

ARBETSRAPPORT 1141-2023

# Rotbeskärningens effekt på kottsättningen hos gran

Bästa tidpunkt för rotbeskärning i fröodlingar av gran

Curt Almqvist



Rotbeskärning i granfröodlingen FP-130 Domsjöänget. Foto: Bror Österman (Holmen).

# Innehåll

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>Förord</b> .....                  | <b>3</b>  |
| <b>Summary</b> .....                 | <b>4</b>  |
| <b>Sammanfattning</b> .....          | <b>4</b>  |
| <b>Inledning</b> .....               | <b>5</b>  |
| <b>Material och metoder</b> .....    | <b>5</b>  |
| Försökslokaliseringar .....          | 5         |
| Ingående försöksled .....            | 6         |
| Mätningar och dataregistrering ..... | 7         |
| Statistisk analys .....              | 8         |
| <b>Resultat</b> .....                | <b>9</b>  |
| <b>Diskussion</b> .....              | <b>17</b> |
| Slutsatser .....                     | 19        |
| <b>Erkännanden</b> .....             | <b>19</b> |
| <b>Referenser</b> .....              | <b>19</b> |



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

---

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts i december 2022 av Ulfstand Wennström, Seniorforskare Skogforsk. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering den 11 januari 2023.

Redaktör: Caroline Rothpfeffer, caroline.rothpfeffer@skogforsk.se  
©Skogforsk 2023 ISSN 1404-305X

# Förord

Denna rapport redovisar resultat från en serie med försök som anlagts för att bestämma bästa tidpunkt för att rotbeskära granar i fröodlingar i syfte att förmå dem att producera mer kottar och frön. Projektet är finansierat av forskningsprogrammet *Mer Granfrö*.

Uppsala den 15 december 2022

Curt Almqvist

# Summary

The objective of this project was to define the time window for root pruning in Norway spruce seed orchards, to encourage the initiation of reproductive buds and thereby increase the production of cones and seed.

Timing experiments were set up in three seed orchards in different parts of Sweden. In each seed orchard, roots were pruned from spring (end of May) to mid-August along one side of the rows of trees, at a distance of approximately 1–1.5 metres from the stem.

The effect of the root pruning was measured as the number of female and male flowers in spring, one and two years after root pruning. Data was also collected on the volume of cones in autumn of the year after treatment.

The root pruning did not affect the tree vitality, as almost all trees remained in the same vitality class throughout the experiments. The root pruning did not increase the proportion of trees that had flowers, even if there were weak indications of this when the root pruning was performed in the optimal period.

The time of root pruning with the best effect was the earliest tested, week 21. The effect then decreased with time. The data gave an indication that roots could be pruned late in the growing season of the year prior to bud initiation, but this needs to be confirmed in new trials.

# Sammanfattning

Syftet med detta projekt var att definiera det tidsfönster då rotbeskärning bör utföras i fröodlingar av gran för att ge bästa effekt på initieringen av blomanlag.

Försök med olika tidpunkter för rotbeskärning anlades i tre olika fröodlingar av gran, lokaliserade i olika delar av Sverige. I varje fröodling utfördes rotbeskärning från slutet av maj till mitten av augusti. Rotbeskärningen utfördes på en sida längs raden av träd och på cirka 1–1,5 meters avstånd från stammen. Effekten av rotbeskärningen på blomning och kottproduktion samlades in genom att klassa mängden hon- och hanblommor på våren två år efter behandlingen. Data om kottmängder samlades in på hösten året efter behandlingen.

Rotbeskärningen påverkade inte trädens vitalitet då i stort sett alla träd bibehöll samma vitalitetsklass under hela försöksperioden. Rotbeskärningen gav inte heller någon tydlig ökning av den andel av träden som producerade blommor, även om det fanns en svag tendens till ökad proportion träd med blommor vid de tidigast provade tidpunkterna.

Den bästa tidpunkten för rotbeskärning var den tidigaste provade, vecka 21. Därefter sjönk effekten av rotbeskärningen med tid. Det finns en indikation i data att det skulle vara möjligt att göra rotbeskärningen under hösten året innan initieringen av blomning sker, men detta behöver verifieras i nya försök.

# Inledning

Även om allt fler av tredje omgångens granfröodlingar nu börjar komma in i produktionsfas så råder det brist på förädlat granfrö för de flesta delarna av Sverige (Almqvist & Wennström 2020). Denna fröbrist kommer att bestå under lång tid framåt till dess nya fröodlingar anlagts i tillräcklig omfattning och dessa kommer in i produktionsfas. För att minska bristen, prövar ägarna av fröodlingarna att öka produktionen i de befintliga fröodlingarna genom olika behandlingar som kan stimulera fröproduktionen.

Gran är rent generellt ett trädslag som producerar kott relativt sällan, vart 7-10 år. Detta är ett problem för skogsbruket som för att säkra upp tillgången på granfrö måste anlägga och sköta stora arealer av fröodlingar som kan producera frö de goda fröåren. Den oregelbundna fröproduktionen gör också att fröet från de goda fröåren måste lagras under flera år vilket binder upp kapital.

En lagom stark torkstress under rätt period av växtsäsongen stimulerar bildning av reproduktiva knoppar (dvs. granblommor) hos gran. Ett kontrollerat sätt att åstadkomma en sådan torkstress är att skära av en del av de fina rötterna hos granarna.

Att rotbeskärning har en blomningsstimulerande effekt på ett flertal barrträdsarter inklusive gran, har varit känt under en längre tid (Ross & Webber 1985, Webber m.fl. 1985, Eysteinson & Greenwood 1990, Ross 1991, Högberg & Eriksson 1994, Smith & Greenwood 1995, Almqvist & Eriksson 2008). Försök i praktiska fröodlingar av gran har utförts några gånger och resultaten har ofta varit positiva (Högberg & Eriksson 1994, Almqvist & Eriksson 2008). Däremot är kunskapen begränsad om när på året som rotbeskärning har bäst verkan.

Syftet med denna studie var att finna det tidsintervall då rotbeskärning ger bäst effekt. Detta gjordes genom att rotbeskära vid olika tidpunkter och studera effekten på blomning och kottproduktion.

## Material och metoder

### Försökslokaliseringar

Försök anlades i tre granfröodlingar i olika delar av Sverige 2020.

1. G3 Örbäck – TreO-fröodling, Latitud: 63.2°N, ansvarigt företag: SCA. I fröodlingen anlades fyra försöksblock. Anlagd 2008.
2. FP-520 Sollerön – TreO-fröodling, Latitud: 60.9°N, ansvarigt företag: Stora Enso. I fröodlingen anlades fem försöksblock. Anlagd 2004.
3. FP-508 Almnäs – TvåO-fröodling, Latitud: 58.2°N, ansvarigt företag: Svenska skogsplantor. I fröodlingen anlades två försöksblock. Anlagd 1988.



grävmaskin i försöken i Örbäck och Almnäs och frontmonterad på en traktor i försöket i Sollerön.

## Mätningar och dataregistrering

### *Vid försöksanläggning 2020*

Vid försöksanläggningen våren 2020 registrerades trädens diameter i brösthöjd (1,3 m). Varje träds vitalitet bedömdes i skalan 0=död, 1= kraftigt nedsatt vitalitet, 2=nedsatt vitalitet, 3=vitalt träd. Trädens ungefärliga höjd i respektive försöksblock registrerades (träden är toppade, så trädhöjden är utjämnad).

### *Våren 2021*

Trädens vitalitet registrerades igen i samma skala som vid försöksanläggningen. Mängden hon- och hanblommor per träd bedömdes på den halva av trädet som vetter ut mot raden. Alla träd i ett försöksblock bedömdes från samma sida.

Mängden honblommor klassade i följande klasser och tilldelades följande blomantal som användes vid den statistiska analysen:

| <b>Blomklass</b>     | <b>Antal vid statistisk analys</b> |
|----------------------|------------------------------------|
| 0 = 0 blommor        | 0 blommor                          |
| 1 = 1 – 10 blommor   | 5 blommor                          |
| 2 = 11 – 20 blommor  | 15 blommor                         |
| 3 = 21 – 40 blommor  | 30 blommor                         |
| 4 = 41 – 80 blommor  | 60 blommor                         |
| 5 = 81 – 160 blommor | 120 blommor                        |
| 6 = 160+ blommor     | 240 blommor                        |

Mängden hanblommor bedömdes i följande klasser:

### **Blomklass**

- 0 = ingen blomning
- 1 = liten blomning
- 2 = måttlig blomning
- 3 = riklig blomning
- 4 = mycket riklig blomning

Vid den statistiska analysen användes hanblomsklasserna direkt.

### *Hösten 2021*

Vid kottinsamlingen hösten 2021 samlade kottplockningsentreprenörerna i respektive fröodling in kotten i försöken. Kottvolymen bestämdes per försöksled inom ett försöksblock (=rad i block). Kotten samlades och volymmättes uppdelat i klasserna ”Bra kottar” och ”Dåliga kottar”. De ”Bra kottarna” var sådana som bedömdes vara oskadade eller bara lätt skadade och som skulle skickas till klängning. De ”Dåliga kottarna” var sådana som var så skadade (angrepp av insekter och/eller svamp) att de inte bedömdes värda att klänga.

Kottvolymen per försöksled inom varje försöksblock räknades om till kottvolym per träd inför den statistiska analysen.

### *Inventering 2022*

För att undersöka om effekten av rotbeskärningen fanns kvar även andra året efter behandling inventerades försöken igen våren 2022 på samma sätt som våren 2021.



Blomningen 2022 var betydligt sparsammare än 2021. Detta och att blommorna blev hårt angripna av insekter i de två sydligaste fröodlingarna, gjorde att ingen kottinsamling utfördes hösten 2022 i någon av de tre fröodlingarna.

### Statistisk analys

Försöken i de tre fröodlingarna analyserades var för sig. Analyserna utfördes i SAS Proc GLM (SAS 9.4) enligt följande modell:

$$y_{ijkl} = \mu + b_i + c_j + d_k + g \cdot x_{ijkl} + e_{ijkl}$$

Där:

|            |   |  |
|------------|---|--|
| $y_{ijkl}$ | = | den beroende variabeln, t.ex. antal honblommor 2021                                  |
| $\mu$      | = | globalt medelvärde   |
| $b_i$      | = | fix effekt av block  |
| $c_j$      | = | fix effekt av försökled, dvs. tidpunkt för rotbeskärning                             |
| $d_k$      | = | fix effekt av Klon (nästad inom block och försöksled). Ej med i analys av kottmängd. |
| $g$        | = | regressionskoefficient   |
| $x_{ijkl}$ | = | diameter i brösthöjd våren 2020  |
| $e_{ijkl}$ | = | residual ( $N(0, \sigma_e^2)$ )  |

I Almnäs hade för många träd okänd klonidentitet, varför klonidentiteten inte kunde användas i analysen.

En kontroll gjordes även av om det spelade någon roll på vilken sida längs raden som beskärningen var utförd. Denna kontroll visade att beskärningssida inte hade någon inverkan på resultatet, varför den variabeln inte togs med i de slutliga analyserna.

Signifikanta skillnader mellan kontroll (Fled 1) och behandlingar utfördes via jämförelser av "least square means" i GLM-proceduren med justering för multipla jämförelser. I figurerna har skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 angivits. Detta signifikansvärde är högre än det som normalt används (oftast signifikansvärde 0,05 och lägre). Skälet till detta är att i denna typ av försök i fröodlingar skulle det krävas betydligt fler upprepningar (dvs. betydligt större försök) för att ha en rimlig sannolikhet att erhålla sådana signifikansvärden. Detta är oftast inte praktiskt möjligt att göra i fröodlingar. För att ändå kunna dra slutsatser om vilka försöksled som har störst potential är användandet av en högre signifikansnivå lämpligt.



# Resultat

Försöken genomfördes i tre fröodlingar av olika ålder och utvecklingsgrad. I alla fröodlingar bibehöll försöksträden sin vitalitet under försöken. Rotbeskärningen påverkade alltså inte trädens vitalitet (Tabell 1).

Tabell 1. Basdata för de tre försöken.

|  | Hela försöket   | Försöksled |      |      |      |      |      |      |      |
|--|-----------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
|  |                 | Kon        | V21  | V23  | V25  | V27  | V29  | V31  | V34  |
| <b>Örbäck</b>                              |                 |            |      |      |      |      |      |      |      |
| Antal Försöksblock                         | 4               | -          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Medelhöjd (m),<br>Vår 2021                 | - <sup>1)</sup> | -          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Medeldiameter (cm),<br>Vår 2021            | 10,9            | 10,7       | 11,3 | 11,4 | 10,7 | 10,3 | 10,7 | 11,0 | 10,9 |
| Antal vitala träd<br>(Vit 2 & 3), Vår 2020 | 1 837           | 528        | 186  | 186  | 191  | 188  | 185  | 188  | 185  |
| Antal vitala träd<br>(Vit 2 & 3), Vår 2021 | 1 837           | 528        | 186  | 186  | 191  | 188  | 185  | 188  | 185  |
| Antal vitala träd<br>(Vit 2 & 3), Vår 2022 | 1 835           | 527        | 186  | 186  | 191  | 188  | 185  | 188  | 184  |
| <b>Sollerön</b>                            |                 |            |      |      |      |      |      |      |      |
| Antal Försöksblock                         | 5               | -          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Medelhöjd (m),<br>Vår 2021                 | 6,0             | -          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Medeldiameter (cm),<br>Vår 2021            | 13,7            | 14,0       | 13,7 | 13,5 | 14,3 | 13,3 | 13,5 | 13,6 | 13,5 |
| Antal vitala träd<br>(Vit 2 & 3), Vår 2020 | 1 270           | 154        | 158  | 161  | 160  | 157  | 157  | 162  | 161  |
| Antal vitala träd<br>(Vit 2 & 3), Vår 2021 | 1 270           | 154        | 158  | 161  | 160  | 157  | 157  | 162  | 161  |
| Antal vitala träd<br>(Vit 2 & 3), Vår 2022 | 1 272           | 153        | 159  | 161  | 160  | 159  | 157  | 162  | 161  |
| <b>Almnäs</b>                              |                 |            |      |      |      |      |      |      |      |
| Antal Försöksblock                         | 2               | -          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Medelhöjd (m),<br>Vår 2021                 | 10,5            | -          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Medeldiameter (cm),<br>Vår 2021            | 24,6            | 24,1       | 25,9 | 24,4 | 23,5 | 24,9 | 25,2 | 24,9 | -    |
| Antal vitala träd<br>(Vit 2 & 3), Vår 2020 | 467             | 111        | 63   | 62   | 57   | 64   | 52   | 58   | -    |
| Antal vitala träd<br>(Vit 2 & 3), Vår 2021 | 474             | 115        | 63   | 62   | 57   | 65   | 53   | 59   | -    |
| Antal vitala träd<br>(Vit 2 & 3), Vår 2022 | 468             | 113        | 63   | 62   | 55   | 65   | 52   | 58   | -    |

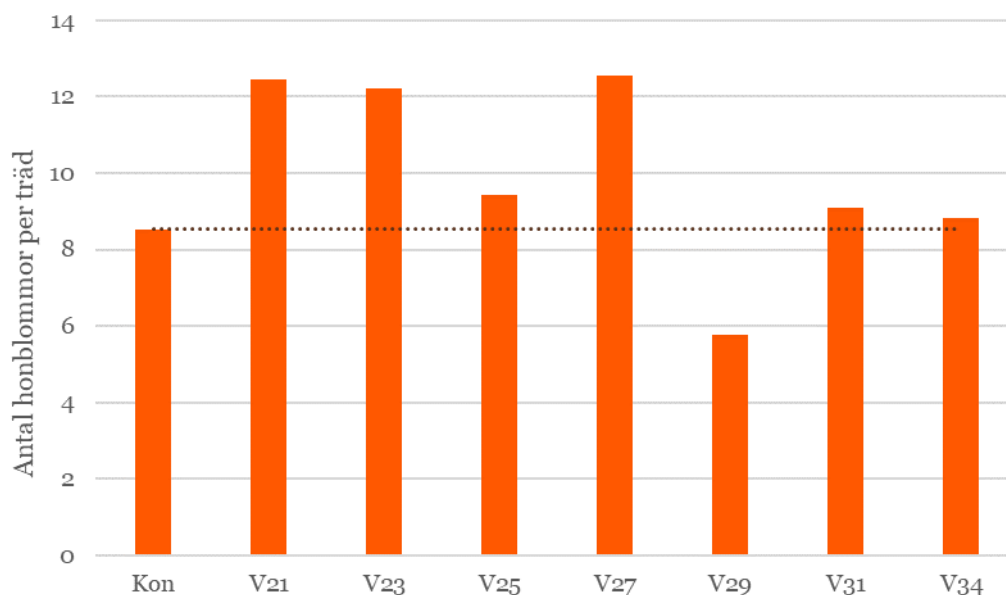
<sup>1)</sup> Höjd noterades inte i Örbäck. Fröodlingen var inte toppad och trädhöjden omkring 6 - 8 meter

År 2021 var ett bättre blomningsår än 2022 i alla tre fröodlingarna. Störst skillnad mellan åren var det i Örbäck där det i stort sett inte blommade alls 2022 (Tabell 2). Det var endast små skillnader mellan försöksleden vad avser andelen träd som blommade, även om det i Sollerön och Almnäs finns en antydning till att de försöksled som gav mest kott hade en högre andel blommande träd.

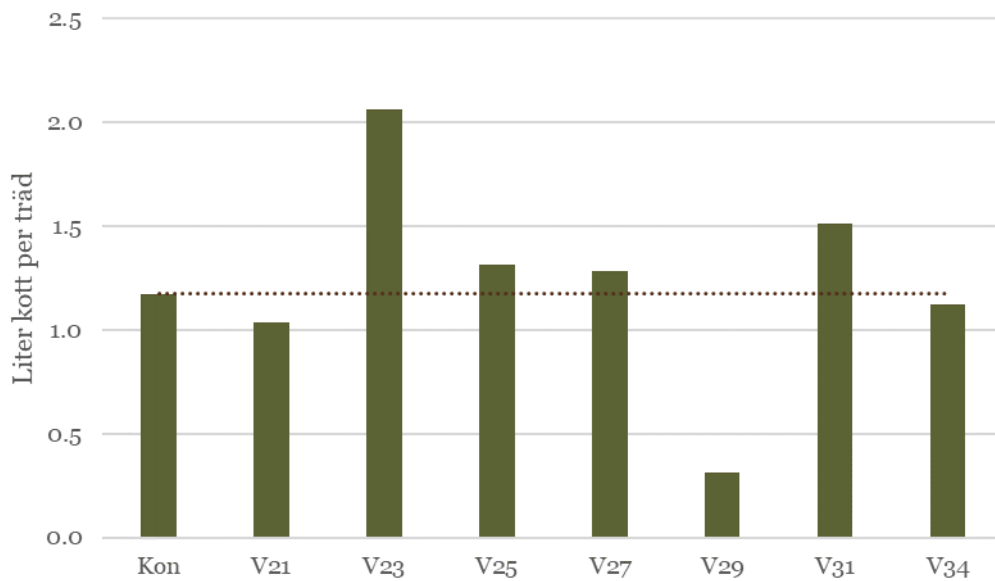
Tabell 2. Procent av försöksträden som hade han- respektive honblommor de två studerade åren.

|                    | Hela försöket | Försöksled |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|---------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                    |               | Kon        | V21  | V23  | V25  | V27  | V29  | V31  | V34  |
| <b>Örbäck</b>      |               |            |      |      |      |      |      |      |      |
| % med honblom 2021 | 48,6          | 58,0       | 47,1 | 54,3 | 52,9 | 47,9 | 36,6 | 40,7 | 51,4 |
| % med hanblom 2021 | 59,3          | 63,8       | 66,2 | 68,1 | 59,4 | 55,0 | 47,0 | 55,7 | 59,3 |
| % med honblom 2022 | 1,9           | 0,9        | 2,2  | 2,7  | 4,2  | 0,5  | 0,5  | 4,3  | 1,6  |
| % med hanblom 2022 | 7,5           | 8,0        | 10,8 | 10,2 | 4,7  | 4,8  | 7,6  | 6,4  | 7,1  |
| <b>Sollerön</b>    |               |            |      |      |      |      |      |      |      |
| % med honblom 2021 | 62,4          | 62,3       | 70,3 | 70,8 | 65,0 | 61,8 | 54,1 | 58,0 | 57,1 |
| % med hanblom 2021 | 75,0          | 73,4       | 81,6 | 75,2 | 80,0 | 75,2 | 63,1 | 74,7 | 76,4 |
| % med honblom 2022 | 24,8          | 26,1       | 22,0 | 21,1 | 27,5 | 28,9 | 24,8 | 21,0 | 27,3 |
| % med hanblom 2022 | 27,7          | 26,8       | 21,4 | 19,9 | 31,3 | 34,0 | 27,4 | 25,3 | 35,4 |
| <b>Almnäs</b>      |               |            |      |      |      |      |      |      |      |
| % med honblom 2021 | 77,2          | 73,0       | 85,7 | 80,6 | 80,7 | 76,9 | 69,8 | 76,3 | -    |
| % med hanblom 2021 | 86,5          | 80,0       | 85,7 | 95,2 | 84,2 | 87,7 | 90,6 | 88,1 | -    |
| % med honblom 2022 | 56,8          | 48,7       | 54,0 | 64,5 | 45,5 | 47,7 | 75,0 | 72,4 | -    |
| % med hanblom 2022 | 78,2          | 78,8       | 69,8 | 85,5 | 67,3 | 78,5 | 84,6 | 82,8 | -    |

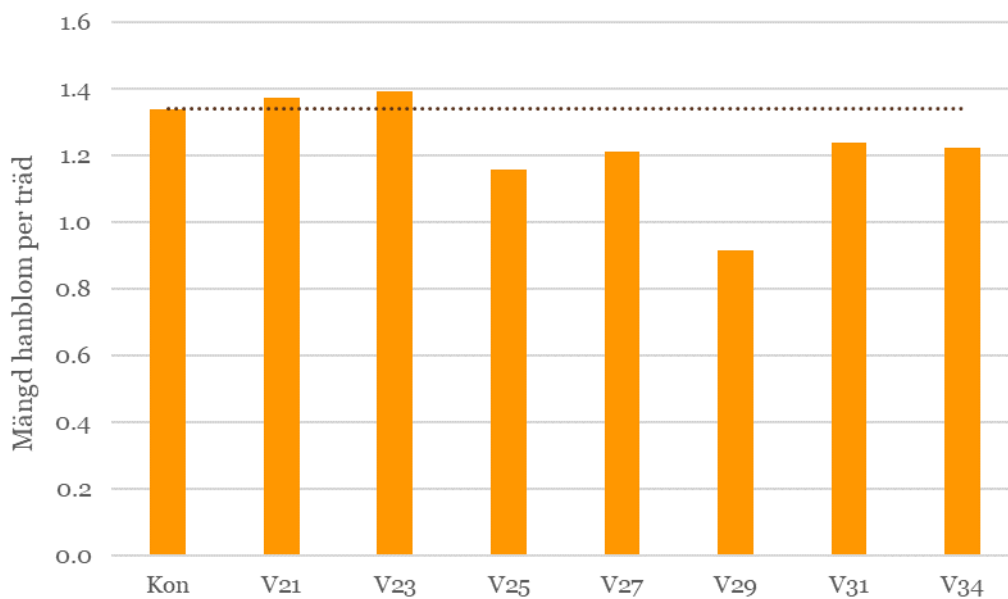
I Örbäck gav de tidigaste behandlingstidpunkterna, V21 och V23 men även V27, den största ökningen i antalet honblommor per träd 2021, men ingen av försöksleden hade en ökning som gav ett signifikansvärde under 0,4 (Figur 2). Mängden kott per träd var störst V23 men inte heller den gav ett signifikansvärde under 0,4 (Figur 3). Mängden hanblomning påverkades i stort sett inte av rotbeskärningen men det kan skönjas en tendens till en negativ effekt för de senare behandlingstillfällena, dvs V25 och senare (Figur 4). Blomningen i Örbäck 2022 var så sparsam att det inte var meningsfullt att analysera insamlade data.



Figur 2. Antal honblommor per träd i de olika försöksleden i Örbäck våren 2021. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel. I Örbäck hade inget försöksled någon sådan signifikans.

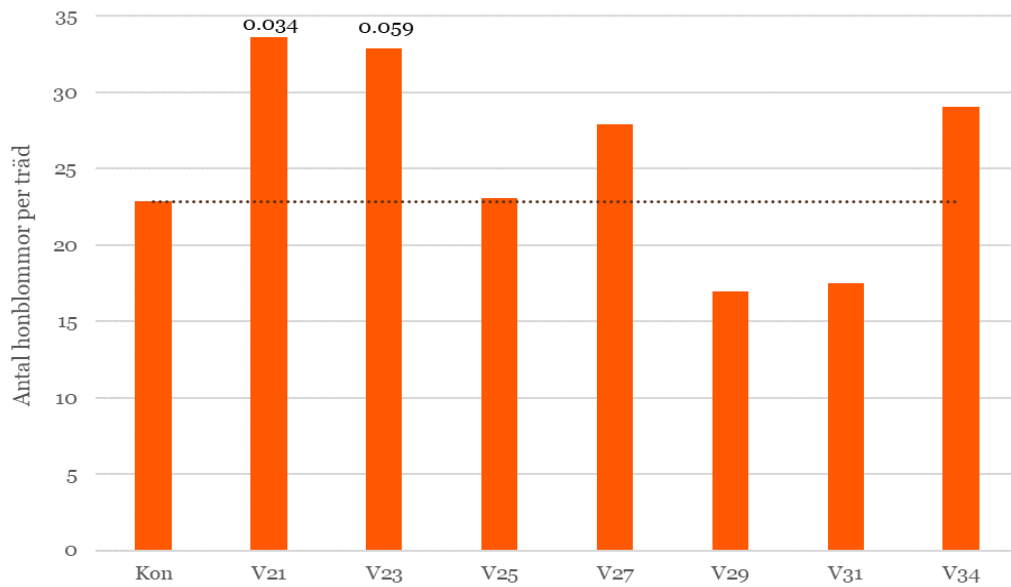


Figur 3. Mängd kott per träd i de olika försöksleden i Örbäck hösten 2021. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel. I Örbäck hade inget försöksled någon sådan signifikans.

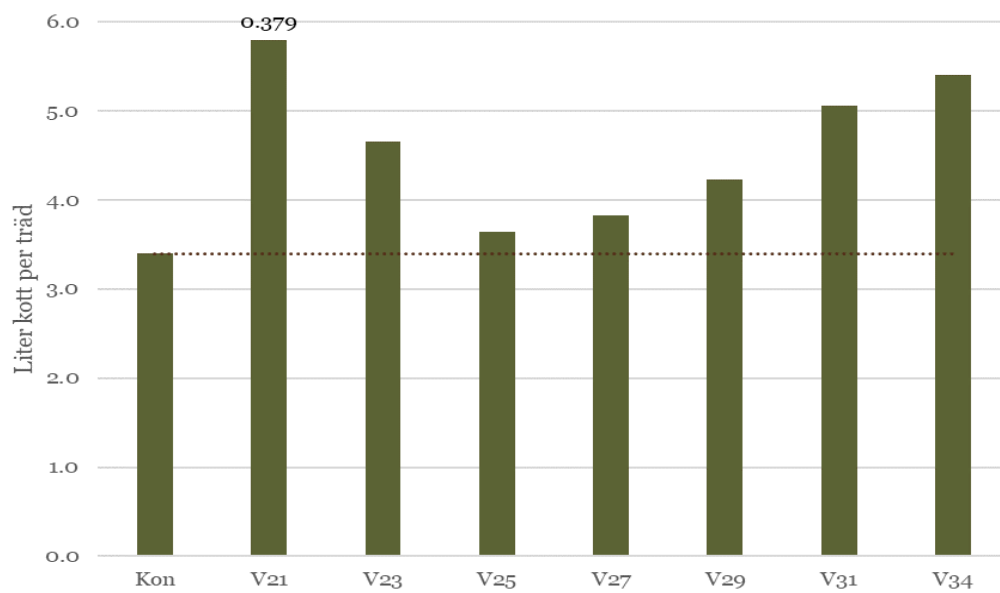


Figur 4. Mängd hanblommor per träd i de olika försöksleden i Örbäck våren 2021. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel. I Örbäck hade inget försöksled någon sådan signifikans.

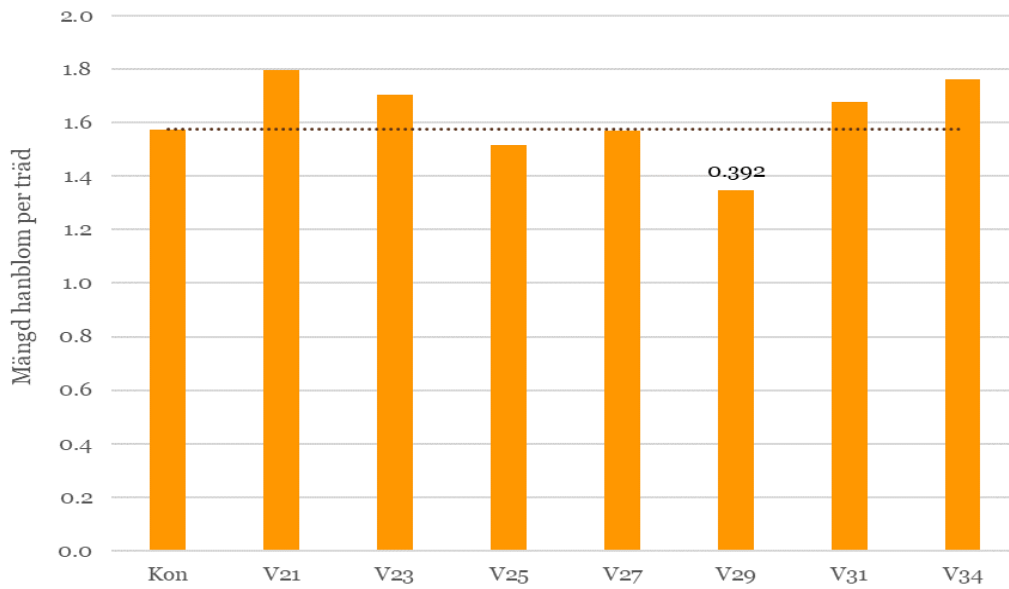
I Sollerön gav de två tidigaste behandlingstidpunkterna, V21 och V23, en tydligt positiv effekt på honblomningen 2021. V21 hade till och med en signifikansnivå under 0,05 vilket är ovanligt att erhålla i denna typ av studier (Figur 5). Mängden kott per träd var störst V21 och det försökledet var det enda med antydning till ett signifikant resultat (under 0,4) för kottmängd (Figur 6). Hanblomningen 2021 påverkades endast marginellt av rotbeskärningen (Figur 7). Blomningen andra året efter behandlingen, 2022, var betydligt sparsammare i Sollerön och rotbeskärningen gav ingen tydlig effekt oavsett behandlingstidpunkt (Figur 8 och 9).



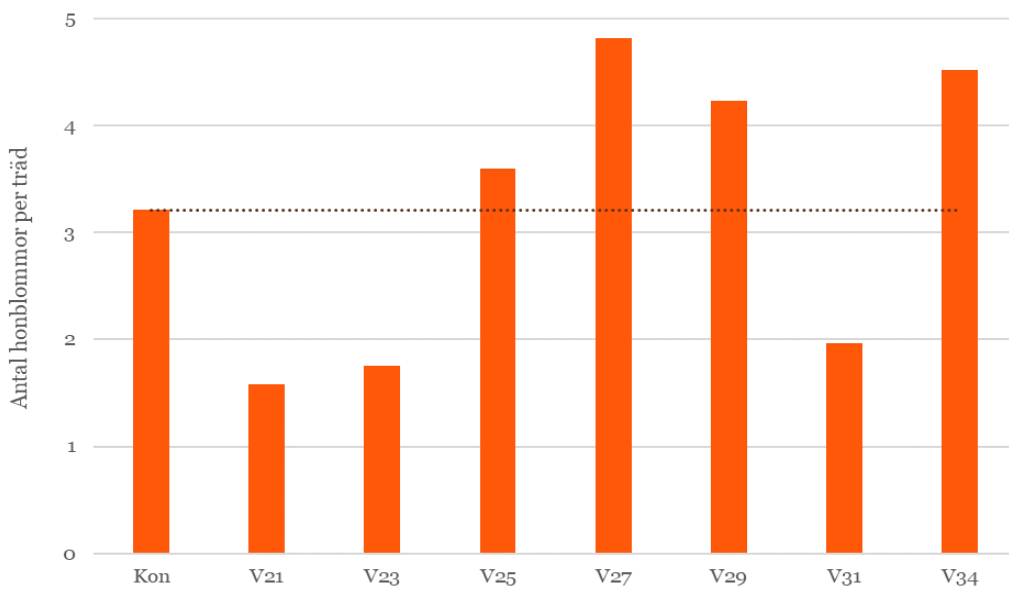
Figur 5. Antal honblommor per träd i de olika försöksleden i Sollerön våren 2021. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel.



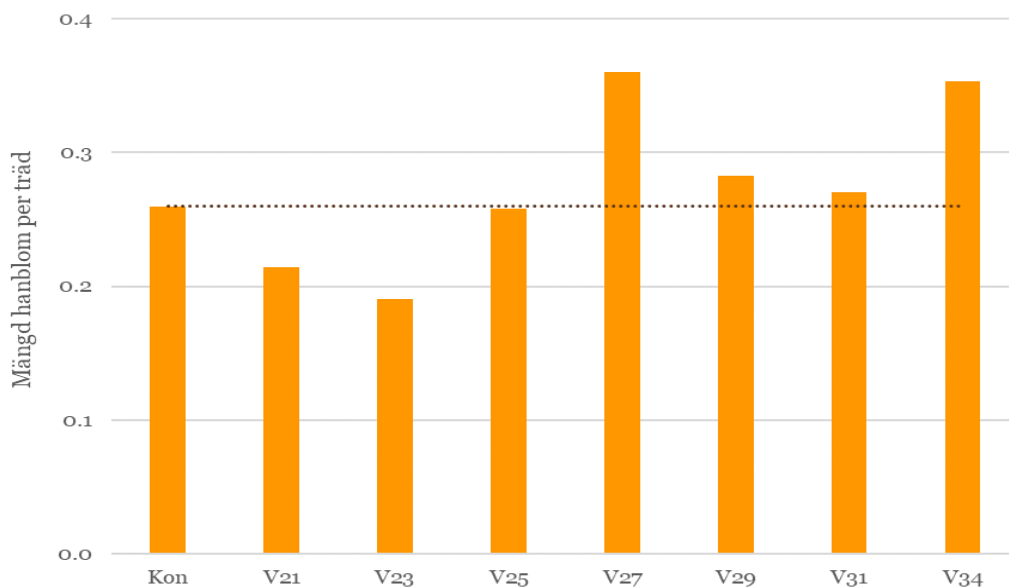
Figur 6. Mängd kott per träd i de olika försöksleden i Sollerön hösten 2021. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel.



Figur 7. Mängd hanblommor per träd i de olika försöksleden i Sollerön våren 2021. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel.

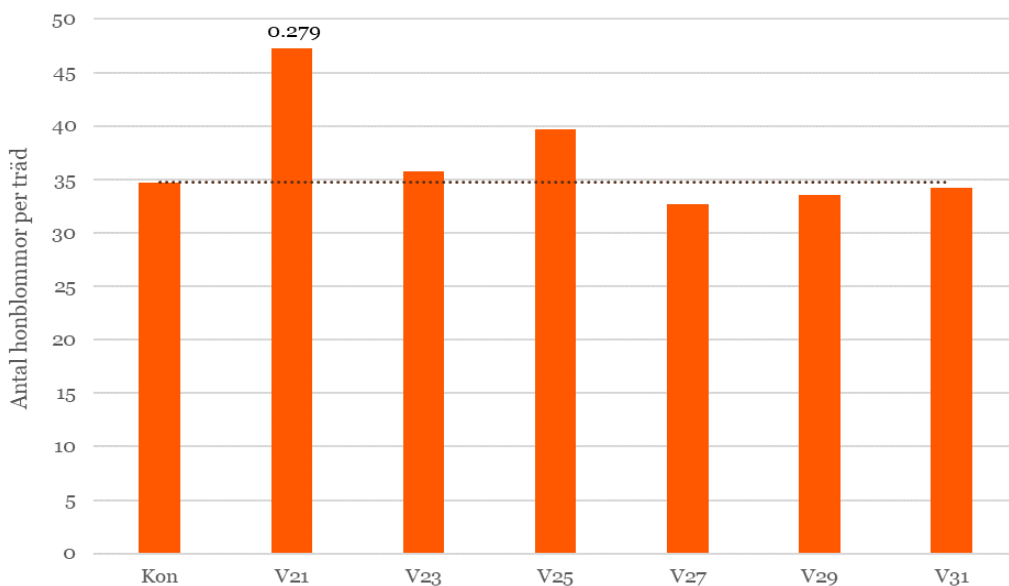


Figur 8. Antal honblommor per träd i de olika försöksleden i Sollerön våren 2022. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel. I Sollerön hade inget försöksled någon sådan signifikans våren 2022.

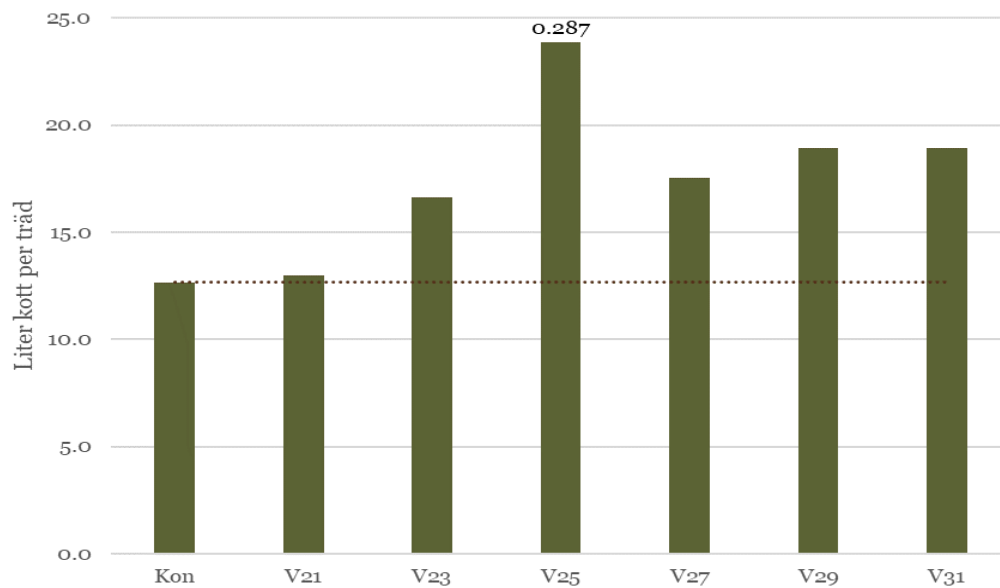


Figur 9. Mängd hanblommor per träd i de olika försöksleden i Sollerön våren 2022. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel. I Sollerön hade inget försöksled någon sådan signifikans våren 2022.

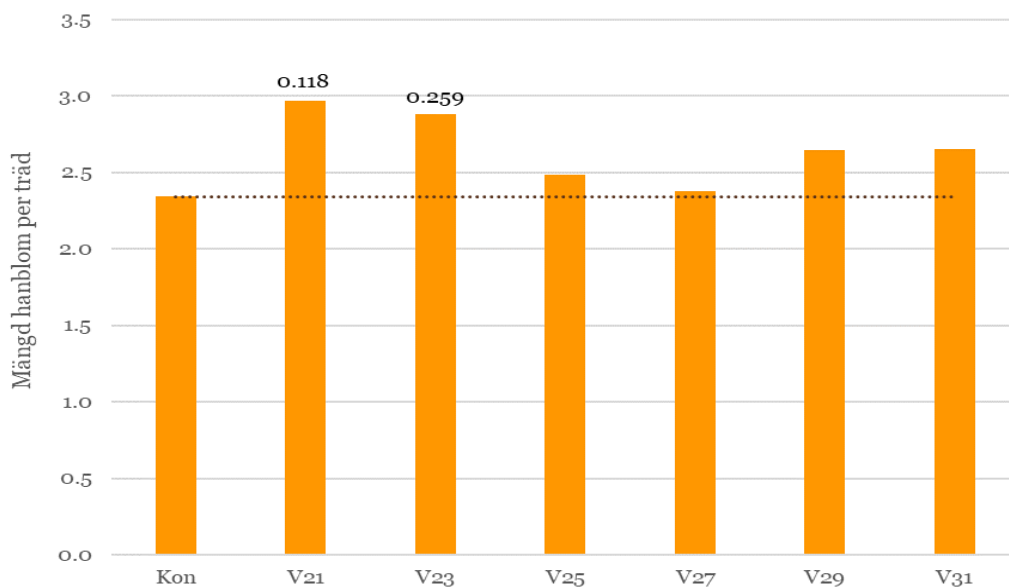
I Almnäs gav den tidigaste behandlingstidpunkten, V21, en positiv effekt på honblomningen 2021 (Figur 10). Mängden kott per träd var dock störst V25 (Figur 11). Hanblomningen 2021 påverkades mest i positiv riktning av de tidigaste rotbeskärningstidpunkterna, V21 och V23, (Figur 12). För blomningen andra året efter behandlingen, 2022, gav de senaste testade rotbeskärningstidpunkterna, V29 och V31, en tydligt positiv effekt på både hon- och hanblomning (Figur 13 och 14).



Figur 10. Antal honblommor per träd i de olika försöksleden i Almnäs våren 2021. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel.

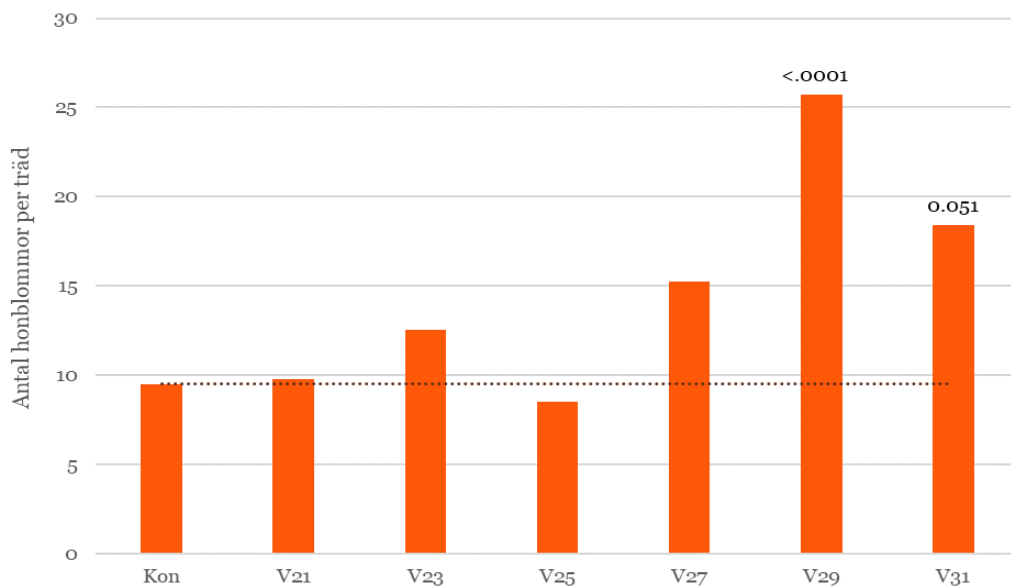


Figur 11. Mängd kott per träd i de olika försöksleden i Almnäs hösten 2021. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel.

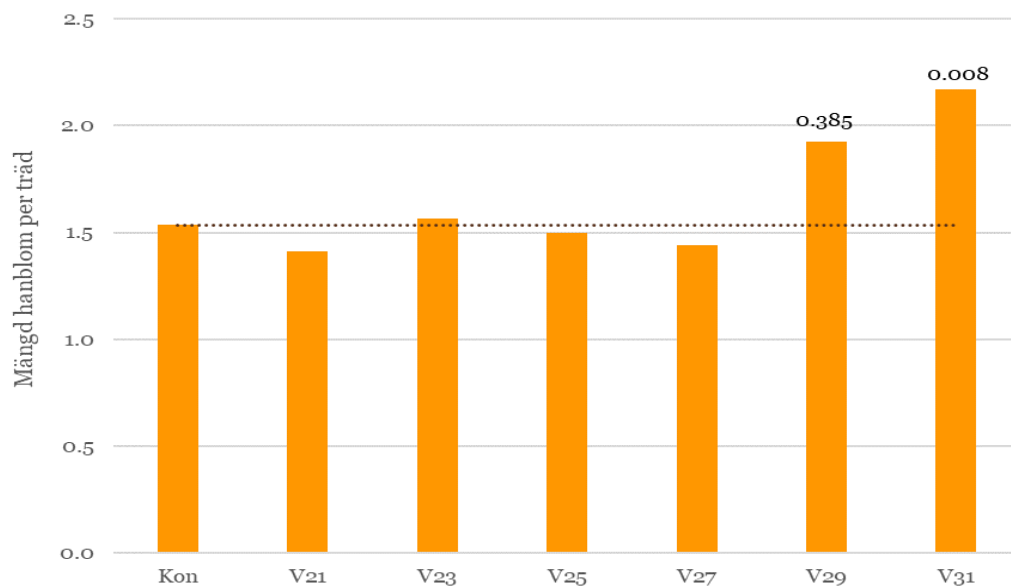


Figur 12. Antal hanblommor per träd i de olika försöksleden i Almnäs våren 2021. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel.





Figur 13. Antal honblommor per träd i de olika försöksleden i Almnäs våren 2022. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel.



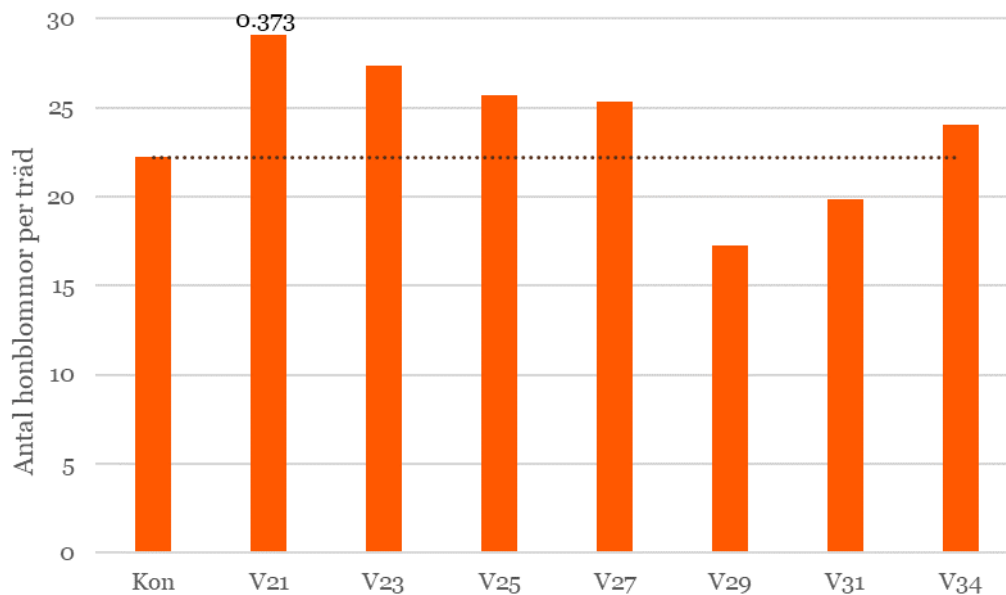
Figur 14. Antal hanblommor per träd i de olika försöksleden i Almnäs våren 2022. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel.

## Diskussion

I här redovisade försök gjordes rotbeskärningen på en sida längs trädraderna. Denna behandling påverkade inte trädens vitalitet negativt. Antalet träd med full eller endast något nedsatt vitalitet (Vit 2 & 3) var lika hög 2021 och 2022 som den var innan försöken anlades 2020 i alla försöksled i alla tre försöken (Tabell 1). Det finns dock alltid en risk att trädens vitalitet påverkas negativt om det blir en torr sommar efter rotbeskärningen. Görs rotbeskärningen på båda sidor om trädraderna kan effekten på blominitieringen öka men samtidigt ökar riskerna för att trädens vitalitet påverkas negativt. Dessa försök ger inte någon information om hur trädens vitalitet påverkas på längre sikt eller hur trädens vitalitet påverkas av upprepad rotbeskärning.

Det var ingen större påverkan av rotbeskärningen på blomningsfrekvensen hos träden, varken på hon- och/eller hanblomningen. En viss ökning av andelen träd som sätter honblommor kunde ses för de tidigaste behandlingstillfällena i Sollerön och Almnäs, men inte i Örbäck. Tidigare studier (till exempel Högberg & Eriksson 1994 och Almquist & Eriksson 2008) redovisar inte resultat för andelen blommande träd, bra jämförelsedata saknas därmed. För blomningsstimulering med gibberellin (ett blomningsstimulerande hormon) står det klart att ökning i blomning består av att både fler träd initierar blommor och att medelantalet initierade blommor per träd ökar. Den ökade blomningen som rotbeskärning vid rätt tidpunkt ger är troligen huvudsakligen en effekt av att det blir fler blommor per träd på de träd som blommar och beror endast till mindre del på att det är fler träd som blommar. För rotbeskärning behövs fler studier för att säkert kunna bestämma komponenterna som bygger upp den ökade blomningen.

De försöksvisa resultaten tyder samfällt på att den tidigaste behandlingstidpunkten, vecka 21, är den som ger säkrast positiv effekt på initieringen av honblommor och blomning året efter beskärningen. Tydligast är detta i försöket i Sollerön som också är det försöket med flest upprepningar. Säkerheten i förutsägelsen att den tidigaste behandlingen ger en positiv effekt på 47 procent är signifikant på 5 procentsnivån ( $p$ -värde på 0,034, dvs. under 0,05). Även det andra behandlingstillfället, vecka 25, verkar med stor säkerhet ge positiv effekt på initieringen av honblommor under behandlingsåret. Om data från de tre försöken slås samman och bearbetas tillsammans framstår det tydligt att de tidigaste behandlingstillfällena är de med störst positiv effekt på initiering av honblommor och att effekten avtar ju senare på sommaren behandlingen utförs (Figur 15). Om rotbeskärning tidigare än vecka 21 skulle ge en ännu större positiv effekt kan de här presenterade försöken inte ge svar på. Dock kan det förutspås att en tidigare tidpunkt än vecka 21 för rotbeskärning kan medföra problem med bärigheten då marken ännu inte hunnit torka upp tillräckligt och tillväxten i grässvålen inte heller kommit i gång.



Figur 15. Antal honblommor per träd i de olika försöksleden vid sambearbetning av data för honblomning våren 2021 i de tre försöken. Prickad linje anger nivån för kontrollen (Kon). För skillnader med ett signifikansvärde lägre än 0,4 är signifikansvärdet angivet ovanför försöksledets stapel.

För hanblomningen är effekten av rotbeskärningen begränsad men med en antydning till positiv effekt på initieringen under själva behandlingsåret (blomning 2021) vid de tidigaste behandlingstidpunkterna. Detta stämmer med erfarenheter från andra undersökningar av gran (t.ex. Högberg & Eriksson, 1994) och hos diverse andra barrträdsarter att hanblomningen är svårare att påverka än honblomningen.

Blomningen var betydligt mindre 2022 än 2021 och någon tydlig andraårseffekt av behandlingstidpunkten syns inte i försöken. I Almnäs gav dock de senaste behandlingstidpunkterna som provades i det försöket, vecka 29 och 31, en starkt positiv effekt på honblomningen 2022. Denna effekt syntes inte i Sollerön och i Örbäck uteblev blomningen i stort sett helt 2022. För att säkerställa om det finns möjlighet att rotbeskära sent på säsongen för att få en initiering av blomning året efter och blomning andra året efter behandlingen, behövs information från fler försök.

Effekten av behandlingstidpunkt kan även utvärderas som producerad mängd kott per träd. Under tiden mellan initiering av blomning och insamling av kottar kan det ha inträffat saker som påverkat kottmängden. Exempel på sådana saker är abortering av blommor på grund av skador eller bristfällig pollinering, skador av svamp samt av kott- och fröförstörande insekter. Resultaten för effekten av tidpunkt baserat på analys av kottdata är därför osäkrare än då den baseras på inventering av mängden blommor i anslutning till blomningen på våren. I Sollerön överensstämmer bästa behandlingstidpunkt mellan honblomning och kott, medan det i Almnäs är en senare behandlingstidpunkt, vecka 25, som var bäst för kottdata. I Örbäck är bilden spretig men vecka 23 är en av de bästa tidpunkterna både för honbloms- och kottdata. Slutsatsen är att kottdata inte motsäger blomdata även om kottdatas stöd för att de tidigaste behandlingstidpunkterna är bäst är svagare än för blomdata.

Signifikansnivån anger säkerheten med vilken skillnaden mellan två behandlingar skattas. I denna rapport har en signifikansnivå på 0,4 använts som den högsta nivån vars värde redovisas i figurerna. Detta är en betydligt högre nivå än den vanligast använda, 0,05 vilken motsvarar en statistiskt signifikant skillnad på 95-procentsnivån. Säkerheten i

skattningen av skillnaden mellan två behandlingar beror på flera saker som variationen inom respektive behandling och hur många upprepningar av jämförelsen mellan behandlingarna som finns i använda data. Syftet med de här presenterade försöken var att ringa in det tidsfönster då det är lämpligt att utföra rotbeskärning i syftet att initiera blomning hos granarna samma år som behandlingen sker. Signifikansvärden lägre än de som normalt används kan i det läget vara användbara och ge värdefull vägledning.

## Slutsatser

Följande slutsatser kan dras från de här presenterade försöken:

- Bästa testade tidpunkt för rotbeskärning är den tidigaste, vecka 21. Effekten avtar ju senare på säsongen som rotbeskärningen utförs.
- Rotbeskärningen ökar inte andelen träd som blommar. Möjligen finns en svag tendens till att de tidigaste tidpunkterna ger en ökning av mängden honblommor som initieras.
- Rotbeskärning på en sida längs trädraderna har inte en negativ inverkan på trädens vitalitet.
- Det kan finnas möjlighet att göra rotbeskärningen sent på säsongen och då få en initiering av blomning året efter och blomning andra året efter behandlingen. Men det behövs information från fler försök för att klarlägga detta.

## Erkännanden

Detta projekt har finansierats av forskningsprogrammet *Mer Granfrö* som finansieras av *Föreningen skogsträdsförädling* och de fem största fröproducerande organisationerna i Sverige (Sveaskog, Stora Enso Skog AB, SCA Skog AB, Holmen Skog AB och Södra skogsägarna).

För genomförandet av försöken har författaren haft god hjälp av Ulfstand Wennström och Erik Olsson på Skogforsk, samt Ove Einberg, SCA Skog i Örbäck, Lars Ryss, Stora Enso Skog i Sollerön och Sylwia Frelas, Frelas Grönservice HB, entreprenör för Svenska skogsplantor i Almnäs.

## Referenser

Almqvist & Eriksson 2008. Ökad produktion i plantage 501 Breddinge – Försök med rotbeskärning och gibberellinbehandling. Skogforsk, Arbetsrapport 658. 14 s.

Almqvist, C. & Wennström, U. 2020. Förädlat skogsodlingsmaterial 2020-2064 – Tillgång och behov av förädlat frö samt utvecklingen av den genetiska vinsten över tiden. [Improved forest regeneration material 2010-2064 – Supply and needs and development of genetic gain over time]. Skogforsk, Arbetsrapport 1066. 51 s.

Eysteinson, T. & Greenwood, M. S. 1990. Promotion of flowering in young *Larix laricina* grafts by gibberellin A 4/7 and root pruning. Can. J. Forest Res. 20: 1448-1452.

Högberg & Eriksson 1994. Effects of root pruning and stem injections with gibberellin A<sub>4/7</sub> on flowering and cone harvest in three *Picea abies* seed orchards. Scandinavian Journal of Forest Research 9:323-328.

Ross, S. D. 1991. Promotion of flowering in potted white spruce grafts by root pruning: its relationship to drought and shoot elongation. Can. J. Forest Res. 21: 680-685.

Ross, S. D. & Webber, J. E. 1985. Interaction between gibberellin A<sub>4/7</sub> and root-pruning on the reproductive and vegetative process in Douglas-fir. 1. Effects on flowering. Can. J. Forest Res. 15: 341-347.

Smith, R. and Greenwood, M. 1995. Effects of Gibberellin A<sub>4/7</sub>, root pruning and cytokinins on seed and pollen cone production in black spruce (*Picea mariana*). Tree Physiol. 15: 457-465.

Webber, J. E., Ross, S. D., Pharis, R. P. & Owens, J. N. 1985. Interaction between gibberellin A<sub>4/7</sub> and root-pruning on the reproductive and vegetative process in Douglas-fir. II. Effects on shoot elongation and its relationship to flowering. Can. J. Forest Res. 15: 348-353.