

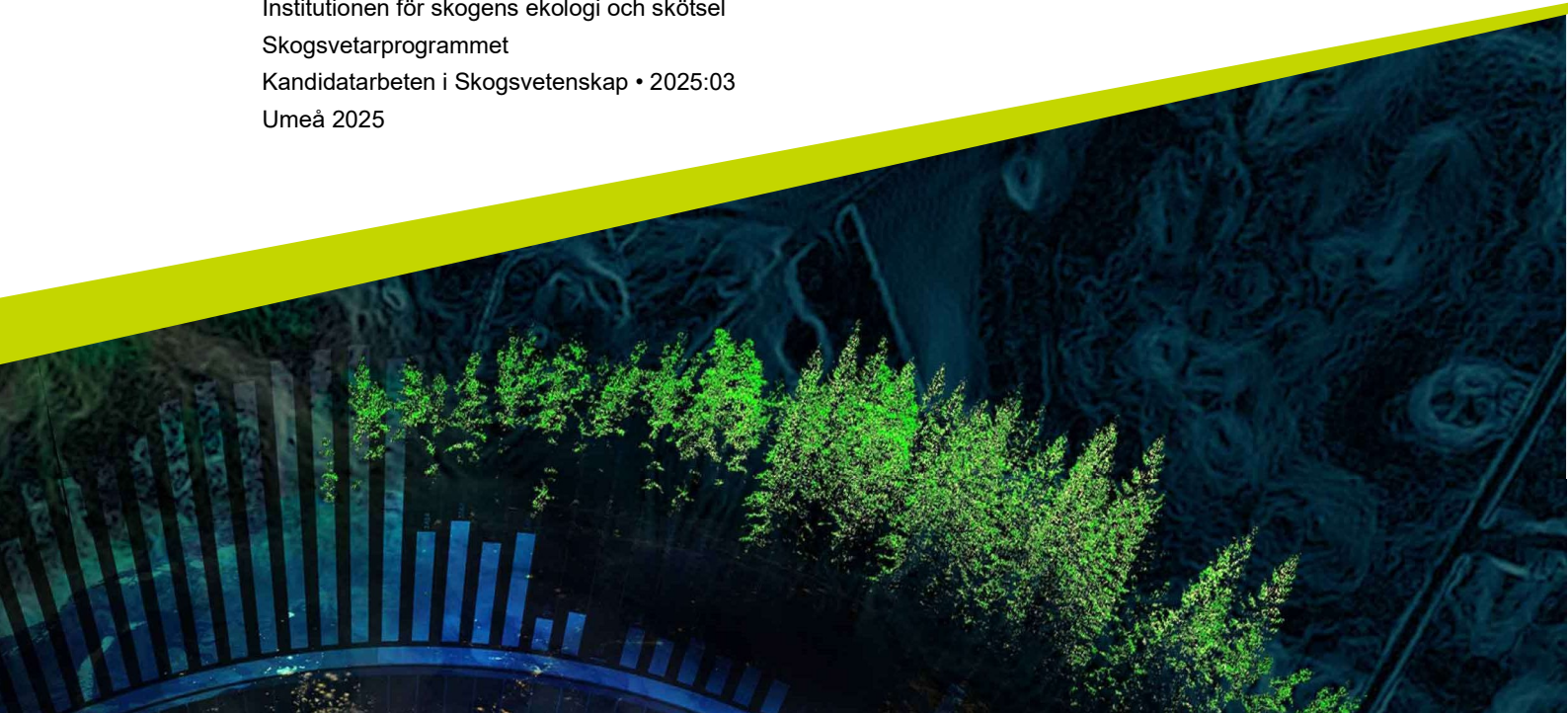


Gallringens påverkan i andra generationen på stubb- och rotskottsföryngring i tredje generationens poppelplantering

Effects of thinning during the second-generation on stump and root sucker regeneration in a third-generation poplar plantation

Elias Lysholm

Kandidatarbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Skogsvetarprogrammet
Kandidatarbeten i Skogsvetenskap • 2025:03
Umeå 2025



Gallringens påverkan i andra generationen på stubb- och rotskotts föryngring i tredje generationens poppelplantering

Effects of thinning during the second-generation on stump and root sucker regeneration in a third-generation poplar plantation

Elias Lysholm

Handledare:

**Henrik Böhlenius, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap**

Examinator:

Torgny Lind, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Omfattning:

15 hp

Nivå och fördjupning:

Grundnivå, G2E

Kurstitel:

Självständigt arbete i skogsbruksvetenskap

Kurskod:

EX1015

Program/utbildning:

Skogsvetarprogrammet

Kursansvarig inst.:

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Utgivningsort:

Umeå

Utgivningsår:

2025

Upphovsrätt:

Om inte annat anges är bilder tagna av mig, Elias Lysholm, vid
inmätningplatsen i Sångetorp v. 15.

Serietitel:

Kandidatarbeten i skogsvetenskap

Delnummer i serien:

2025:03

Nyckelord:

poppel, tredje generationen, stubbskott, rotskott, gallring,
föryngring

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Sammanfattning

Syftet med denna studie var att undersöka hur olika gallringsstyrkor i en andra generationens poppelplantering påverkar föryngringen av stubb- och rotskott i tredje generationen. Studien genomfördes i Sångletorp, Skåne län, där fältmätningar utfördes på ytor med fyra olika gallringsbehandlingar: ogallrat, lätt-, mellan- och hårdgallrat.

Datat samlades in från totalt 16 ytor där antalet stubb- och rotskott, deras höjd, diameter och vitalitet noterades. De statistiska analyserna som användes i RStudio var en-vägs ANOVA och Kruskal-Wallis-test för att undersöka skillnader mellan behandlingarna.

Resultatet visade på ingen signifikant skillnad mellan gallringsnivåerna gällande höjd, diameter och antal för stubb- och rotskott. Det upptäcktes en hög andel döda skott på lokalen vilket i nuläget är osäkert på vad som har orsakat det. Eventuella förklaringar presenteras i studien

Studien är den första som mäter in data från en tredje generations poppelplantering i Sverige och bidrar med preliminär kunskap om poppels förmåga till självföryngring i tredje generationen. Dock kvarstår frågan vad som orsakade den höga mortaliteten på lokalen – och om det kan sprida sig till andra planteringar.

Nyckelord: poppel, tredje generationen, stubbskott, rotskott, gallring, föryngring

Abstract

The aim of this study was to investigate how different thinning intensities in a second-generation poplar plantation affect stump and root sucker regeneration in the third generation. The study was conducted at Sångletorp in Skåne County, where field measurements were taken from plots subjected to four different thinning treatments: Unthinned, light, moderate, and heavy thinning.

Data were collected from a total of 16 plots, where the number of stump and root suckers, their height, diameter, and vitality were recorded. The statistical analyses used in RStudio included one-way ANOVA and the Kruskal-Wallis test to examine differences between the treatments.

The results showed no significant differences between thinning levels regarding height, diameter, or number of shoots. A high proportion of dead shoots was discovered at the site, though the exact cause of this mortality remains uncertain. Possible explanations are discussed in the study.

This is the first study to collect data from a third-generation poplar plantation in Sweden, and it provides preliminary insights into the potential for natural regeneration in such plantations. However, the question remains as to what caused the high mortality at the site—and whether it poses a risk to other plantations.

Keywords: poplar, third generation, stump sprouts, root suckers, thinning, regeneration

Förord

Jag vill rikta stort tack till min handledare Henrik Böhlenius som bidrog med sin kunskap och expertis inom ämnet och inte blev tokig när jag ringde honom flera gånger under min fältvecka. Ditt engagemang för ämnet smittade av sig och gjorde det roligt att jobba med poppel! Jag vill tacka Felix Ecker som hjälpte till med utformningen av de statistiska analyserna även när Valborgsjublet ekade genom väggarna på SLU. Stort tack! Jag vill också tacka SLU Partnerskap Alnarp som bidrog med medel för att utföra fältarbetet i Skåne.

Hjärtliga tack till min familj som har stöttat mig under arbetet, speciellt mycket tacksamhet vill jag rikta till Weronica och Berndt som hjälpte till med fältarbetet. Jag skulle varit väldigt stressad utan er!

Om inget annat anges är samtliga bilder i arbetet tagna av mig på Sångletorp.

Innehållsförteckning

Förord	5
Tabellförteckning	7
Figurförteckning	8
1. Inledning	9
1.1 Avgränsningar, syfte och frågeställningar	11
1.1.1 Avgränsningar	11
1.1.2 Syfte	11
1.1.3 Frågeställningar	12
2. Materiel och Metod	13
2.1 Inmätningssområdet	13
2.2 Experimentell försöksdesign	13
2.3 Mätningar	14
2.4 Statistiska analyser	15
3. Resultat	17
3.1 Poppelskottens höjd	17
3.2 Poppelskottens diameter	18
3.3 Poppelskottens antal	19
3.4 Poppelskottens vitalitet	20
4. Diskussion	21
4.1 Resultatdiskussion	21
4.2 Plantantal	22
4.3 Stubbar och stubbskott	23
4.4 Enskild modell för dödligheten	25
4.5 Skador	25
4.5.1 Skadebeskrivning	25
4.5.2 Anledning till skada	28
4.6 Framtida forskning	30
4.7 Slutsatser	30
Referenser	31
Bilaga 1	34

Tabellförteckning

Tabell 1. Medelvärde för antal stubb- och rotskott per stubbe för de olika gallringsbehandlingarna	20
Tabell 2. Medelvärde för höjd och diameter för rot- och stubbskott per yta i de olika gallringsbehandlingarna och ett totalt medelvärde (tot) för höjden och diametern för samtliga ytor	34
Tabell 3. Totalt antal stubbskott och rotskott per yta och genomsnitts antal stubbskott och rotskott per stubbe per yta. Sedan ett totalt genomsnittsvärde för rot- och stubbskott per stubbe (Medelvärde) på hela lokalen.....	35
Tabell 4. Stubbars diameter (cm) för ytorna, förekomst av röta* och vitalitet. Stub 1 och Stub 2 avser stubbe 1 och 2. Stub 1;1, 1;2, 1;3, 2;1 och 2;2 visar att det inte var endast 1 stubbe utan också delstubbar (bilaga 1 figur 13).....	35
Tabell 5. Andel döda rotskott (rot död) och stubbskott (stubb död) jämfört med respektive total. Sedan ett gemensamt värde för både rot- och stubbskott (tot. död) och ett totalt genomsnittsvärde (totalt genomsnitt) för hela lokalen	36

Figurförteckning

Figur 1. Lokalen för inmätningområdet i Sångletorp, Skånelän.	13
Figur 2. Försöksdesignen för gallringsbehandlingarna i andra generationen poppelplantering. Ogallrat – 6 000 stammar ha ⁻¹ , lättgallrat – 3 000 stammar ha ⁻¹ , mellangallrat – 1 100 stammar ha ⁻¹ och hårdgallrat – 550 stammar ha ⁻¹ . Provytor på 24 x 24 m med en buffertzona mellan ytorna på 6 m.....	14
Figur 3. Höjd (cm) för rot- och stubbskott hos poppel vid varje gallringsbehandling.	17
Figur 4. Diameter (mm) för rot- och stubbskott hos poppel vid varje gallringsbehandling.	18
Figur 5. Antalet rot- och stubbskott hos poppel vid varje gallringsbehandling.	19
Figur 6. Andel döda rotskott (%), stubbskott (%) och rot- och stubbskott (%) för gallringsbehandlingarna.....	20
Figur 7. Rot- och stubbskottsförnygring på Sångletorp tagen i början av augusti 2007 (Jonsson 2008).	22
Figur 8. Rot- och stubbskottsförnygring på Sångletorp tagen i början av april 2025. Foto: Elias Lysholm.....	23
Figur 9. Stubbar som har röta. Första stubben är tagen på yta 15, stubbe 2 och andra är yta 13 stubbe 1. Foto: Elias Lysholm.....	24
Figur 10. Exempel på levande och döda delar av poppelskotten. Den gröna delen lever (tydligast bild 1 vänster) medan den svarta delen är dött (tydligast bild 2 höger). Foto: Elias Lysholm.....	26
Figur 11. Exempel på levande del och död del på samma skott med barken bortskrapad (bild 3 vänster) och exempel på böjbarheten och fuktighet på skadade skott (bild 4 höger). Foto: Elias Lysholm.	27
Figur 12. Uppgrävda rotskott som hade en vital och död del på skotten (bild 5 vänster och 6 höger). Foto: Elias Lysholm.	28
Figur 13. Exempel på stubbe med flera fällningspunkter som blir klassificerade som delstubbar. På bilden visas yta 2 stubbe 1;1, 1;2 och 1;3. Foto: Elias Lysholm.	36

1. Inledning

Sverige och Europa är i ett behov av en snabb omställning till grön energi bland annat för att minska klimatförändringen (Bergström et al. 2020). Sveriges riksdag har upprättat ett mål att nå 100 procent förnybar elproduktion till år 2040 (Regeringskansliet u.å.). Energisektorn är ansvarig för 75 procent av EU:s utsläpp av växthusgaser (Europa Commission u.å. b). Biobränslen är av stor betydelse i denna kontext. En ökad andel bioenergi har stor potential att minska EU:s växthusgasutsläpp och bidra med ökad förnyelsebar el för att nå riksdagens mål. Inom Sverige är det främst restprodukter från jordbruket, skogsbruket, skogsindustrin och samhället som producerar bioenergi (Bergström et al. 2020). Men som Bergström et al. (2020) och Europa Commission (u.å. a.) poängterar finns det en risk med att ett ökat uttag av bioenergi kan leda till minskad biologisk mångfald. Bergström et al. (2020) illustrerar det med ökat uttag av stubbar som är ett flertals insekters habitat kan leda till minskad biologisk mångfald. Det finns dock stor potential till ökad produktion av bioenergi i de nordiska och baltiska länderna utan att offra skogar med stort kolförråd och biodiversitet (Rytter et al. 2016). Möjligt ökande andel bioenergi i Sverige och Europa har betydande potential att bromsa klimatförändringen genom att byta ut fossila bränslen till en förnyelsebar källa (Rytter et al. 2016).

Ett möjligt alternativ för att öka andelen bioenergiförbrukning är att plantera mer poppel för dess höga produktionsförmåga. Bioenergitillförseln i Sverige har ökat sedan 1970-talet när nivån var ca 43 terawattimmar (TWh) tills 2023 där nivån är ca 150 TWh (Energimyndigheten 2025). Poppel har en hög tillväxt jämfört med andra inhemska träslag och med fokus på bioenergiproduktion brukas poppel främst med korta omloppstider (Christersson 2008). I sydsvenska förhållanden på bördiga marker är den uppskattade medelproduktionen av stamveden ca 25 m³sk per hektar och år, jämfört med granens 13–17 m³sk per hektar och år (Skogforsk 2011 a). Utöver det kan en förväntad nivå på skördad biomassa uppnå mellan 80–100 ton biomassa per hektar efter slutavverkning vid 10 års ålder (Skogforsk 2011 b). Vidare så visar Johansson och Karačić (2011) att poppelplanteringar har möjlighet att producera 70–105 ton biomassa per hektar efter 10–15 år om målet är främst för bioenergiändamål. Det är möjligt att öka bioenergiproduktionen med poppel i Sverige till 54 TWh om man nyttjar alla icke brukade och igenväxta åkermarker (Böhlenius et al. 2023). Dock är ett mer realistiskt perspektiv med 25 procent marktillgång av dessa åkermarker, vilket då ger 13 TWh som huvudsakligen kommer att växa i Götaland (Böhlenius et al. 2023). Jämförelsevis så producerade alla svenska vindkraftverk år 2020, 27,5 TWh (Energimyndigheten 2021). Genom poppels höga produktion och Sveriges

möjlighet att öka mängden poppelplanteringar så finns det kapacitet att öka bioenergiproduktionen.

Poppelförädling har haft en betydande roll i dess historia och påverkat dess utbredning. Redan under sent 1700-tal när införandet av den amerikanska virginiapoppeln (*P. deltoides*) i Europa upptäcktes naturligt förekommande hybrider (Stanton et al. 2010). Sedan gjordes den första korsningen i Tyskland under 1920-talet mellan en europeisk och amerikansk poppel (Tullus 2010). Därefter gjordes svenska korsningar år 1939 i Ekebo, Svalöv med goda resultat (Skogforsk 2011 a). Emellertid pågår det försök inom poppelförädlingen i Sverige för skapa sjukdomsresistenta, produktiva kloner samt mer nordligt anpassade kloner för ett kallare klimat (Skogforsk 2023 a; Skogforsk 2023 b). Poppelförädlingen har haft en lång historia och den fortsätter även i nutid i Sverige men även internationellt (Skogforsk 2011 b).

Majoriteten av världens popplar växer vilt i naturliga skogsmiljöer medan en mindre andel odlas i planteringar eller finns inom så kallade agroforestry system (FAO u.å.). Inom Sverige har poppel aldrig haft stor betydelse som skogsträd utan främst använts som alléträd i södra Sverige, vindskydd i plantskolor och fruktodlingar (Skogforsk 2011 a). Det är nästan enbart en klon som används storskaligt i södra Sverige idag vilket är en korsning mellan en nordamerikansk och japansk poppel (*P. maximowiczii* x *P. trichocarpa*) som har namnet OP42 (Skogforsk 2011 b; Jonsson 2008; Engerup 2011).

Skötseln vid odling av poppel är anpassningsbar utifrån markägarens mål med råvaran. Det finns svårigheter med odling av poppel då den ställer ett antal krav på marken: Marken bör vara bördig, ha god tillgång på vatten och inte befinna sig på ett frostkänsligt område (Skogforsk 2011 a). Vidare måste träden ha god tillgång på ljus och helst befinna sig i en syd- eller sydvästsluttning (Skogforsk 2011 a). Därefter är ogräsbehandling med antingen kemiska eller mekaniska medel viktigt för att undvika att poppeln blir utkonkurrerad av gräs inför planteringen (Jordbruksverket 2015). Utöver detta är vilt oftast ett problem med bete, barkgnag och fejningsskador så stängsling under en längre tid av omloppstiden är rekommenderat (Jordbruksverket 2015).

De vanligaste metoderna för etablering av ett nytt poppelbestånd i Sverige är plantering, stubbskottsföryngring och borttagning av existerande stubbar följt med plantering (Johansson & Hjelm 2012). Poppelodlingens plantantal anpassas efter syftet för produktionen. Vid timmer och massaveds produktion är de allmänna rekommendationerna 1 000–1 500 plantor per hektar med en gallring efter 10–15 år följt av slutavverkning vid 20–25 års ålder (Hjelm et al. 2011). Vid biomassaproduktion rekommenderas ett högre plantantal på 2 000–3 000 plantor

per hektar med en slutavverkning vid 10–15 års ålder (Hjelm et al. 2015). Markägarens mål gällande vad poppelplanteringen ska producera påverkar vilken skötsel beståndet ska skötas med.

Poppelplanterings möjlighet att självföryngra med stubb- och rotskott är dåligt undersökt i Sverige. Det är vanligt att nyttja stubbens förmåga att producera stubb- och rotskott internationellt där rotationsperioden är mellan 4–5 år (Dickmann & Kuzovkina 2014). Inom skogsbruket i Sverige är det enbart *Salix* arter vars förmåga att producera stubbskott som har nyttjas i större skala för främst energiproduktion (Johansson & Hjelm 2012). Faktorer som påverkar en stubbes förmåga att skapa stubbskott är träslaget, när på året det avverkades, ålder och storlek på stubben samt områdets bonitet (Lust & Mohammady 1973). Det är åldern på det tidigare beståndet och när på året avverkningen skedde som har störst betydelse för att påverka uppkomsten av stubbskott (Johansson & Hjelm 2012). Det finns också skillnader mellan poppelkloners förmåga att bilda nya skott, där vissa har god förmåga medan andra inte har det (Mc Carthy et al. 2014). Erfarenheten av stubbskottföryngrad poppelplanteringar är begränsat utforskat i Sverige (Jordbruksverket 2015; Skogforsk 2011 a; Mc Carthy et al. 2014).

Trots detta har Böhlenius & Svystun (2024) i en ny studie visat att rot- och stubbskott är ett alternativ som kan användas för att föryngra poppelplanteringar i andra generationen med lönsam tillväxt. Inom studien prövades fyra olika gallringsbehandlingsmetoder: Ogallrad, lätt, mellan och hård. Studien var gjord på Sångletorp vilket denna kandidatuppsats också kommer belysa. Emellertid finns det ingen kunskap i Sverige gällande poppelplanterings förmåga att föryngra sig med rot- och stubbskott i den tredje generationen.

1.1 Avgränsningar, syfte och frågeställningar

1.1.1 Avgränsningar

Undersökningen är genomförd med statistisk analys av insamlade data från ett tidigare gallringsförsök i Skåne län. Det tidigare gallringsförsöket hade fyra olika gallringsbehandlingsmetoder: Ogallrad, lätt-, mellan- och hårtgallrat. Det granskades för eventuella statistiskt signifikanta samband mellan höjden, diametern och antalet för rot- och stubbskott och behandlingen.

1.1.2 Syfte

Syftet med studien är att undersöka hur gallringsbehandlingen hos andra generationens poppelplanteringar påverkar höjd på, diameter på och antal rot- och stubbskotten i tredje generationen.

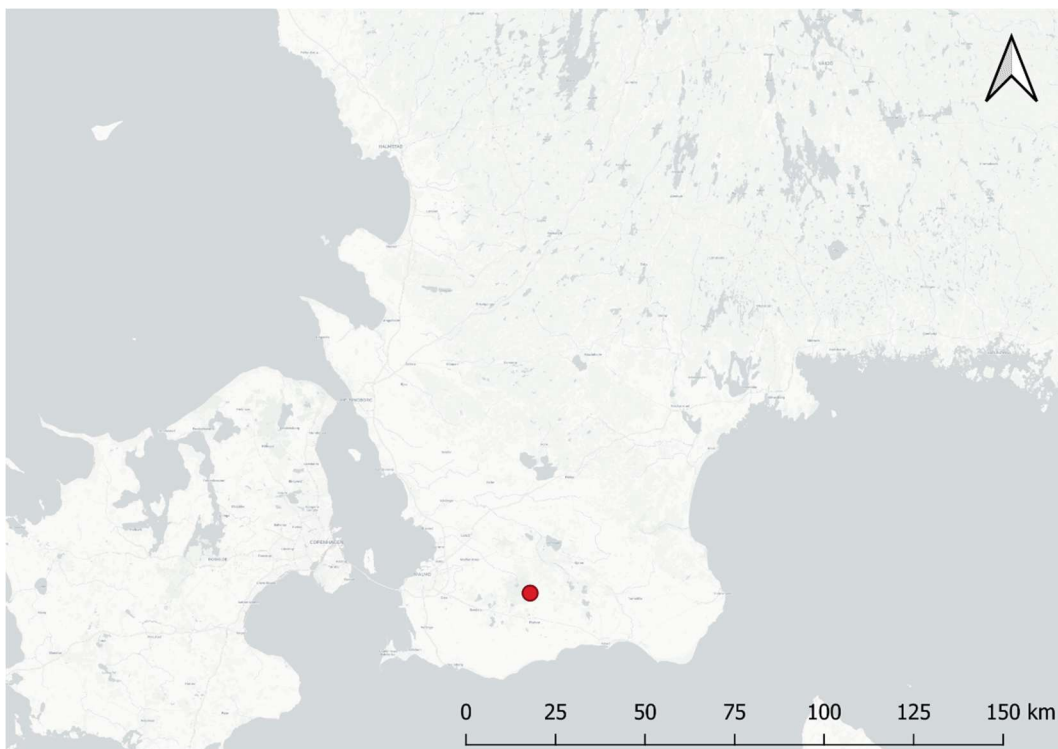
1.1.3 Frågeställningar

- Hur påverkar gallringsstyrkan i andra generationen antalet stubb- och rotskott i tredje generationen?
- Hur påverkar gallringsstyrkan i andra generationen höjden och diametern på stubb- och rotskotten i tredje generationen?

2. Materiel och Metod

2.1 Inmätningsområdet

Inmätningar gjordes på Sångetorp i Skåne län, norr om Skurup (55°33'26.3"N 13°28'59.7"E) (Figur 1). Det är en 32 hektar poppelplantering som är anlagd på jordbruksmark. Den första planteringen gjordes 1991 med poppelklonen OP42 (*Populus maximowiczii* A. Henry × *P. trichocarpa* Torr. and Gray). Planteringen anlades med förband på 3 m vilket ger ett stamantal på 1100 per hektar. (Svystun & Böhlenius, 2024).

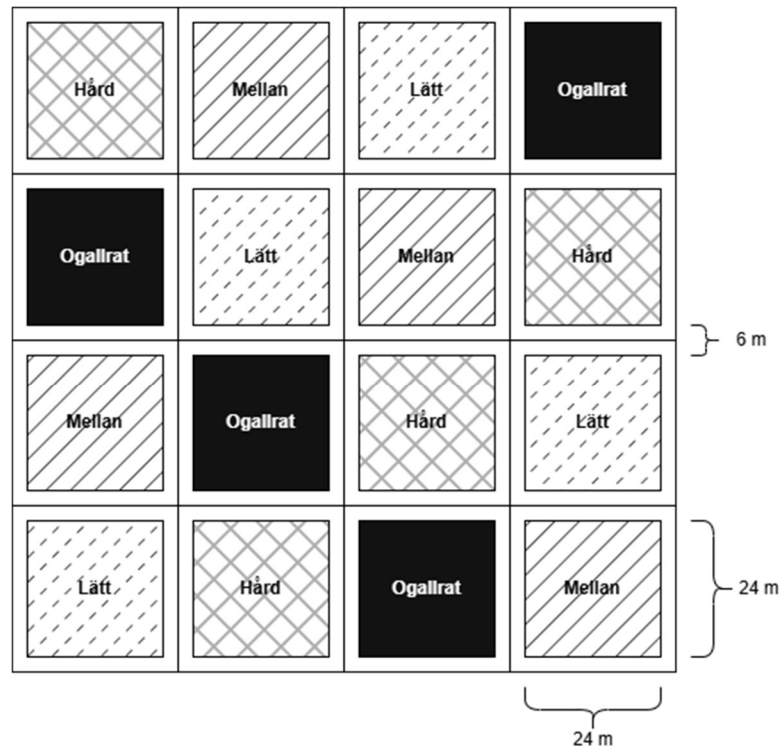


Figur 1. Lokalen för inmätningsområdet i Sångetorp, Skånelän.

2.2 Experimentell försöksdesign

Planteringen slutavverkades 2004 vid 14 år ålder varav det lämnades stubbar för föryngring av stubb- och rotskott. Senare utfördes gallringsförsök på en begränsad yta inom planteringen i andra generationen vid 7 år ålder, 2011. Gallringsförsöket hade fyra olika behandlingar som upprepades fyra gånger vilket resulterade i totalt 16 provytor. Den första behandlingen var ogallrat med ett stamantal på 6000 stammar per hektar. Den andra behandlingen var lättgallring med ett stamantal på 3000 stammar per hektar. Den tredje behandlingen var mellangallring med ett stamantal på 1100 stammar per hektar. Den fjärde behandlingen var hårdgallring

med ett stamantal på 550 stammar per hektar. Behandlingsytorna har en storlek på 24 x 24 m med en buffert mellan varandra på 6 m (Figur 2). (Svystun & Böhlenius, 2024).



Figur 2. Försöksdesignen för gallringsbehandlingarna i andra generationen poppelplantering. Ogallrat – 6 000 stammar ha^{-1} , lättgallrat – 3 000 stammar ha^{-1} , mellangallrat – 1 100 stammar ha^{-1} och hårdgallrat – 550 stammar ha^{-1} . Provytor på 24 x 24 m med en buffertzona mellan ytorna på 6 m.

2.3 Mätningar

Inmätningarna utfördes vecka 15, 2025. Inom varje gallringsbehandling mättes två på varandra följande stubbar. På de valda stubbarna togs två diametermätningar i vinkelräta riktningar och medelvärdet av dessa användes som stubbens diametermått. Förekomst av röta och vitalitet på stubben antecknades.

För stubbskott togs data enbart för skott med en diameter över 5 mm medan för rotskott inmättes data för alla oavsett diameter. Anledningen att exkludera små stubbskott är att de klena skotten kommer förmodligen utvecklas dåligt och troligen bli utkonkurrerad av andra skott på stubben (Fahlvik & Böhlenius 2022). Diametern på samtliga skott togs 7 cm ovanför gröningspunkten. Stubbskottens höjd, antal och eventuella skador noterades medan diameter enbart togs på var 12:e skott. Stubbskott som växte från sidan av stubben kunde vara krökta, i dessa fall togs höjden från den punkt där skotten började växa rakt. I fallen då ett

stubbskott avskilde sig i flera mindre skott noterades enbart höjden och diametern på det högsta skottet.

Rotskott som växte inom 1,5 m från stubben räknades som rotskott tillhörande den stubben. Eventuella skador noterades också för rotskotten. För alla mätningar som gjordes bedömdes också vitaliteten som antingen vid liv eller död. För att det ska klassificeras som död ska basen av skottet vara svart. Rotskottens höjd, diameter och antal noterades. Totalt gjordes 1569 anteckningar för höjd och 638 för diameter.

2.4 Statistiska analyser

För att genomföra en undersökning om gallringsbehandlingen har en signifikant effekt på stubb- och rotskotten höjd, diameter och antal användes variansanalys (ANOVA) i programmet RStudio (version 2024.12.1 Build 563). Analysen som utfördes är byggd på följande modell:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

Där:

- Y_{ij} är målvariabeln som är observationen för yta i i behandling j
- μ är medelvärdet för den givna variabeln
- τ_j är behandlingseffekten för gallringsbehandling j
- ϵ_{ij} är slump termen (residualen)

$i \in I$ där $I = \{1, 2, 3 \dots 16\}$ är ytorna inmätningen är gjord på och $j \in J$ där $J = \{\text{ogallrad, lättgallrad, mellangallrad, hårdgallrad}\}$.

Denna allmänna modell användes för tre olika analyser:

- Höjd: där μ är medelhöjden och τ är effekten av gallringsbehandlingen
- Diameter: där μ är medeldiametern och τ är effekten av gallringsbehandlingen
- Antal skott: där μ är medelantalet rot- och stubbskott och τ är effekten av gallringsbehandlingen

Vid analys med ANOVA finns det tre relevanta antagande som behöver kontrolleras inom analysen: Oberoende observationer, homogenvarians och normalfördelningsantagandet (Soetewey 2020). Datat som samlades in i fält är beroende av varandra då vilken yta inmätningen skedde på kan haft en effekt på skottens förutsättningar för tillväxt. Exempelvis var topologin vid inmätningsplatsen inte homogen. Om ytan befanns sig på en upphöjning eller sänka kan det påverka vattentillgången och näringsupptagningsförmågan. Därför

omvandlades datat till ett medelvärde för varje yta för att kunna ta hänsyn till ytan som skotten befanns sig på och för att säkerställa oberoende observationer.

Sedan kontrollerades homogenvarians. Det gjordes med Levenes test som har en noll hypotes och alternativ hypotes på följande:

- H_0 : variansen är lika
- H_1 : åtminstone en varians olika

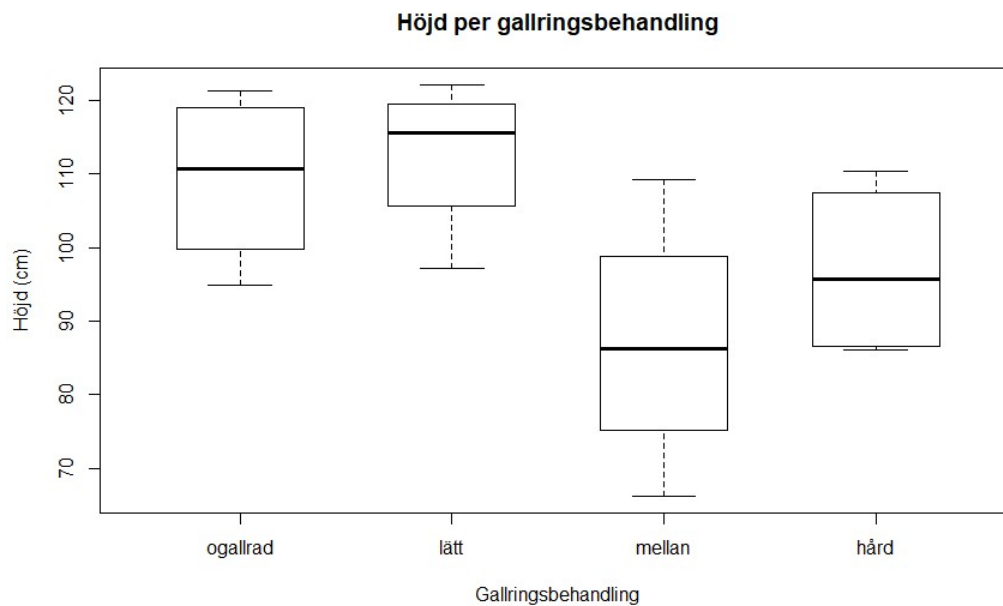
Resultatet från Levenes testet gav ett p-värde som inte gjorde det möjligt att förkasta noll hypotesen med en signifikansnivå på 0.05 (höjd, dia och antal: 0.83, 0.95 respektive 0.41) (Soetewey 2020). Därmed beaktas att datat har homogenvarians.

Slutligen kontrollerades normalfördelningsantagandet. Det gjordes visuellt med Q-Q-plots och histogram. Normalfördelningsantagandet anses gälla för modellen för höjd men kan inte tillämpas för modellerna på diameter och antalet då deras histogram och Q-Q-plots avviker aningen för mycket för att anses vara normalfördelat. Därmed användes ett icke-parametriskt test Kruskal-Wallis för dessa medan för höjd använde en-vägs ANOVA i stället då den anses vara normalfördelat (Soetewey 2020). Signifikansnivån för samtliga modeller sattes till 5%.

3. Resultat

3.1 Poppelskottens höjd

För de olika gallringsbehandlingarna var medelhöjden högst för rot- och stubbskotten i den lätta gallringsbehandlingen. Något längre hos den ogallrade behandlingen följt av hårdgallrings och sist mellangallringsbehandlingen (Figur 3).

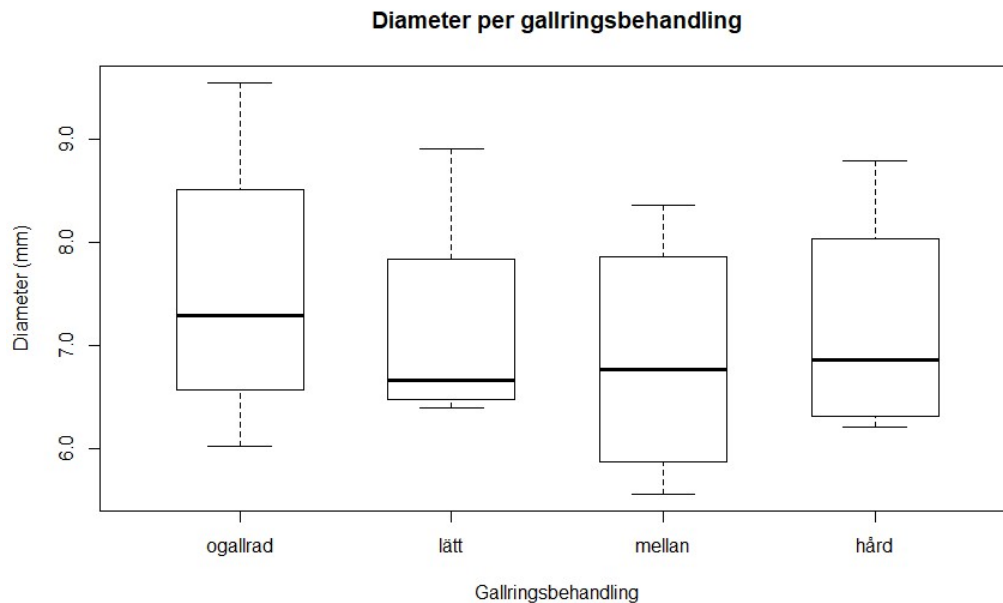


Figur 3. Höjd (cm) för rot- och stubbskott hos poppel vid varje gallringsbehandling.

Med variansanalys hittades det inte en signifikant skillnad för medelhöjden hos rot- och stubbskotten beroende på vilken gallringsbehandling ytan hade genomgått i andra generationen ($p = 0,0687$).

3.2 Poppelskottens diameter

För de olika gallringsbehandlingarna var medeldiametern högst för rot- och stubbskotten i den ogallrade behandlingen. Sedan är medeldiametern väldigt lika men den följs av hård-, mellan och sist lättgallringsbehandling (Figur 4).



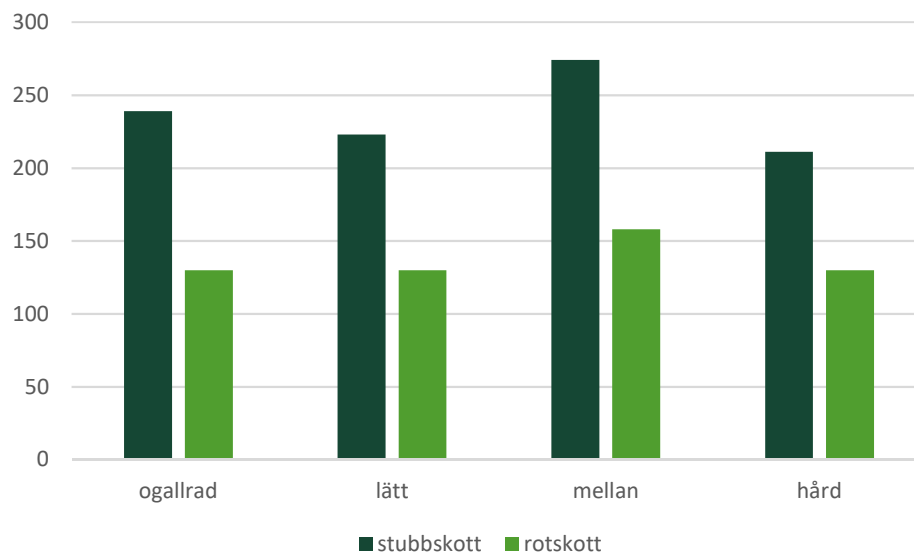
Figur 4. Diameter (mm) för rot- och stubbskott hos poppel vid varje gallringsbehandling.

Med Kruskal-Wallis envägs variansanalys hittades ingen signifikant skillnad för medeldiametern hos skotten beroende på vilken gallringsbehandling ytan hade genomgått i andra generationen ($p = 0,877$).

3.3 Poppelskottens antal

För de olika gallringsbehandlingar var antalet rot- och stubbskott högst i mellan gallringsbehandlingen (432). Sedan är rangordningen för antal följande: ogallrade- (369), lätta- (353) och sist den hårdgallringen (341) (Figur 5).

Antalet stubbskott är högst i mellan- (274), följt av ogallrad- (239), lätta- (223) och sist hårdgallringen (211). Därefter är antalet rotskott högst i mellan gallringsbehandlingen (158) och samma i övriga behandlingar (130).



Figur 5. Antalet rot- och stubbskott hos poppel vid varje gallringsbehandling.

Med Kruskal-Wallis envägs variansanalys hittades ingen signifikant skillnad för medelantalet hos rot- och stubbskotten beroende på vilken gallringsbehandling ytan hade genomgått i andra generationen ($p = 0,8133$).

Genomsnittligt antalet skott för rot- och stubbskott i de olika gallringsbehandlingarna: Högst för stubbskott i mellan-, följt av ogallrat-, lätt- och sist hårdgallringsbehandling. För rotskott var mellan behandlingen högst och resterande behandlingar lika (Tabell 1).

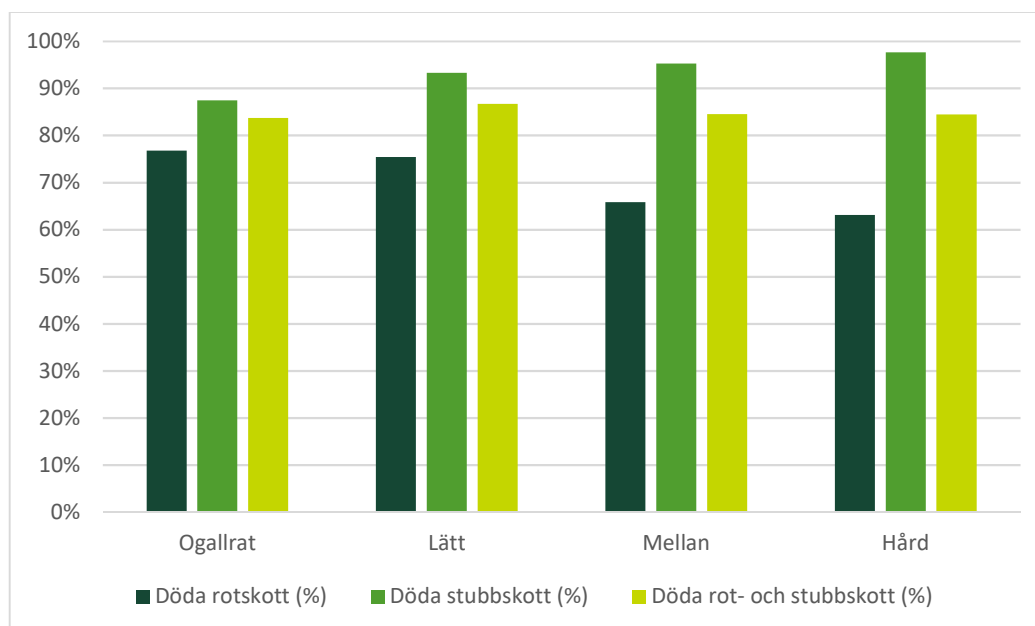
Tabell 1. Medelvärde för antal stubb- och rotskott per stubbe för de olika gallringsbehandlingarna

Gallringsbehandling	Antal stubbskott per stubbe	Antal rotskott per stubbe
Ogallrat	29,88	16,25
Lätt	27,88	16,25
Mellan	34,25	19,75
Hård	26,38	16,25

3.4 Poppelskottens vitalitet

Vid inmätningen upptäcktes det en väldigt hög dödlighet hos skotten. Av den anledningen inkluderas ett stapeldiagram som illustrerar den höga mortaliteten (Figur 6).

Genomsnittsdödligheten för skotten på ogallrat, lätt, mellan och hård är 84%, 87%, 84% respektive 84%. För stubbskotten är dessa värden ännu något högre: 87%, 93%, 95% respektive 98%. För rotskott är dessa värden något längre: 77%, 75%, 66% respektive 63%.



Figur 6. Andel döda rotskott (%), stubbskott (%) och rot- och stubbskott (%) för gallringsbehandlingarna.

4. Diskussion

4.1 Resultatdiskussion

Det hittades inga signifikanta samband i tredje generationen mellan rot- och stubbskottens höjd, diameter och antal, beroende på gallringsbehandlingen som hade skett i andra generationen. P – värdena varierade mellan analyserna: Höjd (0,0687), diameter (0,877) och antal (0,8133). Det kan finnas flera förklarande anledningar varför inga signifikanta samband hittades.

För det första inventerades lokalen våren 2025 då poppelstubbarna enbart hade haft en tillväxtsäsong på sig att slå rot- och stubbskott och börja växa. Resultaten kan ha samlats in vid ett alltför tidigt tillfälle för att någon effekt av gallringsbehandlingarna skulle kunna observeras. Det skulle kunna ha varit bättre kvalitet på det insamlade datat om det hade skett fler tillväxtsäsonger eller samlat in data kontinuerligt under flera år. Dock är ett problem med det att vissa poppelskott kan bli för höga för att mäta. Vid insamlingstillfället fanns det flera skott som var över 2 m höga och om de fortsätter att växa blir det problematiskt att anteckna höjden för dessa skott.

För det andra skulle fler observationer behövas göras. Det som är relevant för en ANOVA analys är ett medelvärde på höjd, diameter och antal på rot- och stubbskotten för stubbarna som observerades i försöksytan. Ursprungligen skulle fem på varandra följande stubbar inom varje yta mätas in men det reducerades till enbart två på grund av tidsbrist. Om det hade skett fler observationer på fler stubbar än enbart två per yta skulle det gå att säga med mer säkerhet att det inte finns ett samband mellan gallringsbehandlingarna och höjd, diameter och antal för skotten. Vidare forskning med fler observationer skulle bidra med större säkerhet gällande resultatet.

Avslutningsvis upptäcktes en okänd skada på skotten som gav upphov till hög dödlighet. Det fanns en betydande andel döda rot- och stubbskott på inmätningsplatsen (Figur 6). Det är oklart när beståndet påbörjade att dö. Det är också oklart vad som har gett upphov till betydande antalet döda skott och det har troligtvis påverkat utvecklingen av höjden, diametern och antalet skott. Samtidigt är det svårt att uppskatta i vilket utsträckning det har påverkat resultatet då vissa skott var över 2 m vilket betyder att de har haft stadig tillväxt. En möjlig tolkning skulle vara att om skadan inte förekommit på lokalen skulle flera skott vara högre och ha större diameter. Samtidigt går det att resonera att hela lokalen hade liknande andel skadeförekomst vilket skulle jämföra ytorna med varandra. Med det perspektivet bör resultatet ändå vara någorlunda pålitligt. Men det är

fortfarande otydligt i vilket utsträckning den höga dödligheten har påverkat resultatet.

4.2 Plantantal

I ett tidigare arbete hade Sångletorp högre plantantal från självföryngring efter första slutavverkning jämfört med andra slutavverkningen. Efter första slutavverkning i Sångletorp 2004 lämnades lokalen för naturlig föryngring med stubb- och rotskott. Den inventerades tre år senare och fick ett stamantal för rot- och stubbskott på ungefär 16 000 per ha (Figur 7). I detta arbete noterades endast 6 400 rot- och stubbskott per hektar i de ogallrade ytorna som är jämförelsebara med förutsättningarna efter första slutavverkningen. Det som skiljs åt är antalet tillväxtsäsonger från slutavverkning. I det här arbetet gick endast en tillväxtsäsong från slutavverkning till inmätningstillfälle medan i den andra studien gick tre. (Jonsson 2008).



Figur 7. Rot- och stubbskottsföryngring på Sångletorp tagen i början av augusti 2007 (Jonsson 2008).

Slutavverkningstidpunkt under året påverkar antal skott som kan produceras (DeBell 1972). Avverkning gjord under vintertid till tidig vår ger uppslag till fler skott jämfört med avverkning gjord mellan april och augusti (DeBell 1972). Den första slutavverkningen som skedde i Sångletorp gjordes under sommaren med endast en del av beståndet som avverkades i september då avverkningen skedde under en längre tid (Jonsson 2008). Den andra slutavverkningen i Sångletorp skedde i september (Svystun & Böhlenius 2024). Det är liknande förutsättningar när slutavverkningen gjordes men ändå skillnader i stamantal. Även om beståndet skulle inmätas efter tre tillväxtsäsonger i stället efter enbart en, är det oklart om

det skulle påverka stamantalet på grund av att det är 84% döda skott i de ogallrade ytorna (Figur 6). Jämförelsevis, när beståndet anlades år 1991 överlevde 98% av poppelplantorna när beståndet avverkades 13 år senare (Skogforsk 2011 b). Andra generationen på lokalen växte snabbare än den första (Svystun & Böhlenius 2024). Således skulle en hypotes vara att tredje generationen växer snabbare än den andra men det är inte tydligt med det låga plantantalet och den höga dödligheten. Det finns en tydlig skillnad i stamantalet på samma lokal vilket förmodligen förklaras av den höga andelen döda skott (Figur 8).



*Figur 8. Rot- och stubbskottsfröyngring på Sångletorp tagen i början av april 2025.
Foto: Elias Lysholm.*

4.3 Stubbar och stubbskott

Johansson & Hjelms (2012) visade att stubbar med en diameter ≤ 20 cm skapade färre än 20 stubbskott men för större stubbar ≥ 20 cm varierade skottantalet mellan 1 och 68 skott per stubbe. En faktor som påverkar stubbens förmåga att producera skott är storleken (Lust & Mohammady 1973). Majoriteten av stubbarna som observerades var ≥ 20 cm (bilaga 1 tabell 4). Medelantalet stubbskott per gallringsbehandling går från 26 till 34 medan medelantalet rotskott per gallringsbehandling går från 16 till 19 (Tabell 1). Medelantalet stubbskott per provyta går från 13 till 59 och medelantalet rotskott per provyta går från 1 till 40 med ett sammanlagt medelvärde på 30 respektive 17 (bilaga 1 tabell 3). Antalet stubbskott som observerades för ytorna och gallringsbehandlingarna är i linje med

Johansson & Hjelms (2012) fynd. Ytterligare noterades att ingen stubbe var vid liv. Inom alla 16 ytor var samtliga stubbar döda och 8 var mer eller mindre rötade (bilaga 1 tabell 4) (Figur 9). Det kan eventuellt betyda att stubben var vital när stubbskotten producerades men sedan dog innan inmätningstillfället.



Figur 9. Stubbar som har röta. Första stubben är tagen på yta 15, stubbe 2 och andra är yta 13 stubbe 1. Foto: Elias Lysholm

Utöver visar studien gjord av Mc Carthy et al. (2014) som inventerade stubbskott av olika poppelkloner ett år efter slutavverkning av ett 19 årigt bestånd andra resultat. Antalet stubbskott mellan poppelklonerna skiljer sig markant för antal stubbskott per stubbe jämfört med denna studie. Poppelklonernas skapade mellan 6 och 137 stubbskott medan ytorna i Sångletorp skapade mellan 13 och 59 stubbskott (bilaga 1 tabell 3). Dock skiljde sig inmätningsskottmetoden. Mc Carthy et al. (2014) noterade samtliga skott även om flera skott härstammade från samma rotfäste, det gjordes inte i denna studie. Om inmätningsskottmetoderna hade varit lika kunde resultatet troligen varit mer likartade då samma krav på vilka skott som ska mätas in skulle vara samma. Ytterligare var medelhöjden likartade. I detta kandidatarbete var medelhöjden för alla provytor 101 cm (bilaga 1 tabell 2) medan Mc Carthy et al (2014) låg på 105 cm. Det visar att även om beståndet som inventerades i Sångletorp hade hög grad mortalitet orsakat av något okänt, så är resultatet jämförelsebart med tidigare forskning. Den slutliga jämförelsen är de skilda överlevnadsandelarna. Inom denna studie var den totala genomsnitts överlevnaden 15% (bilaga 1 tabell 5) medan Mc Carthy et al (2014) låg på 70%.

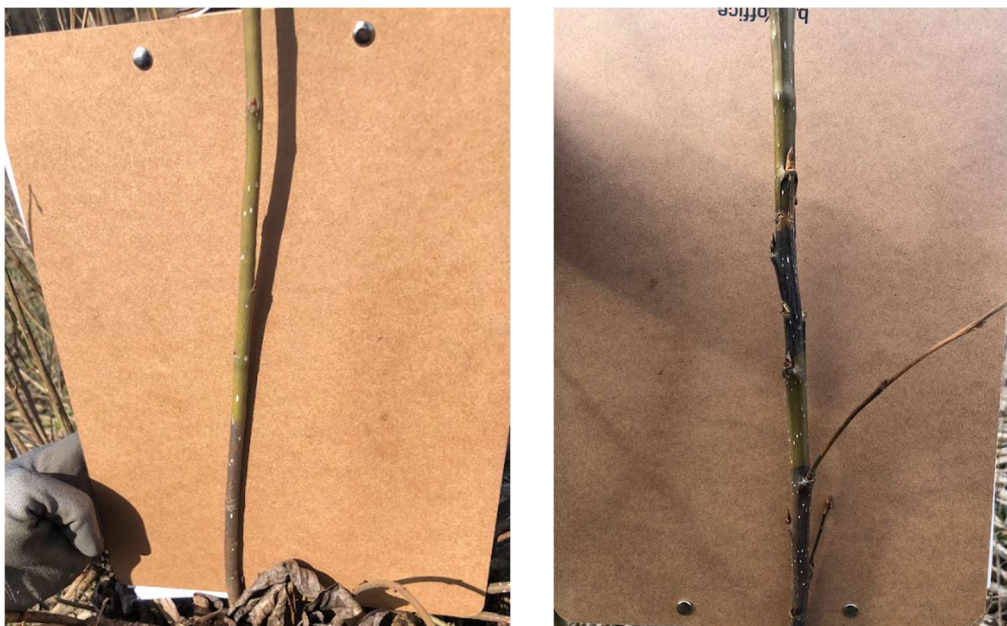
4.4 Enskild modell för dödligheten

Det kan resoneras att andelen dödlighet borde inkluderas som enskild modell i kandidatarbetet och genomföras en undersökning om det finns en signifikant skillnad mellan gallringsbehandlingarna och förekomst av skadan. Det gjordes inte av främst två anledningar. Den första är att syftet med arbetet var att undersöka hur olika gallringsbehandlingar i andra generationen påverkade antalet rot- och stubbskott samt deras höjd och diameter. Det är problematiskt ur ett forskningsetiskt perspektiv att ändra på syftet utifrån utgångspunkten från lokalen som undersöks. Den andra är att den bakomliggande förklaringen till varför vissa skott var döda förmodligen inte hade någon påverkan av gallringsbehandlingen i andragenerationens. Det är troligtvis slump att vissa rot- eller stubbskott var vid liv eller inte i de olika gallringsbehandlingarna.

4.5 Skador

4.5.1 Skadebeskrivning

Beståndet i Sångletorp hade 85% döda rot- och stubbskott som är till stor del orsakat av något okänt. För att ett skott skulle klassificeras som död ska den nedre delen av skottet vara svart. Det bör inte vara relevant om ovanstående del av skotten lever eftersom om kontakten med rötterna är döda kommer skotten förmodligen dö. I figur 10 syns två skott som har en levande samt död del, bägge har klassificerats som döda. Vissa av skotten på lokalen var döda på grund av uttorkning då dessa skott var torra och spröda. Det skedde inte urskiljning på dödsorsaken mellan skotten om det var den okända skadan eller naturlig avgång, då skotten som hade dött naturligt kunde haft den okända skadan i tidigare skede. En annan orsak till att ingen urskiljning skedde vid inmätningstillfället var att det inte alltid var tydligt. På grund av dessa två anledningar klassificerades skotten enbart som vid liv eller död men majoriteten hade likartade symptom från den okända skadan.



Figur 10. Exempel på levande och döda delar av poppelskotten. Den gröna delen lever (tydligast bild 1 vänster) medan den svarta delen är dött (tydligast bild 2 höger). Foto: Elias Lysholm.

Det alla döda skott med den okända skadan hade gemensamt var ett antal olika symptom. För det första var det relativt enkelt att visuellt avskilja vital och död del av skottet. I bild 1, 2 och 3 syns en tydlig skillnad mellan vital och död del (Figur 10 & 11). Den levande delen av skotten har en distinkt grön färg jämfört med den mörkbruna eller svarta färgen som den döda delen har. För det andra var skadade skott fuktiga och lättböjda. Det visas på böjbarheten hos de skadade skotten och att vätska trycks ut när skottet böjs hårt (Figur 11 bild 4). För det tredje hade alla skadade skott en tydlig lukt när barken skrapades bort. Det var enkelt att skrapa bort barken på de skadade skotten då barken lossade lätt. Efter barkavflagning noterades en distinkt skarp lukt som påminde om ruttnade poppelved. Dessa fyra symptom: Klar visuell avskiljning, fuktigheten, böjbarheten och den tydliga lukten hade de skadade skotten i mer eller mindre utsträckning gemensamt.



Figur 11. Exempel på levande del och död del på samma skott med barken bortskrapad (bild 3 vänster) och exempel på böjbarheten och fuktighet på skadade skott (bild 4 höger). Foto: Elias Lysholm.

Anmärkningsvärt är att området skotten har dött på skiljer sig mellan bilderna. Vid bild 1 är det enbart den lägre delen som har dött i skadan medan bild 2 och 3 är levande och döda partier fragmenterade i olika sektioner (Figur 10 & 11). Tydligast i bild 2 går det att urskilja hur skottet är dött sedan levande, dött igen och sist levande längst upp (Figur 10). Det är oklart hur skadedomsförloppet påbörjas i skotten när levande och döda delar är uppdelade.

Dessutom så grävdes rotskotten upp för att undersöka om rötterna också var skadade. Vid bild 5 syns två rotskott som växer från samma rot (Figur 12). Den första är skadad med en tydlig död ytterbark däremot är den andra oskadd och vital. En avskiljning på vital och död del på roten syns. På bild 6 syns ett rotskott som har växt till två separata skott (Figur 12). Det första rotskottet är dött medan den andra är vitalt. Här syns ytterligare en tydlig färgskillnad på basen av skotten mellan en vital och död del. En potentiell gissning skulle kunna vara att den döda delen sprids längs skotten och rötterna men det är oklart vad som egentligen har skett. Det finns en mer eller mindre tydlig skillnad på vital och död del även vid rötterna på skadade rotskott.



Figur 12. Uppgrävda rotskott som hade en vitalt och död del på skotten (bild 5 vänster och 6 höger). Foto: Elias Lysholm.

I andra generationens rot- och stubbskotts-föryngring upptäcktes det att vissa delar av lokalen var angripen av en bladrostsvamp (Jonsson 2008). Bladrostsvampen anses vara den allvarligaste patogenen kopplad till poppelodlingar och kan ge upphov till försenad knoppsprickning, tidig bladfällning och ökad risk för sekundära patogener (Stener & Westin 2015). Sedan verkar lärk som en mellanvärd för rostsvampen och i viss mån styr avståndet mellan lärk och poppel i vilken grad sjukdomen kan förekomma (Stener & Westin 2015). Angränsade till poppelbeståndet fanns det en lärkplantering men det är oklart om det är förstagenerationen eller om det har förekommit under lägre tid. Vid inmätningstillfället gick det inte att undersöka förekomsten av bladrostsvamp då lövsprickningen ej varit fullgjord. Ändå är det inte tydligt att den stora andelen döda skott huvudsakligen förklaras av en patogen som orsakar skador på löven. Vidare så var inte ett enda träd rötangripet när beståndet slutavverkades för första gången 2004 (Jonsson 2008). Det upptäcktes 8 rötangripna stubbar under inmätningstillfället (bilaga 1 tabell 4). På lokalen har det tidigare upptäckts bladrostsvamp och ingen förekomst av röta vid första slutavverkningen men det fanns stubbar som hade tecken på röta vid inmätningstillfället.

4.5.2 Anledning till skada

En märkbar skillnad i poppelskottens vitalitet stapeldiagram (Figur 6) är att förekomsten av döda rotskott är lägre jämfört med stubbskotten och vid hårdgallring relativt markant. En tänkbar förklaring skulle kunna vara att stubben har blivit infekterad av en okänd rötsvamp. Rotskottens högre överlevnadsgrad

kan bero på att svampen inte har hunnit infektera rotskotten ännu genom rot spridning medan stubbskotten redan har dött.

Däremot finns det flera tecken på att det inte är en rötsvamp som har angripit beståndet. Till att börja med upptäcktes 8 rötangripna stubbar men även 24 ej angripna stubbar. Rötsvamparna honungsskivling (*Armillaria spp.*) och rottickan (*Heterobasidion spp.*) har en spridningsstrategi via rotkontakten vilket skulle kunna förklara att rötangripna stubbar inte hittades i större utsträckning (Barklund u.å.; Skogsstyrelsen 2017 a). Då träd av samma träslag har i större uträkning rotkontakt med varandra jämfört med träd av olika träslag är dessa bestånd mer sårbara för spridning via rotkontakt (Lev-Yadun & Sprugel 2011). Exempelvis kan sporer från fruktkroppar infekterat stubbarna i samband med första slutavverkning och sedan levt kvar i rötterna och spridits till angränsade rötter via rotkontakt (Barklund u.å.). Beståndet kan också blivit infekterat i samband med andra slutavverkningen då myceltillväxten för honungsskivlingen är gynnsam i lövstubbar och kan orsaka skada i nästa ungskog (Barklund u.å.). Dock upptäcktes inget mycel vid stubbarna eller rötterna vid grävning. Sedan skulle inte rötsvamps hypotesen förklara det irreguljära levande och döda delar på skotten som tydligt ses (Figur 10 bild 2). Rötsvampar sprider sig via sporer till blottlagt ved vilket årsskotten inte har (Skogskunskap 2024). De skilda delarna på skotten påminner om törskatens infektionsomlopp på tall som sker främst i barren eller årsskott som sedan växer inåt mot stammen (Skogsstyrelsen 2017 b). Det finns rötangripna stubbar på lokalen men det är inte tydligt om det är rötan som har orsakat majoriteten av mortaliteten.

En potentiell möjlig förklaring skulle kunna vara att mortaliteten bland skotten kan förklaras av en invasiv patogen. Symptomen som observerats hos de angripna skotten kan eventuellt förklaras av en främmande invasiv patogen. Den aggressiva almsjukan som kom till Sverige under 1980-talet är ett exempel på en invasiv patogen som har föröda den inhemska alm populationen (Skogsstyrelsen 2017 b). Ett ytterligare exempel på en patogen som har orsakat hög dödlighet hos ask är askskottsjukan (Skogsstyrelsen 2017 b). Det skulle kunna vara en invasiv patogen som har orsakat de okända symptomen i beståndet på Sångletorp vilket skulle förklara varför litteraturen inte beskriver skadedomen.

En slutlig gissning på vad som har orsakat skadan skulle kunna vara att rotsystemet har börjat att dö. Som tidigare nämnt har poppelbeståndet vid Sångletorp existerat sedan 1991. Träden som avverkades var i andragenerationen yngre än stubbarna som nu börjar närma sig 35 års ålder. Äldre stubbar har en försämrad förmåga att producera stubbskott som förklaras av att rotsystemet börjar förfalla och stubbarna inte längre har samma produktionsförmåga (Svystun

& Böhlenius 2024; Lust & Mohammady 1973). Sedan visade sig att det inte fanns en stubbe vid liv på alla inventeringsstubbar (bilaga 1 tabell 4). Det är fortfarande oklart om det är den okända skadan som har orsakat det eller om de har haft en naturlig avgång. Då stubbarnas rotsystem har uppnått en gammal ålder kan en del av mortaliteten eventuellt förklaras av det gamla rotsystemet.

4.6 Framtida forskning

Om det skulle ske en förbättrad och djupare analys av frågeställningarna bör datasetet vara betydligt större och vara på ett flertal olika geografiska områden inom Sverige. Samtidigt finns det ett begränsat antal poppelplanteringar som har nått en tredje generation inom Sverige vilket försvårar utförandet av sådana studier i nuläget. Det finns definitivt potential att undersöka föryngringar i tredje generationen poppelplanteringar i framtiden. Utöver är det svårt att uppskatta relevansen av resultatet som hittades på grund av den stora andelen döda rot- och stubbskott. Det är oklart i vilken utsträckning det har påverkat resultatet från de statistiska analyserna. Det bör göras forskning av någon mer lämpad och kvalificerad som har expertisen att uttrycka sig om den stora andelen döda skott då det förmodligen finns en bakomliggande förklaring till dessa.

4.7 Slutsatser

Gallringsbehandlingen i andra generationen poppelplanteringar hade inte en statistiskt säkerställd effekt på höjd, diameter eller antalet rot- och stubbskott i tredje generationen.

Det är oklart vad som har orsakat den stora andelen döda rot- och stubbskott på lokalen. Det har observerats bladrostsvamp och rötangripna stubbar men det är otydligt i vilken utsträckning de har bidragit till andelen döda skott. Ett gammalt rotsystem skulle kunna förklara dödligheten men i vilken utsträckning det har påverkat är också otydligt. Om det är en invasiv främmande art bör forskning ske skyndsamt för att potentiellt begränsa spridningsförmågan.

Referenser

- Barklund, P. (u.å.). Honungsskivlingar. <https://skogsskada.slu.se/diagnoser/41> [2025-05-20]
- Bergström, L., Borgström, P., Smith, H.G., Bergek, S., Caplat, P., Casini, M., Ekroos, J., Gårdmark, A., Halling, C., Huss, M., Jönsson, A.M., Limburg, K., Miller, P., Nilsson, L. & Sandin, L. (2020). Klimatförändringar och biologisk mångfald – Slutsatser från IPCC och IPBES i ett svenskt perspektiv. Klimatologi Nr 56. SMHI och Naturvårdsverket. <https://res.slu.se/id/publ/109268>
- Böhlenius, H., Öhman, M., Granberg, F. & Persson, P.O. (2023). Biomass production and fuel characteristics from long rotation poplar plantations. Biomass and Bioenergy, 178, 106940. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2023.106940>
- Christersson, L. (2008). Poplar plantations for paper and energy in the south of Sweden. Biomass and Bioenergy, 32(11), 997–1000. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.12.018>
- DeBell, D.S. (1972). Sprouting characteristics and cutting practices evaluated for Cottonwood. 23(4), 1–3. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19730606649>
- Dickmann, D.I. & Kuzovkina, J. (2014). Poplars and willows of the world, with emphasis on silviculturally important species. I J.G. Isebrands & J. Richardson (Red.), Poplars and willows: trees for society and the environment (s. 8–91). CABI. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/epdf/10.1079/9781780641089.0000>
- Energimyndigheten. (2021). Ny statistik över installerad vindkraft 2020. <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/ny-statistik-over-installerad-vindkraft-2020/> [2025-05-05]
- Energimyndigheten. (2025). Sveriges energisystem (Uppdaterad 2025-03-20). <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNGMzYmY2YzgtYWNiMi00YjZjLWE3NjltODJiZGI0NTI3ZjQ5IiwidCI6IjVjMTk0OGIzLWE5ODYtNDg1MC04M2YyLTQ2NTk2NWZmNmNhMSIsImMiOiJh9> [2025-05-05]
- Engerup, P.O. (2011). Föryngring med poppel och hybridasp på skogs- och åkermark. SLU, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-48>
- Europa Commission. (u.å.). Biofuels. a. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/biofuels_en [2025-05-05]
- Europa Commission. (u.å.). b. Renewable energy targets. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en [2025-05-05]
- FAO. (u.å.). Contribution of poplars and willows to sustainable forestry and rural development. <https://www.fao.org/4/a0026e/a0026e02.htm> [2025-05-05]
- Fahlvik, N. & Böhlenius, H. (2022). Hybridasp och poppel planterad på skogsmark efter stormen Gudrun. Arbetsrapport 1114–2022. Skogforsk.

- https://www.skogforsk.se/cd_20220509140004/contentassets/244aea0fca1f4ab8aa18cf3558290791/arbetsrapport-1114-2022.pdf
- Hjelm, B., Johansson, T. & Karačić, A. (2011). Hybridpoppelns biomassa- och volymproduktion – en framtida potential. Rön från Sveriges Lantbruksuniversitet nr 31. SLU. https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forsk/popvet-dok/faktaskog/faktaskog11/faktaskog_31_2011.pdf
- Johansson, T. & Hjelm, B. (2012). The Sprouting Capacity of 8–21-Year-Old Poplars and Some Practical Implications. *Forests*, 3(3), 528–545. <https://doi.org/10.3390/f3030528>
- Johansson, T. & Karačić, A. (2011). Increment and biomass in hybrid poplar and some practical implications. *Biomass and Bioenergy*, 35(5), 1925–1934. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.01.040>
- Jonsson, V. (2008). Skogsbrukets erfarenheter av Poppel *Populus* sp. i Skåne. SLU, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-7537>
- Jordbruksverket. (2015). Handbok för odlare av poppel och hybridasp. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr355.html>
- Lev-Yadun, S. & Sprugel, D. (2011). Why should trees have natural root grafts? *Tree Physiology*, 31(6), 575–578. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpr061>
- Lust, N. & Mohammady, M. (1973). Regeneration of coppice. *Silva Gandavensis*, 39. <https://doi.org/10.21825/sg.v39i0.980>
- McCarthy, R., Ekö, P.M. & Rytter, L. (2014). Reliability of stump sprouting as a regeneration method for poplars: clonal behavior in survival, sprout straightness and growth. *Silva Fennica*, 48(3), 1126. <https://doi.org/10.14214/sf.1126>
- Regeringskansliet. (u.å.). Mål för energipolitiken. <https://www.regeringen.se/regeringspolitik/energi/mal-och-visioner-for-energi/> [2025-05-05]
- Rytter, L., Ingerslev, A.K., Kilpeläinen, A., Torssonen, P., Lazdina, D., Löf, M., Madsen, P., Muiste, P. & Stener, L.G. (2016). Increased forest biomass production in the Nordic and Baltic countries – a review on current and future opportunities. *Silva Fennica*, 50(5), 1660. <https://doi.org/10.14214/sf.1660>
- Skogforsk. (2011). a. Odling av hybridasp och poppel – En handledning från Skogforsk. <https://www.skogforsk.se/contentassets/87fc6b68c6624cf78a5ab5f7cee5fde5/hybridasp-och-poppel.pdf>
- Skogforsk. (2011). b. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel. (733). https://pub.epsilon.slu.se/5735/1/rytter_1_et al_110221.pdf
- Skogforsk. (2023). a. Resultat efter 11 års tillväxt i 2010 års klonförsöksserie med hybridasp och poppel: Delrapport 1 för projektet 47977–1. Arbetsrapport 1145–2023. https://www.skogforsk.se/cd_20231123165912/contentassets/6089e7f931a145429a329cf0187dd9d4/arbetsrapport-1145-2023-resultat-efter-11-ars-tillvaxt-hos-hybridasp-och-poppel.pdf

- Skogforsk. (2023). b. Tillväxt hos olika kloner av hybridasp och poppel – Rapport 2: resultat efter sex års tillväxt hos 2015 års serie. Arbetsrapport 1146–2023. https://www.skogforsk.se/cd_20231123165905/contentassets/6089e7f931a145429a329cf0187dd9d4/arbetsrapport-1146-2023-tillvaxt-hos-olika-kloner-av-hybridasp-och-poppel.pdf
- Skogskunskap. (2024). Rotröta. <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/skador-pa-skogen/svampskador/rotrota/> [2025-05-20]
- Skogsstyrelsen. (2017). a. Skador på skog. Skogsskötselserien – Skador på skog, del 1. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotselserien-12-skador-pa-skog-del-1-skogsskador-i-skogens-olika-utvecklingsstadier.pdf>
- Skogsstyrelsen. (2017). b. Skador på skog. Skogsskötselserien – Skador på skog, del 2. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotselserien-12-skador-pa-skog-del-2-gamla-och-nya-epidemier-och-utbrott-pa-skog.pdf>
- Soetewey, A. (2020). Stats and R – ANOVA in R. <https://statsandr.com/blog/anova-in-r/#underlying-assumptions-of-anova> [2025-05-13]
- Stanton, B., Neale, D. & Li, S. (2010). Populus Breeding: From the Classical to the Genomic Approach. I S. Jansson, R. Bhalerao & A. Groover (Red.), Genetics and Genomics of Populus (s. 309–348). <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1541-2>
- Stener, L.G. & Westin, J. (2015). Motståndskraft mot patogener viktigt hos poppel. <https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2015/motstandskraft-mot-patogener-viktigt-hos-poppel/> [2025-05-20]
- Svystun, T. & Böhlenius, H. (2024). Biomass Production of the Poplar Clone OP42 During the Second Rotation Plantation – The Effects of Four Thinning Treatments. BioEnergy Research, 17, 1425–1435. <https://doi.org/10.1007/s12155-024-10730-x>
- Tullus, A. (2010). Tree growth and the factors affecting it in young hybrid aspen plantations. <http://hdl.handle.net/10492/133>

Bilaga 1

Alla tabeller och bilder i bilagan kommer från inmätningstillfället i Sångletorp v. 15

Tabell 2. Medelvärde för höjd och diameter för rot- och stubbskott per yta i de olika gallringsbehandlingarna och ett totalt medelvärde (tot) för höjden och diametern för samtliga ytor

Yta	GallringsBehandling	Medelhöjd (cm)	Medeldia (mm)
1	Mellan	66,25	5,55
2	Lätt	114,09	8,90
3	Hård	110,31	8,78
4	Ogallrad	116,55	9,55
5	Ogallrad	94,82	6,02
6	Hård	86,87	6,42
7	Mellan	109,17	8,35
8	Lätt	116,93	6,77
9	Hård	86,16	7,28
10	Ogallrad	121,20	7,46
11	Lätt	97,09	6,39
12	Mellan	88,27	6,17
13	Lätt	122,06	6,55
14	Mellan	84,20	7,35
15	Ogallrad	104,73	7,11
16	Hård	104,49	6,20
Tot	-	101,45	7,18

Tabell 3. Totalt antal stubbskott och rotskott per yta och genomsnitts antal stubbskott och rotskott per stubbe per yta. Sedan ett totalt genomsnittsvärde för rot- och stubbskott per stubbe (Medelvärde) på hela lokalen.

Yta	Tot antal stubbskott	Tot antal rotskott	Genomsnittsantal stubbskott stubbe ⁻¹	Genomsnittsantal rotskott stubbe ⁻¹	Behandling
1	118	39	59,0	19,5	Mellan
2	45	7	22,5	3,5	Lätt
3	71	19	35,5	9,5	Hård
4	50	2	25,0	1,0	Ogallrad
5	85	35	42,5	17,5	Ogallrad
6	44	39	22,0	19,5	Hård
7	80	43	40,0	21,5	Mellan
8	72	20	36,0	10,0	Lätt
9	27	23	13,5	11,5	Hård
10	48	15	24,0	7,5	Ogallrad
11	61	22	30,5	11,0	Lätt
12	50	33	25,0	16,5	Mellan
13	45	81	22,5	40,5	Lätt
14	26	43	13,0	21,5	Mellan
15	56	78	28,0	39,0	Ogallrad
16	69	49	34,5	24,5	Hård
Medelvärde	29,6	17,1	29,6	17,1	-

Tabell 4. Stubbars diameter (cm) för ytorna, förekomst av röta* och vitalitet. Stub 1 och Stub 2 avser stubbe 1 och 2. Stub 1;1, 1;2, 1;3, 2;1 och 2;2 visar att det inte var endast 1 stubbe utan också delstubbar (bilaga 1 figur 13).

Yta	1	2	3	4	5	6	7	8
Stub 1	30	-	35	-	-	29	43	-
Stub 1;1	-	34	-	26	28	-	-	30
Stub 1;2	-	21	-	14	9	-	-	12
Stub 1;3	-	18	-	-	-	-	-	-
Stub 2	41	21*	38	23	34	39	29	-
Stub 2;1	-	-	-	-	-	-	-	32
Stub 2;2	-	-	-	-	-	-	-	10
Vitalitet	död	död	död	död	död	död	död	död

Yta	9	10	11	12	13	14	15	16
Stub 1	38	-	-	32*	41*	32*	39*	40
Stub 1;1	-	6	26	-	-	-	-	-
Stub 1;2	-	8	27	-	-	-	-	-
Stub 1;3	-	9	22	-	-	-	-	-
Stub 2	15	36	33	40*	30	39	34*	39*
Vitalitet	död	död	död	död	död	död	död	död

Tabell 5. Andel döda rotskott (rot död) och stubbskott (stubb död) jämfört med respektive total. Sedan ett gemensamt värde för både rot- och stubbskott (tot. död) och ett totalt genomsnittsvärde (totalt genomsnitt) för hela lokalen

Gallringsbehandling	Rot död (%)	Stubb död (%)	Tot. Död (%)
Ogallrat	77%	87%	84%
Lätt	75%	93%	87%
Mellan	66%	95%	84%
Hård	63%	98%	84%
Totalt genomsnitt	70%	93%	85%



Figur 13. Exempel på stubbe med flera fällningspunkter som blir klassificerade som delstubbar. På bilden visas yta 2 stubbe 1;1, 1;2 och 1;3. Foto: Elias Lysholm.

Publicering och arkivering

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

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

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

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

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

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