 ej vatten	11,1	14,8	3,7	33,3%
Gran 50 vatten	11,3	16,2	4,9	43,5%
Gran 50 ej vatten	10,8	14,5	3,7	34,2%
Gran 90 vatten	11,3	20,3	9,0	79,4%
Gran 90 ej vatten	10,5	16,8	6,2	59,4%
Tall 0 vatten	10,5	15,8	5,3	50,2%
Tall 0 ej vatten	11,0	15,5	4,6	41,6%
Tall 50 vatten	10,6	16,1	5,5	52,1%
Tall 50 ej vatten	9,9	14,9	5,0	50,2%
Tall 90 vatten	10,6	15,7	5,1	47,9%
Tall 90 ej vatten	10,7	16,1	5,4	50,1%

Alla försöksled hade en snabb tillväxt i starten som sedan trappades av och uppvisade en lägre tillväxt i slutet av odlingstestet (Figur 3) (Figur 4). Majoriteten av försöksledens linjer korsar inte varandra, utan följer varandra. Försöksleden som växte bäst i början gjorde också det i slutet. Det fanns dock ett fåtal undantag som till exempel Gran 0 vatten som inledningsvis växte något långsammare men som senare växte ikapp och förbi majoriteten av de övriga försöksleden (Figur 3).



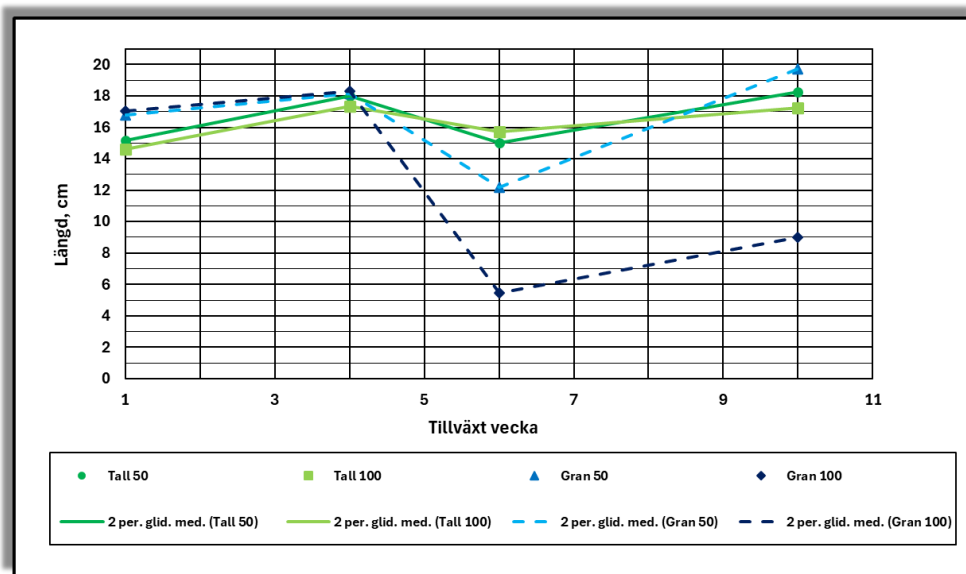
Figur 3. Planthöjd för gran (medelvärde per försöksled) från den andra odlingsperioden. Höjdmätningarna utfördes en gång i veckan.



Figur 4. Planthöjd för tall (medelvärde per försöksled) från den andra odlingsperioden. Höjdmätningarna utfördes en gång i veckan.

3.6 Höjdtillväxt under den första testodlingen

Det första inledande RGC-försöket misslyckades genom en för lång torrperiod. Plantorna utan behandling var de enda som blev bevattnade i början av försöket medan alla andra försöksled stod utan bevattning. I slutet av vecka tre uppmärksammades detta missförstånd och hälften av alla försöksled började bevattnas. Resultaten kunde ej analyseras statistiskt enligt ursprunglig plan på grund av fel med referensplantornas bevattning men resultaten pekade ändå på att tallen inte blev lika påverkad av den långa torrperioden som granen blev. Därutöver pekade resultatet på att granplantor med en täckningsgrad på 50 % hämtade sig klart bättre efter torrperioden än gran med en täckningsgrad på 100 % (Figur 5).



Figur 5. Medelhöjdens utveckling under den första testodlingen uttryckt i centimeter per vecka för alla försöksled med behandling, höjden mättes en gång i veckan men figuren visar ett glidande medelvärde för veckorna 1,4,6 och 10.

4. Diskussion

4.1 Valet av täckningsgrad

Under huvudförsöket, alltså den andra testodlingen, användes två olika täckningsgrader, 50 procents täckning samt en täckning på 90 procent för både tall och gran. Sedan var det ett försöksled av både tall och gran som inte hade någon täckning alls som fungerade som obehandlade kontroller. Av alla dessa olika försöksled fick hälften vatten och den andra hälften vattnades inte, då dessa plantor skulle utsättas för torkstress för att simulera en situation utan något regn under en längre tidsperiod efter utplantering.

Under vår första inledande testodling som misslyckades hade vi ett försöksled som hade en täckningsgrad på 100 procent förutom täckningsgraden på 50 procent. Vi tog beslutet tillsammans med vår handledare att minska ner denna täckningsgrad till 90 procent i den andra testodlingen då överlevnaden visat sig vara så pass dålig med 100 procents täckning.

4.2 Jämförelse med tidigare studier

När man jämför resultaten med tidigare liknande studier så kan man se att utfallet skiljer sig en aning. Till skillnad från vår undersökning så visade Sjöström (2020) i sin studie om beläggningsskyddets inverkan på plantor att beläggningsskydd kan ha en negativ påverkan på plantornas tillväxt. Detta gällde speciellt plantans skott- och rottillväxt vid hög täckningsgrad av beläggningsskydd.

4.3 Tolkning av resultaten

Syftet med undersökningen var att se hur gran och tallplantor som belagts med beläggningsskydd skulle klara en torkstress samt om andelen täckningsgrad skulle ha någon påverkan på plantornas tillväxt eller vitalitet. Resultatet visade att majoriteten av både gran och tallplantorna i huvudförsöket överlevde testperioden med generellt små skillnader mellan de olika försöksleden. Det gick dock att urskilja vissa skillnader mellan försöksledens rot- och höjdtillväxt.

Plantmortaliteten var totalt sett låg för både gran och tall på enbart fyra procent. Det visade att samtliga försöksled oberoende av mängden täckningsgrad och vatten klarade den torkstress som plantorna utsatts för under testperioden. Det vill säga ingen tydlig negativ effekt på vitaliteten kunde observeras vid ökande täckningsgrad. Det verkade dock som att granplantorna var känsligare för torkstress jämfört med tallen med störst andel döda plantor i försöksleden med gran. Det märkliga med plantdödligheten hos försöksleden med gran var att de flesta döda plantor fanns i försöksled som helt saknade beläggningsskydd och att det även hade dött en planta i ett försöksled med tillgång till vatten. En anledning till detta kan vara att plantmaterialet som använts redan var skadat innan testodlingens start samt att materialet var litet med få upprepningar för gran.

Totalt sett hade tall försöksleden med tillgång till vatten ingen plantdödlighet alls. Även tall försöksleden utan vatten hade väldigt låg plantdödlighet. Detta pekade på att tall klarade sig bättre än gran under torkstress vilket är känt sedan tidigare (Aldea et al. 2022). Täckningsgrad verkade inte haft någon påverkan när det kom till försöksleden för gran. Däremot verkade täckningsgraden ha haft en större påverkan för försöksleden med tall, där dödligheten främst fanns hos tall med täckningsgrad 50 procent respektive 90 procent.

När det kommer till rottillväxten för de olika försöksleden så visade det sig att tall hade en generellt större tillväxt jämfört med gran. Som väntat så var rottillväxten högst hos tallplantor som fått tillgång till vatten, allra högst rottillväxt hade försöksledet utan beläggningsskydd. Dessutom var försöksledet med högst täckningsgrad (90 procent) det med sämst rottillväxt för tall. För försöksleden med gran hade gran med 0 procent täckningsgrad högst rottillväxt för försöksledet med tillgång till vatten, och lägst rottillväxt för försöksledet utan vatten. En orsak till att försöksledet med 0 beläggningsskydd hade sämre tillväxt än försöksleden med 50 samt 90 procent täckningsgrad, kan bero på plantornas kvalité och ett begränsat material. Då det endast fanns fem granplantor i försöksleden med tillgång till vatten respektive tio för försöksleden utan tillgång till vatten kan resultaten påverkas mer ifall enskilda plantor dör. Får man då ett försöksled där två av fem plantor har sämre plantkvalité, så kan detta ge stora konsekvenser för utfallet.

Hypotesprövningen visade på att det inte fanns någon statistiskt signifikant skillnad i tillväxt mellan de olika försöksleden för tall. Samtliga av de beräknade t-värdena för jämförelserna låg närmare noll än de kritiska t-värdet som var 2,010, vilket betydde att man inte kunde förkasta noll hypotesen. Det gick därför inte att bevisa att täckningsgraden för beläggningsskyddet skulle haft någon negativ påverkan på tillväxten. Jämförelsen med störst skillnad mellan de olika försöksleden var mellan Tall 0 ej vatten och Tall 90 ej vatten. Men även i detta fall var skillnaden för liten för att kunna säkerställas statistiskt. Detta skiljer sig från resultaten i Sjöströms (2020) studie där resultatet visade att en högre täckningsgrad påverkade plantornas tillväxt negativt. En möjlig orsak till att det inte gick att se någon signifikant skillnad kan beror på att försöksperioden har varit för kort. Hade man förlängt försöksperioden med några veckor hade resultatet kanske varit tydligare, och det hade gått att se signifikanta skillnader i tillväxt mellan försöksled med olika täckningsgrad.

För jämförelse mellan försöksleden av gran kunde inte hypotesprövningen genomföras på grund av att kraven för antagandena inte uppfylldes för datamaterialet. För flera av försöksleden var skillnaden mellan standardavvikelserna för stora. Detta visade på en större variation inom försöksleden av gran vilket delvis troligen berodde på att antalet granplantor och upprepningar i försöket var för lågt. Trots att försöksleden med gran inte

uppfyllde kraven för hypotesprövningen så kan resultatet ändå användas som en indikation.

Den första testodlingen som misslyckades pekade på att tallen inte blev lika påverkad av torrperioden som granen blev. Detta resultat är i linje med tidigare forskning av bland annat Aldea et al. (2022) som visar att tallen inte är lika känslig för torka som granen är. Därutöver pekade resultatet på att granen med en täckningsgrad på 50 % hämtade sig bättre efter torrperioden än vad granen med 100 % täckning gjorde. Vi tänker att dessa resultat känns rimliga i förhållande till tidigare resultat och det var intressant att gran med mindre andel täckning hämtade sig så pass mycket bättre än gran med 100 % täckning.

4.4 Styrkor och svagheter i studien

I början av arbetet hade vi lite motgångar då vår första RGC-odling misslyckades. Det handlade troligtvis om både missförstånd och dålig kommunikation då endast plantorna utan täckning blev bevattnade. Vi tänker ändå att detta blev en styrka i arbetet då vi lärde oss mer om arbetet kring en RGC-odling men vi upplevde också att vår kommunikation förbättrades, både den verbala samt den skriftliga.

Arbetet med att lägga på beläggingsmedlet Hylonox gjordes med hjälp av en spruta kopplad till en behållare, en portabel variant som även kunde bäras på ryggen vid behov. Behållaren ställdes på golvet och fylldes med Hylonox och där fick den stå under arbetets gång. Vi tänker att tillvägagångssättet möjligtvis utgjorde en svaghet då detta inte är samma metod som använts hos plantleverantörerna. Däremot användes samma metod under hela arbetets gång vilket var en styrka.

Exempel på felkällor kan vara att ett för litet provmaterial för gran kan påverka resultatens representativitet. Dessutom kan en ojämn applicering av Hylonox ge variationer i behandlingen. Mänskliga mätfel kan också påverka resultaten, liksom den relativt korta försöksperioden.

4.5 Rekommendationer

På grund av arbetets resultat och arbetets karaktär så vore det intressant att studera mer kring:

- Hur plantorna hade klarat sig ute i fält
- Undersöka om mängden beläggningsskydd påverkar plantans förmåga att klara kyla och frost
- Förlänga testperioden för att se hur och när vitaliteten påverkas som mest
- Utföra försök som sträcker sig över flera växtsäsonger

4.6 Slutsatser

Det som framkom i vårt arbete var att torka påverkat plantorna negativt, framför allt granen. När man tittade på plantornas höjdtillväxt så verkade inte mängden beläggningsskydd ha varit signifikant avgörande utan plantorna hade en hyfsat liknande höjdtillväxt oavsett beläggningsgrad. Därmed blev slutsatsen att det som påverkat plantornas tillväxt mest var torkperioderna som troligen varit livsavgörande i vissa fall.

Utöver detta visade vi i vår första testodling att plantor hade kapacitet att återhämta sig efter en längre torkperiod och där såg vi tydligt att tallplantor var mer uthålliga och hade god förmåga att klara längre perioder av torkstress. Vi såg även tydligt att granplantor med 50 % täckning återhämtade sig bättre efter en torkperiod än vad granplantor med en täckning på 100 % gjorde.

Resultatet kunde inte statistiskt säkerställa några skillnader i tillväxten mellan försöksleden för tall med olika mängd täckningsgrad av beläggningsskydd. Motsvarande statistisk analys kunde inte genomföras för gran, på grund av att datamaterialet inte uppfyllde de krav som fanns. Det gick inte heller att se några större skillnader i vitalitet eller rottillväxt mellan försöksled med hög respektive ingen täckningsgrad av beläggningsskydd.

Studien visade att beläggningsskydd kan vara ett bra alternativ när det kommer till att skydda plantor mot snytbaggeskador eftersom varken plantornas skotttillväxt, rottillväxt eller vitalitet påverkades negativt av beläggningsskyddet. Beläggningsskydd är ett av flera giftfria alternativ som kan användas för att skydda plantor mot Snytbaggen. Andra metoder som till exempel plantskyddshylsor, kragar och markberedning är andra giftfria alternativ som kan användas för att stoppa angreppen från Snytbaggen. Dock behövs det fler studier inom området som undersöker om till exempel andra variabler som fältförhållanden och tidsperioden påverkar resultatet. Andra alternativ

Referenser

- Aldea, J., Ruiz-Peinado, R., del Río, M., Pretzsch, H., Heym, M., Brazaitis, G., Jansons, A., Metslaid, M., Barbeito, I., Bielak, K., Hylen, G., Holm, S.-O., Nothdurft, A., Sitko, R. & Löf, M. (2022). Timing and duration of drought modulate tree growth response in pure and mixed stands of Scots pine and Norway spruce. *Journal of Ecology*, 110(11): 2673–2683. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13978>
- Bärring, L., Berlin, M. & Andersson Gull, B. (2017). Tailored climate indices for climate-proofing operational forestry applications in Sweden and Finland. *International Journal of Climatology* 37(1): 123–142. <https://doi.org/10.1002/joc.4691>.
- Day, K.R., Nordlander G. & Halldórsson, G. (2004). General biology and life cycles of bark weevils. Chapter 14. In: Lieutier F., Day K.R., Battisti A., Grégoire J-C., Evans H.F. (eds.). *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 331–349. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2241-8_14.
- Ge, Z.M., Kellomäki, S., Peltola, H., Zhou, X., Väisänen, H. & Strandman, H. (2013). Impacts of climate change on primary production and carbon sequestration of boreal Norway spruce forests: Finland as a model. *Climatic Change* 118(2): 259–273. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0607-1>.
- Giurca, A. & von Stedingk, H. 2014. FSC Pesticides Policy in Sweden. Uppsala, Sweden. <https://www.se.fsc.org/sites/default/files/2022-01/FSC%20Pesticides%20Policy%20in%20Sweden-Report%202014%20-%20webb.pdf>
- Jansson, P.-E., Svensson, M., Kleja, D.B. & Gustafsson, D. (2008). Simulated climate change impacts on fluxes of carbon in Norway spruce ecosystems along a climatic transect in Sweden. *Biogeochemistry* 89(1): 81–94. <https://doi.org/10.1007/s10533-007-9147-6>.
- Kjellström, E., Nikulin, G., Hansson, U., Strandberg, G. & Ullerstig, A. (2011). 21st century changes in the European climate: uncertainties derived from an ensemble of regional climate model simulations. *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography* 63(1): 24–40. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0870.2010.00475.x>.
- Lalik, M., Galko, J., Kunca, A., Nikolov, C., Rell, S., Zubrik, M., Dubec, M., Vakula, J., Gubka, A., Leontovyc, R., Longauerova, V., Konopka, B. & Holusa, J. (2021). Ecology, management and damage by the large pine weevil (*Hylobius abietis*) (Coleoptera: Curculionidae) in coniferous forests within Europe. *Central European Forestry Journal* 67 (2021) 91–107. DOI: [10.2478/forj-2021-0005](https://doi.org/10.2478/forj-2021-0005)

Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolström, M., Lexer, M.J. & Marchetti, M. (2010). Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 259(4): 698–709. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.023>.

Logan, J.A., Régnière, J. & Powell, J.A. (2003). Assessing the impacts of global warming on forest pest dynamics. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1: 130–137. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2003\)001\[0130:ATIOGW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2003)001[0130:ATIOGW]2.0.CO;2).

Långström, B., Day, K.R. (2004). Damage, control and management of weevil pests, especially *Hylobius abietis*. Chapter 19. In: Lieutier, F., Day, K.R., Battisti, A., Grégoire, J.-C., Evans, H.F. (eds.). *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 415–444.

Nilsson, U. & Örlander, G. (1999). Vegetation management on grass-dominated clearcuts planted with Norway spruce in southern Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 29(7): 1015–1026. <https://doi.org/10.1139/x99-071>.

Sjöström, C. (2020). Inverkan av beläggningsskydd mot snytbagge, *Hylobius abietis* på skogsplantors tillväxt. Arbetsrapport-1045-2020.pdf (skogforsk.se) https://www.skogforsk.se/cd_20200615183725/contentassets/b7031c00ef7a4e40827585c1e9400f56/arbetsrapport-1045-2020.pdf

Mattsson, A. (1986). RGC-metoden – ett hjälpmedel för att upptäcka rotskador. *Plantnytt*. 1986:5. <https://www.skogforsk.se/contentassets/f7056975f15046cbb87fc37194ed9866/plantnytt-1986-5.pdf>

SLU institutionen för ekologi, Uppsala, Sverige.
<https://snytbagge.slu.se/index.php>

Solbreck, C, Gyldberg, B. (1979). Temporal flight pattern of the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Coleoptera, Curculionidae), with special reference to weather. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 88: 532–536. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1979.tb02532.x>

Skogsstyrelsen (2016). Kunskapsplattform för skogsproduktion. Tillståndet i skogen, problem och tänkbara insatser och åtgärder. Meddelande 1/2016. [In Swedish]. https://shopcdn.textalk.se/shop/9098/art85/36356085-1bde4e-Kunskapsplattform_webb.pdf.

Svennerstam, H. & Hajek, J. (2025). Beläggningsskydd mot snytbagge. *Påverkar beläggningsskydd en plantas fotosynteskapacitet och plantans etablering vid vår- eller hostplantering?* Arbetsrapport 1251 - 2025 <https://www.skogforsk.se/contentassets/bc8c7123f649471099d5104c45785013/ar-1251-2025-belaggningskydd-mot-snytbagge.pdf>

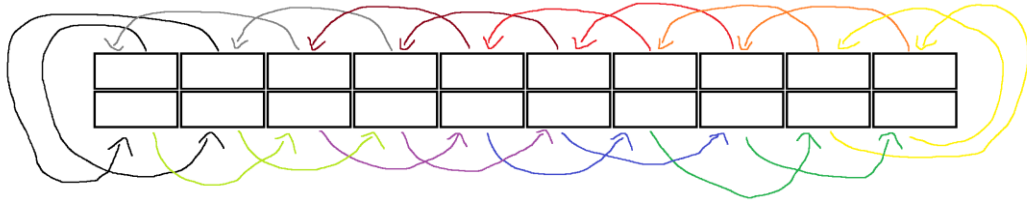
Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). u.å. *Hylonox*.
<https://snytbagge.slu.se/hylonox.php> [2026-06-28].

Von Sydow, F. (1997). Abundance of pine weevils (*Hylobius abietis*) and damage to conifer seedlings in relation to silvicultural practices. Scandinavian Journal of Forest Research 12(2): 157–167. <https://doi.org/10.1080/02827589709355397>.

Bilagor

Bilaga 1

Riktningen som RGC-kassetterna flyttades i RGC-baden varje vecka.



Bilaga 2

μ_1 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 0 vatten

μ_2 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 50 vatten

$\{H_0: \mu_1 = \mu_2 \Leftrightarrow H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad 1 \text{ och } 2 \text{ har samma medelvärde}$

$\{H_1: \mu_2 > \mu_1 \Leftrightarrow H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0 \quad 2 \text{ har högre medelvärde än } 1$

Vi antar att H_0 är sann.

Tall 0 vatten: $x = 5,292$, $s = 1,859$, $n = 25$

Tall 50 vatten: $x = 5,524$, $s = 2,074$, $n = 25$

Formeln 6.2.2 valdes då både n_1 och n_2 var < 30 samt att undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$t = (5,292 - 5,524) / \sqrt{s_p^2(1/25 + 1/25)} = -0,416$$

$$s_p^2 = ((25 - 1)s_1^2 + (25 - 1)s_2^2) / (25 + 25 - 2) = 3,879$$

5 % nivå tvåsidigt test $t = 1,684$ H_0 förkastas

2,5 % nivå tvåsidigt test $t = 2,021$ H_0 förkastas

1 % nivå tvåsidigt test $t = 2,423$ H_0 förkastas

Slutsats: Det beräknade testvärdet (-0,416) klarar här inte att slå tabellvärdet (1,68). Resultatet är därför icke signifikant. Vi har inte tillräcklig säkerhet i våra sampel för att ifrågasätta H_0 och dra någon bestämd slutsats. Tror vi fortfarande att komponent Tall 0 vatten har en bättre tillväxt än Tall 50 vatten så måste vi öka storleken på samplet, alltså göra en större undersökning, för att kunna bevisa detta.

Bilaga 3

μ_1 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 0 vatten

μ_2 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 90 vatten

$\{H_0: \mu_1 = \mu_2 \Leftrightarrow H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad 1 \text{ och } 2 \text{ har samma medelvärde}$

$\{H_1: \mu_2 > \mu_1 \Leftrightarrow H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0 \quad 2 \text{ har högre medelvärde än } 1$

Vi antar att H_0 är sann.

Tall 0 vatten: $x = 5,292$, $s = 1,859$, $n = 25$

Tall 90 vatten: $x = 4,844$, $s = 2,132$, $n = 25$

Formeln 6.2.2 valdes då både n_1 och n_2 var < 30 samt att undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$t = (5,292 - 4,844) / \sqrt{s_p^2(1/25 + 1/25)} = 0,792$$

$$s_p^2 = ((25 - 1)s_1^2 + (25 - 1)s_2^2) / (25 + 25 - 2) = 4,001$$

5 % nivå tvåsidigt test $t = 1,684$ H_0 förkastas

2,5 % nivå tvåsidigt test $t = 2,021$ H_0 förkastas

1 % nivå tvåsidigt test $t = 2,423$ H_0 förkastas

Slutsats: Det beräknade testvärdet (0,79) klarar här inte att slå tabellvärdet (1,68). Resultatet är därför icke signifikant. Vi har inte tillräcklig säkerhet i våra sampel för att ifrågasätta H_0 och dra någon bestämd slutsats. Tror vi fortfarande att komponent Tall 0 vatten har en bättre tillväxt än Tall 90 vatten så måste vi öka storleken på samplet, alltså göra en större undersökning, för att kunna bevisa detta.

Bilaga 4

μ_1 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 50 vatten

μ_2 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 90 vatten

$\{H_0: \mu_1 = \mu_2 \Leftrightarrow H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad 1 \text{ och } 2 \text{ har samma medelvärde}$

$\{H_1: \mu_2 > \mu_1 \Leftrightarrow H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0 \quad 2 \text{ har högre medelvärde än } 1$

Vi antar att H_0 är sann.

Tall 50 vatten: $x = 5,524$, $s = 2,074$, $n = 25$

Tall 90 vatten: $x = 4,844$, $s = 2,132$, $n = 25$

Formeln 6.2.2 valdes då både n_1 och n_2 var < 30 samt att undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$t = (5,524 - 4,844) / \sqrt{s_p^2(1/25 + 1/25)} = 1,143$$

$$s_p^2 = ((25 - 1)s_1^2 + (25 - 1)s_2^2) / (25 + 25 - 2) = 4,423$$

5 % nivå tvåsidigt test $t = 1,684$ H_0 förkastas

2,5 % nivå tvåsidigt test $t = 2,021$ H_0 förkastas

1 % nivå tvåsidigt test $t = 2,423$ H_0 förkastas

Slutsats: Det beräknade testvärdet (1,14) klarar här inte att slå tabellvärdet (1,68). Resultatet är därför icke signifikant. Vi har inte tillräcklig säkerhet i våra sampel för att ifrågasätta H_0 och dra någon bestämd slutsats. Tror vi fortfarande att komponent Tall 50 vatten har en bättre tillväxt än Tall 90 vatten så måste vi öka storleken på samplet, alltså göra en större undersökning, för att kunna bevisa detta.

Bilaga 5

μ_1 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 0 ej vatten

μ_2 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 50 ej vatten

$\{H_0: \mu_1 = \mu_2 \Leftrightarrow H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad 1 \text{ och } 2 \text{ har samma medelvärde}$

$\{H_1: \mu_2 > \mu_1 \Leftrightarrow H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0 \quad 2 \text{ har högre medelvärde än } 1$

Vi antar att H_0 är sann.

Tall 0 ej vatten: $x = 4,556$, $s = 2,460$, $n = 25$

Tall 50 ej vatten: $x = 4,980$, $s = 2,271$, $n = 25$

Formeln 6.2.2 valdes då både n_1 och n_2 var < 30 samt att undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$t = (4,556 - 4,980) / \sqrt{s_p^2(1/25 + 1/25)} = -0,633$$

$$s_p^2 = ((25 - 1)s_1^2 + (25 - 1)s_2^2) / (25 + 25 - 2) = 5,605$$

5 % nivå tvåsidigt test $t = 1,684$ H_0 förkastas

2,5 % nivå tvåsidigt test $t = 2,021$ H_0 förkastas

1 % nivå tvåsidigt test $t = 2,423$ H_0 förkastas

Slutsats: Det beräknade testvärdet (-0,63) klarar här inte att slå tabellvärdet (1,68). Resultatet är därför icke signifikant. Vi har inte tillräcklig säkerhet i våra sampel för att ifrågasätta H_0 och dra någon bestämd slutsats. Tror vi fortfarande att komponent Tall 0 ej vatten har en bättre tillväxt än Tall 50 ej vatten så måste vi öka storleken på samplet, alltså göra en större undersökning, för att kunna bevisa detta.

Bilaga 6

μ_1 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 0 ej vatten

μ_2 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 90 ej vatten

$\{H_0: \mu_1 = \mu_2 \Leftrightarrow H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad 1 \text{ och } 2 \text{ har samma medelvärde}$

$\{H_1: \mu_2 > \mu_1 \Leftrightarrow H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0 \quad 2 \text{ har högre medelvärde än } 1$

Vi antar att H_0 är sann.

Tall 0 ej vatten: $x = 4,556$, $s = 2,460$, $n = 25$

Tall 90 ej vatten: $x = 5,380$, $s = 1,781$, $n = 25$

Formeln 6.2.2 valdes då både n_1 och n_2 var < 30 samt att undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$t = (4,556 - 5,380) / \sqrt{s_p^2(1/25 + 1/25)} = -1,357$$

$$s_p^2 = ((25 - 1)s_1^2 + (25 - 1)s_2^2) / (25 + 25 - 2) = 4,612$$

5 % nivå tvåsidigt test $t = 1,684$ H_0 förkastas

2,5 % nivå tvåsidigt test $t = 2,021$ H_0 förkastas

1 % nivå tvåsidigt test $t = 2,423$ H_0 förkastas

Slutsats: Det beräknade testvärdet (-1,36) klarar här inte att slå tabellvärdet (1,68). Resultatet är därför icke signifikant. Vi har inte tillräcklig säkerhet i våra sampel för att ifrågasätta H_0 och dra någon bestämd slutsats. Tror vi fortfarande att komponent Tall 0 ej vatten har en bättre tillväxt än Tall 90 ej vatten så måste vi öka storleken på samplet, alltså göra en större undersökning, för att kunna bevisa detta.

Bilaga 7

μ_1 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 50 ej vatten

μ_2 = Genomsnittlig höjdtillväxt i centimeter för Tall 90 ej vatten

$\{H_0: \mu_1 = \mu_2 \Leftrightarrow H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad 1 \text{ och } 2 \text{ har samma medelvärde}$

$\{H_1: \mu_2 > \mu_1 \Leftrightarrow H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0 \quad 2 \text{ har högre medelvärde än } 1$

Vi antar att H_0 är sann.

Tall 50 ej vatten: $x = 4,980$, $s = 2,271$, $n = 25$

Tall 90 ej vatten: $x = 5,380$, $s = 1,781$, $n = 25$

Formeln 6.2.2 valdes då både n_1 och n_2 var < 30 samt att undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$t = (4,980 - 5,380) / \sqrt{s_p^2(1/25 + 1/25)} = -0,693$$

$$s_p^2 = ((25 - 1)s_1^2 + (25 - 1)s_2^2) / (25 + 25 - 2) = 4,165$$

5 % nivå tvåsidigt test $t = 1,684$ H_0 förkastas

2,5 % nivå tvåsidigt test $t = 2,021$ H_0 förkastas

1 % nivå tvåsidigt test $t = 2,423$ H_0 förkastas

Slutsats: Det beräknade testvärdet (-0,07) klarar här inte att slå tabellvärdet (1,68). Resultatet är därför icke signifikant. Vi har inte tillräcklig säkerhet i våra sampel för att ifrågasätta H_0 och dra någon bestämd slutsats. Tror vi fortfarande att komponent Tall 50 ej vatten har en bättre tillväxt än Tall 90 ej vatten så måste vi öka storleken på samplet, alltså göra en större undersökning, för att kunna bevisa detta.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

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