

Bättre strategisk planering av plantproduktion

En analys av olika fröförsörjnings- och traktscenarier på Stora Ensos innehav

Mats Berlin



Plantor från plantage Gnarp i Stora Ensos plantskola, Sör Amsberg. Foto: Yvonne Hedman Nordlander

Innehåll

Förord	3
Summary	4
Sammanfattning	5
Bakgrund	6
Syfte	6
Material och metoder	6
Översikt av analysystemet	7
Urval av trakter för studien	7
Traktscenarier	8
Frötillgång och scenarier	10
Tall	10
Gran	11
Hushållningsanalyser	14
Summering av alla scenarier och analyser	15
Analys med Plantval optimal	15
Resultat	17
Tall	17
Frötillgångsscenarier	17
Hushållningsanalys	20
Traktscenarioanalys	20
Gran	23
Frötillgångsscenarier	23
Hushållningsanalys	25
Traktscenarioanalys	27
Diskussion	30
Fröförsörjningsanalyser	30
Tall	30
Gran	31
Hushållningsanalyser	32
Traktscenarioanalyser	32
Slutsatser	33
Referenser	34



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

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 4 november 2021 av
Curt Almqvist, Seniorforskare. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef,
granskat och godkänt publikationen för publicering den 17 november 2021.

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2021 ISSN 1404-305X

Förord

Projektet har genomförts som ett uppdrag åt Stora Enso och jag vill rikta ett stort tack till Eva Stattin, Daniel Forsberg, Yvonne Hedman Nordlander, Oskar Skogström (numera Sveaskog) och Margareta Persson vid Stora Enso för ett gott och engagerat samarbete. Jag vill också tacka Stora Enso för framtagande och tillgång till fröförsörjnings- och traktdata. Färdigställandet av arbetsrapporten har delvis också finansierats av Skogforsks rammedel inom processen Digitalisering. Slutligen vill jag tacka Curt Almqvist, Skogforsk, för hjälp med huvudsakligen fröproduktionsdata och konstruktiva kommentarer på arbetsrapporten.

Uppsala november 2021

Mats Berlin

Summary

Plantval optimal is a web-based tool released in 2020 which helps actors with many seed sources and planting sites to distribute the right seedling to the right site to optimize the average yearly growth of all sites combined. However, strategic planning of seed supply and seedling production is complex and depends on what seed sources are available now and in the coming years and how they should be distributed/used over those years. When seeds are sown it takes a couple of years until the resulting seedlings are ready for delivery. During that time the initial set of planting sites may have changed, and the seedlings must be re-distributed to the actual planting sites. Thus, there is a need to be able to handle several different seed supply and planting site situations for different time horizons.

Consequently, in this project we have developed methodology to improve strategic planning of seedling production by setting up scenarios that vary both seed supplies, planting sites and planning horizons in a structured way, and their outcomes are analyzed by using the Plantval optimal tool. We have used Stora Enso's seed supply and planting sites for the analysis, but the methodology developed can be used by all actors that produce and plant Norway spruce and Scots pine seedlings.

The single most important measure to increase gain in areal production was to increase supply and utilization of seedlings from the seed orchards with the highest genetic gain (in Sweden those orchards are called TreO seed orchards). For Scots pine there was a substantial potential to increase production gain if Stora Enso can get access to seed from certain Finnish 1.5g seed orchards. For Norway spruce, the biggest potential in increasing production gain was to increase supply from young TreO seed orchards for central Sweden where Stora Enso is part-owner. In general, Stora Enso has a very low sensitivity to calamities in seed orchards and loss of seed influx which is the result of good supply of seed well adapted to its forest land holding as well as overlapping, complementary seed orchards.

To economize and optimize the best seed over a five-year period only produced a marginal improvement in production gain compared to a yearly independent optimization. However, the latter resulted in a large variation of production gain between years which may be precarious from a risk management perspective.

When planned planting sites were altered after the point in time when seeds have been sown, a substantial deterioration of production gain was seen in Scots pine whereas the difference is negligible for Norway spruce. This is likely a consequence of Scots pine seed orchards having a sharp and narrow optimal deployment area compared to Norway spruce but also because more Scots pine TreO-seedlings are available, which lose more growth potential in absolute numbers when they have sub-optimal adaptation to the planting site. Apart from improving predictions of future planting sites, complementary analyses are suggested for Scots pine to reduce risks originating from substantial subsequent changes in the planting sites.

Sammanfattning

Verktyget Plantval optimal är sedan 2020 ett fritt tillgängligt verktyg som ska hjälpa aktörer med många frökällor och planteringstrakter att sätta rätt planta på rätt plats för att få högsta möjliga medeltillväxt på summan av alla trakter. Men strategisk planering av fröförsörjning och plantproduktion är komplicerad och beror bland annat på vilka frökällor som finns tillgängliga nu och de kommande åren och hur frökällorna ska hushållas med. När frön sås upp tar det ett antal år tills planteringsklara plantor finns tillgängliga. På den tiden kan delar av de planteringstrakter man tänkt sig vid tidpunkten för uppsådd av olika skäl ha bytts ut och plantorna måste då omfördelas till de faktiska planteringstrakterna. Det finns alltså ett behov av att kunna hantera olika fröförsörjningssituationer och planteringstrakter för olika tidshorisonter.

Vi har därför i det här projektet utvecklat en metod för att ge underlag till bättre strategisk planering av plantproduktion som går ut på att sätta upp ett antal scenarier där såväl fröförsörjning, tidsramar och planteringstrakter varieras på ett strukturerat sätt och deras utfall analyseras med verktyget Plantval optimal. Vi har använt Stora Ensos frötillgång och planteringstrakter för analysen, men den framtagna metoden kan användas av alla aktörer som producerar och planterar tall- och granplantor.

Den enskilt viktigaste åtgärden som ger en betydande förbättring av produktionsvinsten var ökad tillgång och användning av plantagefrö på TreO-nivå. För tall fanns stor potential att öka produktionsvinsten om Stora Enso kan få tillgång till finskt frö från vissa 1.5g-plantager. För gran låg i stället den stora potentialen i att kunna öka tillgången på frön från de unga Mellansvenska TreO-plantager där man är delägare. Generellt har dock Stora Enso en mycket låg känslighet för kalamiteter i fröplantager och bortfall av fröinflöde som beror på en god tillgång på välanpassat frö för sitt innehav och alternativa, överlappande fröplantager som bidrar till de robusta produktionssiffrorna.

Att hushålla med det bästa fröet över en femårsperiod gav endast marginell förbättring i produktionsvinst jämfört med oberoende optimering varje år för sig. Utan hushållning blev det dock en stor variation i produktionsvinst mellan åren, vilket kan vara vanskligt ur ett riskhanteringsperspektiv.

När trakter planerade för plantering förändras efter uppsådd blev det en betydande försämring av produktionsvinsten för tall medan den blir närmast försumbar för gran. Detta beror främst på att tallplantagerna har ett snävare och smalare optimalt användningsområde jämfört med granplantagerna, men också på att det finns fler och mer tallplantor från TreO-plantager som får en större sänkning av produktionsvinsten vid sämre anpassning till planteringstrakten. Förutom att förbättra säkerheten i prediktion av framtida planteringstrakter föreslås kompletterande analyser för tall för att minska riskerna vid betydande förändringar av planteringstrakterna efter uppsådd.

Bakgrund

För ett bolag som Stora Enso, som har en egen fröförsörjning och både egen och extern mark som ska återbeskogas, finns många olika steg och utmaningar i arbetet med förnygringsplaneringen. Vilka frökällor och hur mycket av varje frökälla som ska sås upp beror på vilka områden och tillhörande trakter som planeras för återbeskogning. Det är för dessa beslut som verktyget Plantval optimal ska kunna ge förbättrade underlag genom att optimera den årliga medeltillväxten för ett specifikt antal trakter och en förutbestämd frötillgång (Davidsson m.fl. 2018). Även om verktyget nu finns fritt tillgängligt (Skogforsk 2021a) är det bara en pusselbit i ett mer effektivt förnygringsarbete och det finns ett antal frågor kring strategisk planering av frötillgång och uppsådder och dess påverkan på skoglig produktion som aktualiserades av verktygets introduktion. Frötillgången är aldrig statisk utan beror på balansen mellan inflöde av frö från fröplantageskördar och uppsådd av frö för att skapa plantor. Inflödet av frö kan påverkas både positivt, genom förbättrad skötsel av de egna plantagerna och inköp av externt frö, och negativt, genom skador och kalamiteter i fröplantagerna. Frågan är hur mycket och på vilket sätt olika potentiella frötillgångar kan påverka framtida skoglig tillväxt? En relaterad fråga är hur stora mängder av det allra bästa fröet som ska sås upp under ett specifikt år för att ge bästa möjliga produktion för det året utan att underminera möjligheterna till hög produktion de kommande åren? Dessutom tar det ett antal år från det att beslut om uppsådd tas till att de resulterande plantorna ska användas för plantering. Här uppstår alltså en osäkerhet då de trakter som de facto ska planteras när plantorna är leveransklara kan se annorlunda ut än det man utgick ifrån vid uppsådden. Det kan finnas många skäl till att det preliminära urvalet av trakter ändras, till exempel längd på hyggesvila, kalamiteter och affärsmässiga ändringar. Därför finns ett behov av att utveckla metodik för att analysera ovan nämnda frågor och på så sätt skapa underlag för förbättrad strategisk planering av uppsådd och plantproduktion. Den här studien ämnar göra just detta för Stora Ensos nuvarande traktinnehav och fröförsörjningsdata. Även om Stora Ensos data används för analysen kommer både övergripande mönster och metodiken som används att vara av mer generell karaktär och därmed av intresse för andra liknande aktörer.

Syfte

Syftet med detta projekt var att utveckla metodik för förbättrad strategisk planering vid plantproduktion genom att analysera Stora Ensos frötillgång och planteringstrakter med verktyget Plantval optimal.

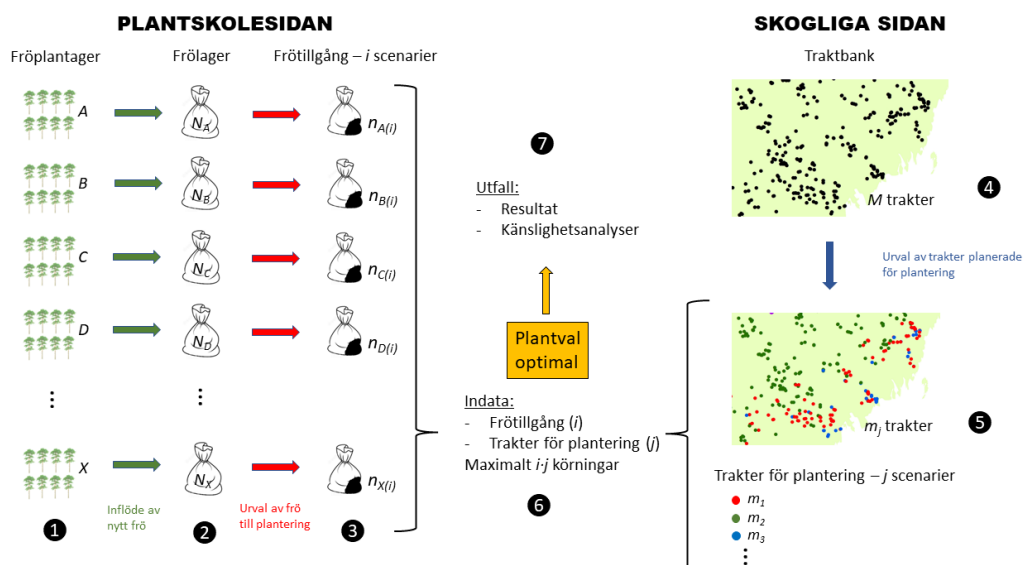
Material och metoder

Övergripande ställdes ett antal scenarier upp som varierar både frötillgång och planteringstrakter. Dessa utvärderades sedan avseende påverkan på den årliga medeltillväxten för tall och gran på Stora Ensos planerade förnygringsytor under de kommande fem åren. För att undersöka effekterna av hushållning med frö gjordes en

analys där årlig medeltillväxt vid årlig sekventiell optimering av frökällorna jämförs med en enda optimering över alla fem årens trakter.

Översikt av analysystemet

Den del av föryngringssystemet vi här analyserat bygger på information från två håll, dels från plantskolesidan som hanterar fröförsörjning och producerar plantor, dels från den skogliga sidan som hanterar alla trakter som planeras för föryngringsåtgärder (Figur 1).



Figur 1: Översikt av föryngringssystemet som studeras och övergripande beskrivning av analysmetodiken.

För varje trädslag finns tillgång till ett antal (X) fröplantager/frökällor ①. Från dessa plantager/frökällor har det byggts upp ett frölager där det vid en viss tidpunkt finns en mängd tillgängligt frö $N_{(1...X)}$ från varje frökälla ②. Vid varje år då fröplantagen plockats eller frö köpts finns då ett inflöde av frö som ökar tillgången i frölagret. Varje år används också en delmängd av fröet $n_{(1...X)}$ från varje frökälla för uppsädd ③. Genom att inflödet och tillgången på frö samt tidshorisonten för planering har varierats, skapades ett antal olika fröförsörjningsscenarier (i). På den skogliga sidan finns i stället en traktbank med M trakter som är planerade för föryngringsavverkning ④. Genom att olika uppsättningar av föryngringstrakter m_Y för en femårsperiod valts ut, skapades ett antal traktscenarier (j) ⑤. Tillsammans bygger scenarierna för frötillgång och trakter upp en uppsättning indata till körningar med Plantval optimal ⑥. Resultaten från dessa körningar har därefter jämförts på ett strukturerat sätt och bidragit till ett förbättrat underlag för föryngringsplanering ⑦.

Urval av trakter för studien

För studien fick vi tillgång till Stora Ensos alla trakter i egen ägo som är tillgängliga för föryngring av gran och tall under den närmaste tioårsperioden. Som referens fick vi även tillgång till de gran- och talltrakter som planerats för föryngring under 2022.

Informationen för varje trakt bestod av: (1) vilket trädslag som ska planteras (tall eller gran då endast trädslagsrena trakter antas i studien); (2) koordinater; (3) beräknad bonitet ($\text{m}^3\text{sk}/\text{ha}\cdot\text{år}$); (4) effektiv areal (ha) och; (5) plantbehov. För gran behövdes traktens altitud (möh) (Skogforsk 2021b) och för tall behövdes traktvis information om eventuell lokalklimatisk justering och lägsta acceptabel överlevnadsnivå (Skogforsk 2021c). De planerade trakterna för 2022 användes för att välja ut tall- och grantrakter för en framtida femårsperiod avsedda för analys. Då de planerade trakterna till viss del skiljde sig åt från de tillgängliga trakterna i rumslig fördelning, medelvärde på areal, bonitet och plantbehov valde vi att använda antalet planerade trakter som urvalskriterium för de tillgängliga trakterna. För tall ska då 2 452 trakter och för gran 1608 trakter planteras varje år under femårsperioden. Det totala antalet tillgängliga trakter för tall (17 357) och gran (14 992) fördelades på 13 områden och vi har bibehållit den procentuella fördelningen på områden vid urval till analysdata (Tabell 1).

Tabell 1: Antal gran- och talltrakter per område och år som valts ut till analysen.

Område	Gran			Tall		
	Antal trakter	Proportion (%)	Årlig plantering	Antal trakter	Proportion (%)	Årlig plantering
Fryksdal	1428	9,5	153	659	3,8	93
Gäst N Upp	698	4,7	75	1455	8,4	206
Hylte	383	2,6	41	150	0,9	21
Härjedal	990	6,6	106	2385	13,7	337
N Hälsingl	369	2,5	40	468	2,7	66
N Värml	1205	8,0	129	1219	7,0	172
NV Dala	1281	8,5	137	2643	15,2	373
S Hälsingl	402	2,7	43	968	5,6	137
V Bergsl	1393	9,3	149	857	4,9	121
Värml Boh	1777	11,9	191	897	5,2	127
Ö Bergsl	1063	7,1	114	1241	7,1	175
Ö Dalarna	1145	7,6	123	1955	11,3	276
Ö Värml	2858	19,1	307	2460	14,2	348
Totalt	14992	100	1608	17357	100	2452

Urvalet av trakterna till femårsperioden har gjorts med slumpmässigt urval inom varje område genom att använda funktionen "RAND" i Excel. 2452 och 1608 trakter har då slumpats ut för vart och ett av fem individuella planteringsår och bildar då traktreferensscenarier för år ett till fem ($T_{ref1}, T_{ref2}, T_{ref3}, T_{ref4}, T_{ref5}$). Dessa har sedan summerats ihop för att skapa traktdata för hela femårsperioden och bildar det som vi framöver kallar traktreferensscenariot för hela femårsperioden (T_{ref1-5}).

De trakter vi analyserat innefattar endast Stora Ensos eget innehav och därmed inga externa trakter.

Traktscenarier

Syftet med traktscenarierna var att simulera en situation då frö har såtts upp för att förse en viss uppsättning trakter med plantor men att dessa trakter av någon anledning delvis kommer att bytas ut vid tidpunkten för leverans och plantering. Då denna situation endast uppstår efter att uppsådd gjorts har vi därför plockat ut traktreferensscenariot för

är ett (T_{ref1}) för tall respektive gran med den fördelning av plantor som en optimering skulle ge för just dessa trakter (se beskrivning av hushållningsanalyserna nedan). Därefter har vi förändrat de trakter som ska planteras med dessa plantor enligt fyra scenarier:

Scenario 1: En minskning av antalet planteringstrakter i närheten av Kvarnsvedens bruk på grund av dess framtidsplaner. Det innebar en påtaglig minskning i område Östra Dalarna och en viss minskning i Östra Bergslagen och Nordvästra Dalarna. Samtidigt ökades antalet planteringstrakter i närliggande områden (Gästrikland/Norra Uppland, Södra Hälsingland, Värmland/Bohuslän och Fryksdal) med industriell efterfrågan.

Scenario 2: Kraftigt minskad plantering i område Härjedalen, vilket skulle simulera ökat skydd för fjällnära skog. Vi antog att dessa borttagna trakter fördelades jämnt över de andra områdena.

Scenario 3a: Kraftigt ökat planteringsbehov på grund av kalamitet som antogs inträffa i område Östra Värmland. I detta scenario minskade vi i stället antalet trakter som skulle planteras i närliggande områden (Fryksdal, Norra Värmland, Nordvästra Dalarna och Östra Bergslagen).

Scenario 3b: Som scenario 3a men vi minskade i stället antalet trakter som skulle planteras jämnt fördelat över alla områden.

Både tall och gran hade samma traktscenarier och urvalet av trakter för dessa scenarier gjordes genom att öka och minska proportionen/antalet trakter i de olika områdena (Tabell 2).

Tabell 2: Procentuell fördelning av planteringstrakter för tall och gran för alla traktscenarier. Ökning eller minskning jämfört med referensscenario redovisas med (+) och (-).

Område	Gran					Tall				
	Ref.	Scen 1	Scen 2	Scen 3a	Scen 3b	Ref.	Scen 1	Scen 2	Scen 3a	Scen 3b
Fryksdal	9,5	12,0 (+)	10,0 (+)	7,1 (-)	4,0 (-)	3,8	7,1 (+)	4,3 (+)	3,1 (-)	2,0 (-)
Gäst N Upp	4,7	6,0 (+)	4,9 (+)	3,5 (-)	4,7	8,4	12,5 (+)	9,5 (+)	6,8 (-)	8,4
Hylte	2,6	2,6	2,7 (+)	1,9 (-)	2,6	0,9	0,9	1,0 (+)	0,7 (-)	0,9
Härjedal	6,6	6,6	1,7 (-)	4,9 (-)	6,6	13,7	13,7	2,0 (-)	11,2 (-)	13,7
N Hälsingl	2,5	2,5	2,6 (+)	1,8 (-)	2,5	2,7	2,7	3,1 (+)	2,2 (-)	2,7
N Värml	8,0	8,0	8,5 (+)	5,9 (-)	3,0 (-)	7,0	7,0	8,0 (+)	5,7 (-)	3,0 (-)
NV Dala	8,5	7,0 (-)	9,0 (+)	6,3 (-)	3,0 (-)	15,2	10,0 (-)	17,3 (+)	12,4 (-)	8,3 (-)
S Hälsingl	2,7	4,5 (+)	2,8 (+)	2,0 (-)	2,7	5,6	8,5 (+)	6,3 (+)	4,5 (-)	5,6
V Bergsl	9,3	9,3	9,8 (+)	6,9 (-)	9,3	4,9	4,9	5,6 (+)	4,0 (-)	4,9
Värml Boh	11,9	14,5 (+)	12,5 (+)	8,8 (-)	11,9	5,2	8,5 (+)	5,9 (+)	4,2 (-)	5,2
Ö Bergsl	7,1	5,0 (-)	7,5 (+)	5,2 (-)	2,3 (-)	7,1	5,0 (-)	8,1 (+)	5,8 (-)	4,0 (-)
Ö Dalarna	7,6	3,0 (-)	8,0 (+)	5,7 (-)	7,6	11,3	5,0 (-)	12,8 (+)	9,2 (-)	11,3
Ö Värml	19,1	19,1	20,1 (+)	40,0 (+)	40,0 (+)	14,2	14,2	16,1 (+)	30,1 (+)	30,1 (+)

I de scenarier där andelen trakter ändrats, byttes kvarvarande trakter inte ut utan de reducerades eller adderades endast med nya trakter. Även om antalet trakter var det samma i alla scenarier kan arealen variera. Speciellt är det fallet med trakterna i Härjedalen som i snitt var större än i många andra områden. Därför kan den totala årliga medelproduktionen skilja mellan scenarierna och den mest relevanta jämförelsevariabeln är i stället den procentuella vinsten.

Frötilgång och scenarier

Stora Ensos frölager 2021 för tall och gran användes som bas för alla analyser. Fröinflöde antogs endast komma från plantager som Stora Enso har deläggande i och där det finns en plan för kottskörd. För att kunna beräkna fröinflöden användes schabloniserade värden från Almqvist och Wennström (2020). Dessa stämde av mot faktiskt fröinflöde hos Stora Enso under en tioårsperiod för de plantager där sådan information fanns och de schabloniserade värdena visade sig utgöra en god approximation av verkligt fröinflöde. För gran användes även information om produktionshöjande åtgärder i de unga TreO-plantagerna (Almqvist m.fl. 2010) och omräkningstal från kg frö till plantantal togs från Rosvall (2003).

Tall

Tallen har ett tämligen pålitligt årligt fröinflöde efter att plantagerna kommer i produktion. Det innebär att hänsyn togs till årligt fröinflöde för alla relevanta svenska plantager i alla scenarier. Plantager med särplock justerades baserat på antalet särplockade kloner i förhållande till det totala antalet kloner (Tabell 3).

För alla analyser över femårsperioder med referenstraktscenario T_{ref1-5} summerades det årliga fröinflödet ihop över fem år.

Förutom scenarier med svenska fröplantager lade vi till scenarier där tillgång gavs till Siemen Forelias finska tallfröplantager. Dessa scenarier användes för att utvärdera huruvida det fanns en potentiellt produktionshöjande effekt av att kunna nyttja även finska frökällor. Totalt har följande sex fröförsörjningsscenarier analyserats:

Referens: Stora Ensos frölager för 2021 med schabloniserat fröinflöde från alla plantager där Stora Enso har (del)äggande och som planerats plockas under perioden.

Kalamitet_Njuparna: Som referensscenariot men vi antog att TreO-plantage Njuparna råkat ut för någon kalamitet och inte gav något fröinflöde under femårsperioden.

Referens_utan_Hade: Som referensscenariot men vi tog helt bort all tillgång till frö (såväl inflöde som frölager) från plantage Hade under femårsperioden.

Referens_utan_Njuparna: Som referensscenariot men vi tog helt bort all tillgång till frö (såväl inflöde som frölager) från plantage Njuparna under femårsperioden.

Finska_plantager_äldre: Som referensscenariot men med obegränsad tillgång till Siemen Forelias 1g och 1.25g plantager. Dessa motsvarar svenska EttO- och TvåO-plantager med avseende på genetisk vinstnivå och ålder.

Finska_plantager_alla: Som referensscenariot men med obegränsad tillgång till Siemen Forelias alla plantager. Detta inkluderar även plantager (1.5g) som motsvarar svenska TreO-plantager i design och genetisk vinstnivå.

De finska plantagerna har anonymiserats i alla analyser och redovisades endast som Fin_1g_x, Fin_1.25g_x och Fin_1.5g_x, där x är ett löpnummer.

Tabell 3: Stora Ensos frölager och beräknade fröinflöde för alla tallfröplantager.

Plantagenamn	Nummer	Etableringsår	Plantagekategori ¹	Fröinflöde/år	Frölager vid start ²
Östteg	FP-10	1960	1g	0	0 – 1 000 000
Solvarbo	FP-28	1960	1g	0	0 – 1 000 000
Våge	FP-125	1969	1g	0	0 – 1 000 000
Hortlax	FP-401	1965	1g	0	0 – 1 000 000
Nedansjö	FP-403	1956	1g	0	0 – 1 000 000
BogrunDET	FP-406	1970	1g	0	0 – 1 000 000
Domsjöänget	FP-411	1957	1g	0	0 – 1 000 000
Domsjöänget	FP-412	1955	1g	0	1 000 000 – 10 000 000
Tällby	FP-433	1961	1g	0	> 10 000 000
Tällby	FP-433A	1961	1g	0	1 000 000 – 10 000 000
Nervsön	FP-441	1960	1g	0	1 000 000 – 10 000 000
Sollerön	FP-442	1959	1g	0	1 000 000 – 10 000 000
Österfärnebo	FP-452	1960	1g	0	0 – 1 000 000
Askerud	FP-493	1968	1g	0	1 000 000 – 10 000 000
Lycksta	FP-603	1984	1.25g	2 359 578	> 10 000 000
Lilla Istad T19:1	FP-604	1982	1.25g	0	1 000 000 – 10 000 000
Gotthardsberg T19:2	FP-606B	1989	1.25g	0	1 000 000 – 10 000 000
Moliden T4	FP-609	1984	1g	0	0 – 1 000 000
Hade	FP-610	1989	1.25g	9 085 440	> 10 000 000
Sollerön	FP-616	1988	1.25g	11 389 560	> 10 000 000
Äxuln	FP-617	1984	1.25g	0	1 000 000 – 10 000 000
Slåttholmen T7	FP-619	1987	1.25g	0	1 000 000 – 10 000 000
Gnarp T12	FP-620	1988	1.25gS	7 502 040	> 10 000 000
Gnarp T12	FP-620A	1992	1.25gS	1 567 590	1 000 000 – 10 000 000
Pålberget T6	FP-623	1994	1.25gS	2 077 920	1 000 000 – 10 000 000
Köpmanholmen T11	FP-624	1990	1.25g	5 463 900	> 10 000 000
Drögsnäs	FP-628	1990	1.5g	3 120 000	1 000 000 – 10 000 000
TreO T13 Njuparna	FP-633	2008	1.5g	1 361 360	1 000 000 – 10 000 000
TreO T12 Husta	FP-637	2011	1.5gS	2 493 660	0 – 1 000 000

¹Plantagekategorier enligt Berlin m.fl. (2019).

²Frölagret är efter önskemål från Stora Enso endast redovisat i kategorier med olika spann avseende frömängd.

Gran

I tall ingick endast fröplantager som frökällor men i gran ingick även såväl inhemskt som östeuropeiskt beståndsför. Då effekterna av inkorsning från externt pollen ännu inte ingår i Plantvals modeller bedömde vi att vinstnivåerna på de unga plantagernas fröskördar överskattas något i beräknad arealproduktion (när de är i full produktion och äldre är siffrorna mer rimliga). I den här studien sänkte vi därför vinstnivån från 25 till 20 procent på alla unga TreO-plantager av gran, vilket ungefär skulle motsvara en inkorsning på 40 procent (och bli mer likt tallens beräkningar/estimat). Stora Ensos frölager vid analysstart såg ut som i tabell 4.

Tabell 4: Stora Ensos frölager för fröplantager, arkiv och beståndsfrö.

Typ	Plantagenamn	Nummer	Genetisk nivå ¹	Frölager vid start ²
Plantage	Lill-Pite	FP-7	10	0 – 1 000 000
Plantage	Hissjö	FP-13	10	0 – 1 000 000
Plantage	Jung	FP-26	10	1 000 000 – 10 000 000
Plantage	Högseröd	FP-31	10	> 10 000 000
Plantage	Runesten	FP-58	10	0 – 1 000 000
Plantage	Saleby (s)	FP-66	10	1 000 000 – 10 000 000
Plantage	Ön	FP-444	10	> 10 000 000
Plantage	Sör Amsberg	FP-453	10	1 000 000 – 10 000 000
Plantage	Lustnäset	FP-487	10	0 – 1 000 000
Plantage	Myra	FP-496	10	1 000 000 – 10 000 000
Plantage	Bredinge (s)	FP-501	15	1 000 000 – 10 000 000
Plantage	Ålbrunna	FP-504	15	> 10 000 000
Plantage	Nedra Sandby (s)	FP-506	10	> 10 000 000
Plantage	Gringelstad G4	FP-507	10	> 10 000 000
Plantage	Almnäs	FP-508	15	1 000 000 – 10 000 000
Plantage	Målilla (s)	FP-512	10	> 10 000 000
Plantage	Multrå G3	FP-517	15	1 000 000 – 10 000 000
Plantage	TreO G4 Sollerön	FP-520	20	0 – 1 000 000
Plantage	TreO G7 Söregärde	FP-518	20	0 ⁴
Plantage	TreO G5 Ön	ej reg ³	20	0 ⁴
Plantage	TreO G5 Sjögränd	ej reg ³	20	0 ⁴
Plantage	TreO G5 Gårdskär	ej reg ³	20	0 ⁴
Plantage	TreO G4 Ed	ej reg ³	20	0 ⁴
Plantage	TreO G6 Saleby	ej reg ³	20	0 ⁴
Plantage	TreO G89M Olofs	ej reg ³	20	0 ⁴
Arkiv	Brunsberg zon5	FT-901	10	1 000 000 – 10 000 000
Arkiv	Brunsberg zon6 (s)	FT-902	10	1 000 000 – 10 000 000
Bestånd	Emmaboda FO-H-18	-	0	1 000 000 – 10 000 000
Bestånd	958 Alfta Stavsberg	-	0	0 – 1 000 000
Bestånd	Transtrand	-	0	0 – 1 000 000
Bestånd	953 Gullberg	-	0	1 000 000 – 10 000 000
Bestånd	961 Granfjället	-	0	0 – 1 000 000
Bestånd	Östeuropa	-	10	> 10 000 000

¹Genetisk vinst i tillväxt (%)

²Frölagret är efter önskemål från Stora Enso endast redovisat i kategorier med olika spann avseende frömängd.

³Plantagen ännu ej registrerad i rikslängden

⁴Finns ej i Stora Ensos frölager men kommer att ha ett fröinflöde i vissa scenarier

För gran var fröinflödet från plantager mer varierande både i frekvens och mängd så till skillnad från tall utgick referensscenariot från att det inte förekom något fröinflöde, men alla analyser gjordes fortfarande över femårsperioder med referenstraktscenario T_{ref1-5} .

För att undersöka effekterna av ett kraftigt blomningsår (mastår) i en viktig plantage adderade vi i ett scenario (Mastår_Almnäs) ett fröinflöde från plantage Almnäs som var tre gånger större än schablonvärdet i Almqvist och Wennström (2020), vilket överensstämde väl med empiriska data från faktiska fröinflöden vid goda blomningsår i till exempel plantage Målilla.

I analysen av inflöde från de nya TreO-plantagerna utgick vi däremot från schablonvärden för fröinflöde (TreO_bas) men lade till effekterna av produktionshöjande åtgärder. Scenario TreO_realist räknade med halva förbättringspotentialen medan scenario TreO_optimist räknade med hela förbättringspotentialen av de produktionshöjande åtgärderna. I Almqvist m.fl. (2010) beskrivs dessa åtgärder för att öka fröskörden från plantager och effekterna av dem räknades ut enligt tabell 5.

Tabell 5: Ökning i fröproduktion av olika skötselåtgärder i fröplantager per scenario. Den totala effekten är multiplikativ och har använts i analyserna.

Scenario	Intensivare skötsel	Blomningsstimulering	Insektskontroll	Total effekt
TreO realist	1,05	1,10	1,05	1,21
TreO optimist	1,10	1,20	1,10	1,45

Fröproduktionen uttryckt i kg frö per hektar och år beräknades genom att uppdatera basscenariot från Almqvist och Wennström (2020) (Tabell 6).

Tabell 6: Fröproduktion (kg frö per hektar och år) vid olika scenarier för granplantager i olika åldrar efter etablering och geografisk lokalisering. Modifierad från Almqvist och Wennström (2020).

Ålder	TreO Bas		TreO realist		TreO optimist	
	> 62°	< 62°	> 62°	< 62°	> 62°	< 62°
1–5	0	0	0	0	0	0
6–10	0	0	0	0	0	0
11–15	0	0	0	0	0	0,5
16–20	0	1,0	0	1,2	0,5	1,5
21–25	2,0	2,0	2,4	2,4	2,9	2,9
26–30	5,0	5,0	6,1	6,1	7,3	7,3
31–40	5,0	6,0	6,1	7,3	7,3	8,7
41–60	4,0	5,0	4,9	6,1	5,8	7,3

Ett ytterligare scenario lades till för att undersöka effekten av större tillgång till elitfrö från zon G7. Det gjordes genom att ge obegränsad tillgång till plantage TreO G7 Söregärde i scenario G7_TreO.

Nedan summeras de sex fröförsörjningsscenarierna för gran:

Referens: Hela nuvarande fröbank utan fröinflöde från någon frökälla.

Mastår_Almnäs: Som referensscenariot men med fröinflöde från plantage Almnäs motsvarande ett år med kraftig blomning (mastår).

G7_TreO: Obegränsad tillgång på frö från plantage TreO G7 Söregärde.

TreO_bas: Som referensscenariot men med schablonmässigt tillflöde från nya TreO-plantager utan åtgärder för förbättrad fröproduktion.

TreO_realist: Som Treo_bas men med halva teoretiska potentialen av ökad fröproduktion genom skötselåtgärder från nya TreO-plantager.

TreO_optimist: Som Treo_bas men med hela teoretiska potentialen av ökad fröproduktion genom skötselåtgärder från nya TreO-plantager.

För de fröplantager där fröinflöde inkluderats i något scenario såg inflödet över femårsperioden ut enligt tabell 7.

Tabell 7: Inflödet av granfrö över en femårsperiod för de olika scenarierna utöver referensscenariot.

Plantagenamn	Mastår_Almnäs	G7_TreO	TreO_bas	TreO_realist	TreO_optimist
Almnäs	8 633 625	0	0	0	0
TreO G4 Sollerön	0	0	2 760 000	3 335 000	4 025 000
TreO G7 Söregärde	0	∞	0	0	0
TreO G5 Ön	0	0	1 725 000	2 070 000	2 415 000
TreO G5 Sjögränd	0	0	2 300 000	2 760 000	3 565 000
TreO G5 Gårdskär	0	0	0	0	230 000
TreO G4 Ed	0	0	1 725 000	2 070 000	2 530 000
TreO G6 Saleby	0	0	805 000	920 000	1 725 000
TreO G89M Olofs	0	0	0	0	690 000

Hushållningsanalyser

I samtliga tidigare fröförsörjningsscenarier har vi sett alla referenstrakter över en femårsperiod (T_{ref1-5}) som en analysenhet för att optimera användningen av tillgängligt frö för denna tidshorisont. Ett annat alternativ är att analysera och optimera varje års trakter oberoende var för sig ($T_{ref1}, T_{ref2}, T_{ref3}, T_{ref4}, T_{ref5}$). Det första alternativet (femårsperioden) kan anses motsvara en hushållning av det bästa fröet som fördelas ut över de fem årens trakter. Motsatsen skulle vara att man utan restriktioner på fröanvändning optimerar användningen av tillgängligt frö varje år för sig helt oberoende av varandra. Risker i det senare fallet är att allt det bästa elitfröet i stor utsträckning eller helt används upp under det första året, vilket kan medföra att produktionsnivån i följande års plantor/planteringar sjunker när de bästa plantorna är slut.

I den här studien har vi jämfört den årliga medelproduktionen och fröanvändningen för en optimering baserad på en femårsperiod med separata optimeringar för de fem individuella åren var för sig och utan fröanvändningsrestriktioner. För tall gjordes denna analys endast för fröförsörjningsreferensscenariot och traktreferensscenariot med separat fröinflöde för de individuella åren. För gran gjordes analysen för både fröförsörjningsreferensscenariot och scenario TreO_optimist men bara för

traktreferensscenariot. Vi har för gran inte antagit något separat årligt inflöde av frö utan allt frö har i scenario TreO_optimist funnits tillgängligt direkt vid år ett. Detta är en viss förenkling men då syftet med denna analys var att skapa kontrasterande scenarier och att granen är så ojämn i sin blomning, bedömde vi denna förenkling vara rimlig.

Summering av alla scenarier och analyser

Totalt har sex fröförsörjningsscenarier analyserats för tall och gran över femårsperioder. För fröförsörjningsreferensscenariot gjordes även en analys av de individuella åren för sig för båda trädslag och dessutom för scenario TreO_optimist för gran. Alla tidigare nämnda analyser/scenarier gjordes med traktreferensscenariot men för fröförsörjningsreferensscenariot gjordes även analyser för alla traktscenarier för båda trädslag (Tabell 8).

Tabell 8: De olika fröförsörjningsscenarierna och hur dessa kombineras med olika tidsramar, traktscenarier och analyser. Traktscenarierna följer de förkortningar som angivits tidigare i rapporten.

Trädslag	Fröförsörjningsscenario	FA ¹	TA ^{2,3}	HA ⁴
Gran	Referens	T_{ref1-5}	$T_{ref1, 1,2,3a, 3b}$	$T_{ref1,...,5}, T_{ref1-5}$
Gran	Mastår_Almnäs	T_{ref1-5}	-	-
Gran	G7_TreO	T_{ref1-5}	-	-
Gran	TreO_Bas	T_{ref1-5}	-	-
Gran	TreO_Realist	T_{ref1-5}	-	-
Gran	TreO_Optimist	T_{ref1-5}	-	$T_{ref1,...,5}, T_{ref1-5}$
Tall	Referens	T_{ref1-5}	$T_{ref1, 1,2,3a, 3b}$	$T_{ref1,...,5}, T_{ref1-5}$
Tall	Kalamitet_Njuparna	T_{ref1-5}	-	-
Tall	Referens_utan_Hade	T_{ref1-5}	-	-
Tall	Referens_utan_Njuparna	T_{ref1-5}	-	-
Tall	Finska_plantager_äldre	T_{ref1-5}	-	-
Tall	Finska_plantager_alla	T_{ref1-5}	-	-

¹Fröförsörjningsanalyser

²Traktscenarioanalyser

³Siffrorna anger motsvarande traktscenario.

⁴Hushållningsanalyser

Analys med Plantval optimal

Plantval optimal (Skogforsk 2021a) är ett verktyg som optimerar årlig medelproduktion för en uppsättning trakter och tillgängliga frökällor för gran och tall (Davidsson m.fl. 2018). Det bygger på modeller för tillväxt och överlevnad som finns implementerade i Plantvals modellplattform (Berlin m.fl. 2014, Berlin m.fl. 2016, Skogforsk 2021d). Vi har använt Plantval optimal för utvärdering av samtliga analyser och scenarier men det fanns ett antal justeringar i indata som redovisas nedan.

I gran ingår i dagsläget inte inkorsning i Plantvals modeller och för att inte överskatta vinstnivån i de unga TreO-plantagerna av gran reducerades schablonmässigt vinstnivån på alla TreO-plantager från de förväntade 25 procenten när de är i full pollenproduktion

till 20 procent. Detta gjordes för att ta hänsyn till ökad grad av inkorsning och ojämnt klonbidrag i dessa unga plantager.

För tall var ett antal plantager i en ”ung produktionsfas”, vilket innebär att deras inkorsningsnivå ändras år från år under femårsperioden. Av de svenska plantagerna var Njuparna och Husta av den kategorin samt två av de finska plantagerna. Det blir omöjligt att ge samma förutsättningar för en femårsanalys och en analys över de individuella åren för sig om hänsyn ska tas till enskilda års inkorsningsnivå. I stället valde vi att åsätta medelvärde för inkorsningsnivå över de fem åren för både femårskörningen och de enskilda åren, vilket vi bedömde som en god approximation och medförde jämförelser av identiska fröplantageförutsättningar i de båda analyserna. En ytterligare effekt var att jämförelsen mellan de svenska och finska TreO/1.5g-plantagerna blev mer rättvisande då flera finska plantager är i full produktion och därmed inte förändras (förbättras) över femårsperioden. I Plantval sköts inkorsningsnivå automatiskt genom att åsätta ”pollenproduktionsstart”. Sålunda sattes pollenproduktionsstart tre år tidigare för de plantager som är i ”ung produktionsfas” för att simulera en reducerad inkorsning.

Då optimeringsmodellerna i Plantval optimal endast tillåts tilldela en frökälla per planteringstrakt behövs ett visst litet spelrum med antalet tillgängliga plantor per frökälla när traktscenarierna ska analyseras. Detta görs rent praktiskt genom att multiplicera varje planttillgång med en faktor som ska vara större än ett, men så liten som möjligt för att kunna ge en lösbar optimering. I en tidigare studie bedömdes en lämplig faktor som uppfyllde dessa kriterier ligga på 1,01 (Davidsson m.fl. 2018) och detta värde har använts i samtliga traktscenarier 1–3b.

Resultat

I alla sammanhang där begreppet produktionsvinst använts avses vinsten i årlig medelproduktion av att använda förädlade och/eller förflyttade plantor jämfört med plantor från oförädlade lokala bestånd.

Tall

Frötillgångsscenarier

I referensscenariot över en femårsperiod (T_{ref1-5}) uppnåddes en produktionsvinst på 18,9 procent genom att använda 17 av de tillgängliga plantagerna (Tabell 9).

Tabell 9: Produktionsvinst i procent och skogskubikmeter, m³sk, per år samt antalet nyttjade fröplantager för tre scenarier med endast svenska fröplantager.

Scenario	Produktionsvinst (%)	Produktionsvinst (m ³ sk/år)	Antal nyttjade plantager
Referens	18,90	45 807	17
Kalamitet_Njuparna	18,65	45 219	17
Referens_utan_Hade	18,71	45 361	16
Referens_utan_Njuparna	18,19	44 088	17

De mest använda plantagerna var i tur och ordning Drögsnäs, Hade, Njuparna och Lilla Istad, där alla utom Hade hade en nyttjandegrad på nära 100 procent. Även ett antal nordliga plantager användes till 100 procent även om det var på en lägre nivå. Noterbart är att ett antal plantager (till exempel Sollerön) med väldigt mycket tillgängligt frö användes mycket lite eller inte alls (Tabell 10).

Tabell 10: Plantanvändning och nyttjandegrad för de olika tallfröplantagerna i de tre scenarierna med endast svenska fröplantager. Plantager vars användning förändras jämfört med referensscenariot är markerade med grönt (ökning) och orange (minskning). Endast plantager som används i något scenario redovisas.

Plantage	Referens		Kalamitet_Njuparna		Referens_utan_Hade		Referens_utan_Njuparna	
	Plantanv. ¹	NG ²	Plantanv. ¹	NG ²	Plantanv. ¹	NG ²	Plantanv. ¹	NG ²
Östteg	220 000	99,9	220 000	99,9	220 000	99,9	220 000	99,9
Våge	109 500	100,0	109 500	100,0	109 500	100,0	109 500	100,0
BogrunDET	466 200	99,9	466 200	99,9	466 200	99,9	466 200	99,9
Domsjöänget	2 995 000	97,4	2 995 000	97,4	2 995 000	97,4	2 995 000	97,4
Tällby	1 538 000	100,0	1 538 000	100,0	1 538 000	100,0	1 538 000	100,0
Lycksta	116 100	0,4	938 000	3,5	11 527 700	43,0	938 000	3,5
Lilla Istad T19:1	7 711 500	100,0	7 711 400	100,0	7 711 400	100,0	7 711 400	100,0
Gotthardsberg T19:2	3 600	0,2	0	0,0	1 820 100	79,4	4 300	0,2
Hade	13 717 400	17,6	15 544 300	19,9	0	0,0	17 101 800	21,9
Sollerön	0	0,0	177 100	0,1	0	0,0	1 386 900	1,1
Äxuln	11 400	0,2	712 900	13,0	31 200	0,6	928 600	16,9
Slåttholmen T7	1 163 600	100,0	1 163 600	100,0	1 163 600	100,0	1 163 600	100,0
Gnarp T12 (särplock)	3 579 000	32,3	3 724 800	33,6	3 688 400	33,3	3 724 800	33,6
Pålberget T6	1 424 000	7,6	1 424 000	7,6	1 424 000	7,6	1 424 000	7,6
Köpmanholmen T11	3 470 400	8,2	3 470 400	8,2	3 470 400	8,2	3 470 400	8,2
Drögsnäs	22 372 100	100,0	22 372 200	100,0	22 372 200	100,0	22 372 200	100,0
TreO T13 Njuparna	13 324 200	100,0	6 517 500	100,0	13 324 300	100,0	0	0,0
TreO T12 Husta	664 700	5,0	3 801 800	28,5	1 024 700	7,7	7 332 000	55,0

¹Plantanvändning per fröplantage (antal plantor)

²Nyttjandegrad i förhållande till tillgång (%)

I scenario Kalamitet_Njuparna ökade användningen av plantor från främst Husta, Hade och i mindre omfattning Äxuln, Lycksta, Gnarp och Sollerön (Tabell 10). Vinstnivån sjönk med cirka 0,25 procentenheter jämfört med referensscenariot (Tabell 9).

I scenario Referens_utan_Hade ökade användningen av plantor främst från plantage Lycksta men också från Pålberget, Gotthardsberg och Husta, dock inte från Sollerön (Tabell 10). Vinstnivån sjönk med cirka 0,2 procentenheter jämfört med referensscenariot (Tabell 9).

I scenario Referens_utan_Njuparna ökade användningen av plantor från främst Hade och Husta men även ett mindre antal plantor från Sollerön (Tabell 10). Vinstnivån sjönk med dryga 0,7 procentenheter jämfört med referensscenariot (Tabell 9).

I scenario Finska_plantager_äldre blev det främst nordliga svenska plantager vars användning minskade eller försvann till förmån för tre finska äldre plantager (Tabell 11).

Tabell 11: Plantanvändning och nyttjandegrad för de olika tallfröplantagerna i de två scenarierna med finska fröplantager. Plantager vars användning förändras jämfört med referensscenariot är markerade med grönt (ökning) och orange (minskning). Endast plantager som används i något scenario redovisas.

Plantage	Referens		Finska_plantager_äldre		Finska_plantager_alla	
	Plantanv. ¹	NG ²	Plantanv. ¹	NG ²	Plantanv. ¹	NG ²
Östteg	220 000	99,9	0	0,0	0	0,0
Våge	109 500	100,0	0	0,0	0	0,0
Bogrundet	466 200	99,9	0	0,0	0	0,0
Domsjöänget	2 995 000	97,4	0	0,0	0	0,0
Tällby	1 538 000	100,0	1 538 400	100,0	0	0,0
Lycksta	116 100	0,4	55 700	0,2	0	0,0
Lilla Istad T19:1	7 711 500	100,0	7 707 800	99,9	314 900	4,1
Gotthardsberg T19:2	3 600	0,2	0	0,0	0	0,0
Hade	13 717 400	17,6	13 633 800	17,5	0	0,0
Äxuln	11 400	0,2	0	0,0	0	0,0
Slåttholmen T7	1 163 600	100,0	434 200	37,3	0	0,0
Gnarp T12 (särplock)	3 579 000	32,3	3 569 600	32,2	0	0,0
Pålberget T6	1 424 000	7,6	0	0,0	0	0,0
Köpmanholmen T11	3 470 400	8,2	281 000	0,7	0	0,0
Drögsnäs	22 372 100	100,0	22 372 200	100,0	22 371 500	100,0
TreO T13 Njuparna	13 324 200	100,0	13 324 200	100,0	0	0,0
TreO T12 Husta	664 700	5,0	623 400	4,7	0	0,0
Fin_1.25g_1	-	-	1 986 500	-	82 100	-
Fin_1g_1	-	-	202 700	-	0	-
Fin_1g_2	-	-	6 951 900	-	0	-
Fin_1.5g_1	-	-	-	-	336 600	-
Fin_1.5g_2	-	-	-	-	6 327 800	-
Fin_1.5g_3	-	-	-	-	2 732 200	-
Fin_1.5g_4	-	-	-	-	25 171 100	-
Fin_1.5g_5	-	-	-	-	2 328 700	-
Fin_1.5g_6	-	-	-	-	3 742 100	-
Fin_1.5g_7	-	-	-	-	7 575 300	-
Fin_1.5g_8	-	-	-	-	1 904 400	-

¹Plantanvändning per fröplantage (antal planter)

²Nyttjandegrad i förhållande till tillgång (%). Ej relevant för finska plantager.

Totalt skulle drygt 9 miljoner frö eller 13 procent av användningen komma från de finska plantagerna. Vinstnivån ökade med cirka 0,2 procentenheter jämfört med referensscenariot (Tabell 12).

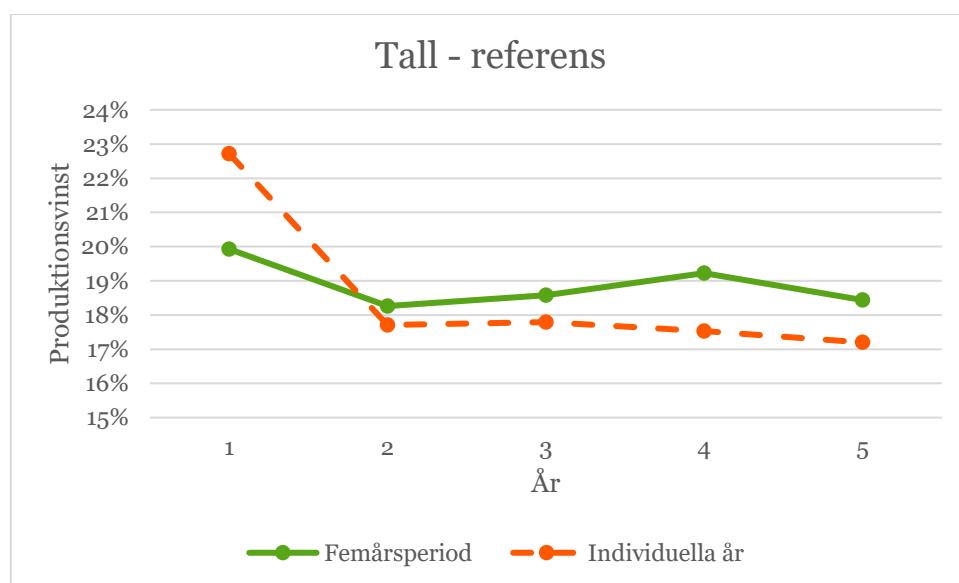
Tabell 12: Produktionsvinst i procent och skogskubikmeter, m³sk, per år, antalet nyttjade fröplantager samt andel finska plantager för två scenarier med finska fröplantager.

Scenario	Produktionsvinst (%)	Produktionsvinst (m ³ sk/år)	Antal nyttjade plantager	Proportion finska plantager (%)
Referens	18,90	45 807	17	0
Finska_plantager_äldre	19,11	46 325	14	13
Finska_plantager_alla	22,97	55 679	11	69

I scenario Finska_plantager_alla återstod endast två svenska fröplantager där Drögsnäs var den största. Åtta finska 1.5g-plantager valdes där en av dessa åtta (Fin_1.5g_4) bidrog med över 25 miljoner plantor (Tabell 11). I scenariot kom knappa 70 procent av plantorna från finska fröplantager och vinstnivån ökade med dryga 4 procentenheter jämfört med referensscenariot (Tabell 12).

Hushållningsanalys

För femårsperioden (T_{ref1-5}) varierade produktionsvinstnivån mellan 18–20 procent medan optimering för individuella år gav en produktionsvinst på nästan 23 procent år ett (T_{ref1}) för att sedan sjunka till under 18 procent år två till fem (Figur 2).



Figur 2: Produktionsvinst över en femårsperiod för optimering över hela femårsperioden eller separat över de individuella åren. Notera att y-axeln inte startar på noll.

Den totala produktionsvinsten för en femårsoptimering var som tidigare nämnts 18,9 procent (T_{ref1-5}) medan den för optimering över individuella år ($T_{ref1,...,5}$) var 18,6 procent, vilket är en skillnad på 0,3 procentenheter eller 700 m³sk/år.

Traktscenarioanalys

För referensscenariot blev produktionsvinsten för år ett (T_{ref1}) 22,72 procent (Tabell 13) vilket nedan jämförs med alla andra fyra traktscenarier.

Tabell 13: Produktionsvinst för de olika traktscenarierna.

Traktscenario	Produktionsvinst (%)
Referens (T_{ref1})	22,72
Scenario 1	22,11
Scenario 2	19,89
Scenario 3a	20,58
Scenario 3b	21,51

Referens vs Scenario 1

Vinstnivån försämrades med cirka 0,6 procentenheter och de tydligaste skillnaderna var att plantage Drögsnäs i stället användes i de närliggande områdena till de vars plantbehov minskat. Plantage Njuparna användes något längre söderut och andra plantager anpassade för Stora Ensos nordliga områden användes där i stället för Njuparna (Tabell 14).

Tabell 14: Skillnad i antal plantor för olika plantager som används i olika regioner. Positivt värde innebär en ökning i Scenario 1 jämfört med referensscenariot, medan negativt värde innebär en minskning.

	Östteg	Domsjöänget	Tällby	Lilla Istad	Slåttholmen	Pålberget	Drögsnäs	Njuparna	Totalt
Fryksdal				1 000			521 200	4 500	526 700
Gäst N Upp							464 900		464 900
Hylte				-900					-900
Härjedal	1 400	3 300	27 400		10 300	2 100		-226 300	-181 800
N Hälsingl							-27 300	27 300	0
N Värml							-89 600	89 600	0
NV Dala			-12 400	700	-2 700		-437 900	12 700	-439 600
S Hälsingl							248 500	150 700	399 200
V Bergsl							-11 400	11 400	0
Värml Boh				1 100			368 500		369 600
Ö Bergsl							-245 400	16 200	-229 200
Ö Dalarna							-688 600	-70 400	-759 000
Ö Värml				-1 300			-4 000	3 200	-2 100

Referens vs Scenario 2

Vinstnivån försämrades med dryga 2,8 procentenheter (Tabell 13). Plantage Njuparna användes i områden längre söderut i stället för de trakter som försvunnit i Härjedalen. Samtidigt flyttades användningen av plantage Drögsnäs från de trakter där Njuparna ökar till andra närliggande trakter. I de nordligare områden där plantage Njuparna inte längre användes introducerades i stället plantage Tällby (Tabell 15).

Tabell 15: Skillnad i antal plantor för olika plantager som används i olika regioner. Positivt värde innebär en ökning i Scenario 2 jämfört med referensscenariot, medan negativt värde innebär en minskning.

	Östteg	Domsjöänget	Tällby	Lilla Istad	Slåttholmen	Pålberget	Drögsnäs	Njuparna	Totalt
Fryksdal				700			64 700	6 000	71 400
Gäst N Upp							120 700	19 400	140 100
Hylte				500					500
Härjedal	-120 500	-297 000	-1 217 700		-661 900	-106 500		-988 200	-3 391 800
N Hälsingl			200 600				-33 100	-87 500	80 000
N Värml			3 600				-87 800	245 100	160 900
NV Dala			213 000		0		-239 600	255 400	228 800
S Hälsingl			2 400				-178 800	259 800	83 400
V Bergsl							84 000	28 100	112 100
Värml Boh							81 400		81 400
Ö Bergsl							24 100	58 500	82 600
Ö Dalarna			12 500				-44 700	193 500	161 300
Ö Värml				-800			307 900	27 800	334 900

Referens vs Scenario 3a

Vinstnivån försämrades med dryga 2,1 procentenheter (Tabell 13). Drögsnäs var den plantage som främst användes för att täcka plantbehovet från det ökade antalet trakter i kalamitetsområdet östra Värmland. Plantage Njuparna användes längre söderut i de trakter som Drögsnäs flyttas bort ifrån (Tabell 16).

Tabell 16: Skillnad i antal plantor för olika plantager som används i olika regioner. Positivt värde innebär en ökning i Scenario 3a jämfört med referensscenariot, medan negativt värde innebär en minskning.

	Östteg	Domsjöänget	Tällby	Lilla Istad	Slåttholmen	Pålberget	Drögsnäs	Njuparna	Totalt
Fryksdal				1 000			-76 600	4 500	-71 100
Gäst N Upp							-120 000	15 900	-104 100
Hylte				-11 000					-11 000
Härjedal	1 300	3 200	-74 200		8 000	2 000		-827 000	-886 700
N Hälsingl			20 000				-33 100	-59 100	-72 200
N Värml							-362 600	95 100	-267 500
NV Dala			69 400		0		-480 500	165 700	-245 400
S Hälsingl							-401 600	246 600	-155 000
V Bergsl							-115 800	48 200	-67 600
Värml Boh							-135 200	3 100	-132 100
Ö Bergsl							-202 000	48 900	-153 100
Ö Dalarna							-472 100	95 300	-376 800
Ö Värml				10 200			2 498 200	179 100	2 687 500

Referens vs Scenario 3b

Vinstnivån försämrades med dryga 1,2 procentenheter (Tabell 13). Precis som i scenario 3a var Drögsnäs den plantage som främst användes för att täcka plantbehovet från det ökade antalet trakter i kalamitetsområdet östra Värmland. Även här användes plantage Njuparna längre söderut men inte i samma utsträckning som i scenario 3a (Tabell 17).

Tabell 17: Skillnad i antal plantor för olika plantager som används i olika regioner. Positivt värde innebär en ökning i Scenario 3a jämfört med referensscenariot, medan negativt värde innebär en minskning.

	Östteg	Domsjöänget	Tällby	Lilla Istad	Slåttholmen	Pålberget	Drögsnäs	Njuparna	Totalt
Fryksdal							-269 800		-269 800
Gäst N Upp							-17 100	3 300	-13 800
Hylte				-900					-900
Härjedal	1 000	3 200	22 100		10 700	2 200		-528 700	-489 500
N Hälsingl			3 900				-19 800	15 900	0
N Värml							-778 900	-4 500	-783 400
NV Dala			-11 000		-2 700		-600 400	15 000	-599 100
S Hälsingl							-213 000	213 000	0
V Bergsl							-34 100	21 300	-12 800
Värml Boh				700			-1 400		-700
Ö Bergsl							-344 200	17 100	-327 100
Ö Dalarna							-176 400	170 300	-6 100
Ö Värml				800			2 553 900	96 900	2 651 600

Gran

Frötillgångsscenarier

I referensscenariot över en femårsperiod (T_{ref1-5}) uppnåddes en produktionsvinst på 14,78 procent genom att sju av de tillgängliga plantagerna och ett beståndsför användes (Tabell 18).

Tabell 18: Produktionsvinst i procent och skogskubikmeter, m³sk, per år samt antalet nyttjade fröplantager för alla fröförsörjningsscenarier för gran.

Scenario	Produktionsvinst (%)	Produktionsvinst (m ³ sk/år)	Antal använda plantager
Referens	14,78	31 582	7
G7_TreO	15,04	32 133	8
Mastår_Almnäs	15,04	32 151	7
TreO_bas	15,97	34 128	11
TreO_realist	16,18	34 569	11
TreO_optimist	16,72	35 732	13

Av de frökällor som användes i referensscenariot var Ålbrunna ojämförligt störst och stod för nästan 80 procent av alla plantor (dryga 36 miljoner). Nyttjandegraden låg nära 100 procent för tre andra plantager (Hissjö, Almnäs och TreO G4 Sollerön) och på dryga 90 procent för plantage Brelinge (Tabell 19).

Tabell 19: Plantanvändning och nyttjandegrad för de olika granfröplantagerna/bestånden i scenarierna Mastår_Almnäs och TreO_G7. Plantager vars användning förändras jämfört med referensscenariot är markerade med grönt (ökning) och orange (minskning). Endast plantager/bestånd som används i något scenario redovisas.

Plantage	Referens		Mastår_Almnäs		TreO_G7	
	Plantanv. ¹	NG ²	Plantanv. ¹	NG ²	Plantanv. ¹	NG ²
Hissjö	39 800	98,5	39 800	98,5	39 800	98,5
Jung	3 400 000	51,5	3 400 000	51,5	3 400 000	51,5
Bredinge	1 799 400	91,3	1 799 400	91,3	0	0,0
Ålbrunna	36 426 800	41,0	27 788 200	31,2	36 426 800	41,0
Almnäs	2 042 100	99,8	10 679 200	100,0	2 042 100	99,8
Multrå G3	2 503 400	57,0	2 505 300	57,0	2 503 400	57,0
TreO G4 Sollerön	130 900	99,7	130 500	99,4	130 900	99,7
TreO G7 Söregärde	0	0,0	0	0,0	1 799 400	1,8
958 Alfta Stavsberg	145 000	33,9	145 000	33,9	145 000	33,9

¹Plantanvändning per fröplantage (antal plantor)

²Nyttjandegrad i förhållande till tillgång (%)

I scenario Mastår_Almnäs användes alla nya plantor från Almnäs och ersatte plantor från Ålbrunna (Tabell 19). Vinstnivån ökade med cirka 0,25 procentenheter jämfört med referensscenariot (Tabell 18).

I scenario TreO_G7 försvann all användning av plantage Bredinge och ersattes rakt av med plantage TreO G7 Söregärde, men fler plantor än så användes inte (Tabell 19). Vinstnivån ökade med cirka 0,25 procentenheter jämfört med referensscenariot (Tabell 18).

Vinstnivån ökade med 1,19, 1,4 och 1,94 procentenheter jämfört med referensscenariot för scenarierna TreO_bas, TreO_realist och TreO_optimist (Tabell 18).

För samtliga dessa scenarier användes alla tillgängliga plantor från nya TreO-plantager och de ersatte användning från plantagerna Ålbrunna, Jung och Multrå. Ju fler tillgängliga TreO-plantor desto större minskning i användningen av de äldre plantagerna (Tabell 20).

Tabell 20: Plantanvändning och nyttjandegrad för de olika granfröplantagerna/bestånden i scenarierna TreO_bas, TreO_realist och TreO_optimist. Plantager vars användning förändras jämfört med referensscenariot är markerade med grönt (ökning) och orange (minskning). Endast plantager/bestånd som används i något scenario redovisas.

Plantage	Referens		TreO_bas		TreO_realist		TreO_optimist	
	Plantanv. ¹	NG ²	Plantanv. ¹	NG ²	Plantanv. ¹	NG ²	Plantanv. ¹	NG ²
Hissjö	39 800	98,5	40 300	99,7	40 300	99,7	40 300	99,7
Jung	3 400 000	51,5	2 632 900	39,9	2 606 100	39,5	2 491 300	37,8
Bredinge	1 799 400	91,3	1 799 400	91,3	1 799 400	91,3	1 766 400	89,6
Ålbrunna	36 426 800	41,0	28 810 000	32,4	27 162 000	30,5	23 519 800	26,4
Almnäs	2 042 100	99,8	2 046 800	100,0	2 046 700	100,0	2 046 800	100,0
Multrå G3	2 503 400	57,0	1 568 000	35,7	1 402 400	31,9	1 168 100	26,6
TreO G4 Sollerön	130 900	99,7	2 891 000	100,0	3 466 200	100,0	4 156 100	100,0
TreO G5 Ön	0	0,0	1 724 500	100,0	2 069 700	100,0	2 414 500	100,0
TreO G5 Sjögränd	0	0,0	2 300 000	100,0	2 760 000	100,0	3 565 000	100,0
TreO G5 Gårdskär	0	0,0	0	0,0	0	0,0	229 500	99,8
TreO G4 Ed	0	0,0	1 725 000	100,0	2 069 800	100,0	2 530 000	100,0
TreO G6 Saleby	0	0,0	804 500	99,9	919 800	100,0	1 724 800	100,0
TreO G89M Olofs	0	0,0	0	0,0	0	0,0	689 800	100,0
958 Alfta Stavsberg	145 000	33,9	145 000	33,9	145 000	33,9	145 000	33,9

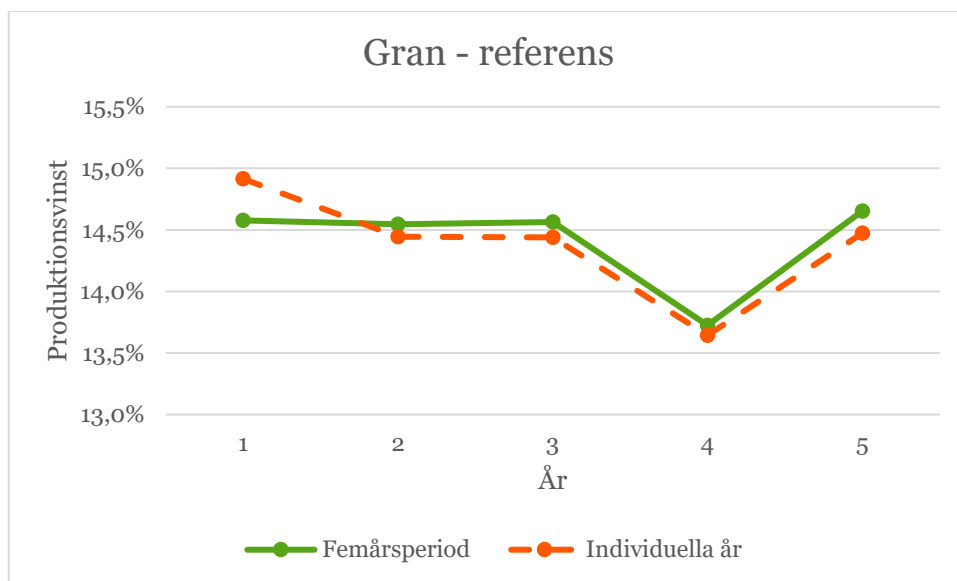
¹Plantanvändning per fröplantage (antal plantor)

²Nyttjandegrad i förhållande till tillgång (%)

Hushållningsanalys

Referensscenario

För femårsperioden (T_{ref1-5}) varierade produktionsvinstnivån mellan 13,5–14,5 procent medan optimering för individuella år gav en produktionsvinst på närmare 15 procent år ett (T_{ref1}) för att sedan sjunka aningen under nivån för femårsperioden år två till fem (Figur 3).

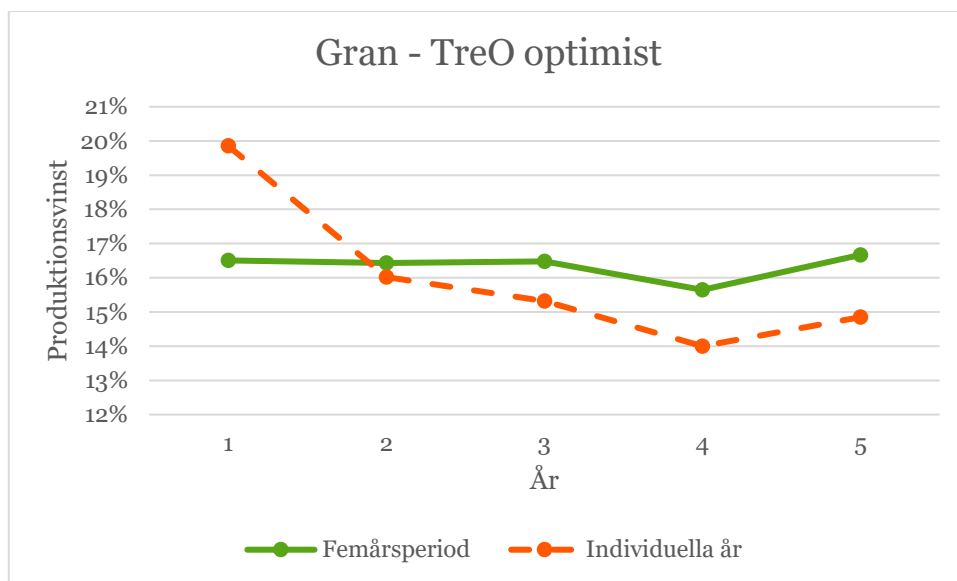


Figur 3: Produktionsvinst över en femårsperiod för optimering över hela femårsperioden eller separat över de individuella åren. Notera att y-axeln inte startar på noll.

Skillnaden mellan femårsoptimering och optimering för individuella år blev nästan obefintlig när produktionsvinsten över alla trakterna summerades. Det skiljde bara 0,025 procentenheter eller cirka 55 m³sk/år till fördel för optimering över alla fem år samtidigt.

TreO-optimist

För femårsperioden (T_{ref1-5}) varierade produktionsvinstnivån mellan 16–17 procent medan optimering för individuella år gav en produktionsvinst på närmare 20 procent år ett (T_{ref1}) för att sedan sjunka under nivån för femårsperioden år två till fem. De sista två åren var skillnaden nästan två procentenheter (Figur 4).



Figur 4: Produktionsvinst över en femårsperiod för optimering över hela femårsperioden eller separat över de individuella åren. Notera att y-axeln inte startar på noll.

Skillnaden mellan femårsoptimering och optimering för individuella år blev cirka 0,3 procentenheter eller cirka 670 m³sk/år.

Traktscenarioanalys

För referensscenariot blev produktionsvinsten för år ett (T_{ref1}) 15,2 procent (Tabell 21) vilket nedan jämförs med alla andra fyra scenarier.

Tabell 21: Produktionsvinst för de olika traktscenarierna.

Scenario	Produktionsvinst (%)
Referens (T_{ref1})	15,2
Scenario 1	15,14
Scenario 2	15,2
Scenario 3a	15,11
Scenario 3b	15,1

Referens vs Scenario 1

Vinstnivån försämrades med cirka 0,06 procentenheter (Tabell 21) och de tydligaste skillnaderna var att plantagerna Ålbrunna och Almnäs i stället användes i de närliggande områdena till de vars plantbehov minskat (Tabell 22).

Tabell 22: Skillnad i antal plantor för olika plantager som används i olika regioner. Positivt värde innebär en ökning i Scenario 1 jämfört med referensscenariot, medan negativt värde innebär en minskning.

	Hissjö	Jung	Bredinge	Ålbrunna	Almnäs	Multrå	Sollerön	Alfta Stavsberg ¹	Totalt
Fryksdal			-2 400	209 900	85 100				292 600
Gäst N Upp				129 600	-20 800				108 800
Hylte			0						0
Härjedal	0	700				-700		0	0
N Hälsingl				-1 300		1 900	-600		0
N Värml				1 300	-2 200				-900
NV Dala				-81 800		2 600	900		-78 300
S Hälsingl				132 700			900		133 600
V Bergsl				3 200	-3 200				0
Värml Boh			6 300	125 800	78 000				210 100
Ö Bergsl				-189 100					-189 100
Ö Dalarna				-388 300					-388 300
Ö Värml			-1 600	118 200	-116 600				0

¹Bestandsfrö

Referens vs Scenario 2

Vinstnivån förändrades inte mellan scenarierna (Tabell 21). Plantage Multrå flyttades från Härjedalen till norra Hälsingland och norra Dalarna medan plantage Sollerön i stället flyttades från norra Hälsingland. Plantagerna Ålbrunna och Almnäs flyttades främst från nordligare till sydligare områden (Tabell 23).

Tabell 23: Skillnad i antal plantor för olika plantager som används i olika regioner. Positivt värde innebär en ökning i Scenario 2 jämfört med referensscenariot, medan negativt värde innebär en minskning.

	Hissjö	Jung	Bredinge	Ålbrunna	Almnäs	Multrå	Sollerön	Alfta Stavsberg ¹	Totalt
Fryksdal			0	18 200	16 200				34 400
Gäst N Upp				51 900	-6 000				45 900
Hylte			14 400						14 400
Härjedal	-38 300	-174 300				-275 000		-21 300	-508 900
N Hälsingl				-58 600		159 900	-98 500		2 800
N Värml		12 200		-11 600	-2 200		23 800		22 200
NV Dala				-23 500		59 700	1 100		37 300
S Hälsingl		1 600		-68 300		17 500	55 500		6 300
V Bergsl		8 500		30 900	-3 200				36 200
Värml Boh			-30 500	29 500	49 100				48 100
Ö Bergsl				20 900					20 900
Ö Dalarna		9 900		-46 200		29 200	17 800		10 700
Ö Värml			15 900	117 400	-33 800				99 500

¹Bestandsfrö

Referens vs Scenario 3a

Vinstnivån försämrades med knappt 0,1 procentenheter (Tabell 21). Plantagerna Ålbrunna och Almnäs flyttades in i "kalamitetssområdet" östra Värmland, medan

nordligare plantager (Multrå, Sollerön, Hissjö och Jung) ersatte främst plantage Ålbrunna i områden där den minskade (Tabell 24).

Tabell 24: Skillnad i antal plantor för olika plantager som används i olika regioner. Positivt värde innebär en ökning i Scenario 3a jämfört med referensscenariot, medan negativt värde innebär en minskning.

	Hissjö	Jung	Bredinge	Ålbrunna	Almnäs	Multrå	Sollerön	Alfta Stavsberg ¹	Totalt
Fryksdal			0	-72 500	-246 100				-318 600
Gäst N Upp				-10 100	-83 800				-93 900
Hylte			-38 400						-38 400
Härjedal	-200	-77 400				-55 100		0	-132 700
N Hälsingl		27 400		-58 600		40 900	-62 200		-52 500
N Värml		1 800		-276 100	-2 200		36 200		-240 300
NV Dala		21 100		-133 500		18 100	-17 200		-111 500
S Hälsingl		10 200		-98 700			28 800		-59 700
V Bergsl		8 500		-190 500	-3 200				-185 200
Värml Boh			-27 700	-102 000	-160 700				-290 400
Ö Bergsl				-172 100					-172 100
Ö Dalarna		11 700		-207 300			15 500		-180 100
Ö Värml			55 200	1 382 000	516 400				1 953 600

¹Beståndsfrö

Referens vs Scenario 3b

Vinstnivån försämrades med 0,1 procentenheter (Tabell 21). Effekterna på omfördelning av plantageanvändning i områdena var liknande de i scenario 3a (Tabell 25).

Tabell 25: Skillnad i antal plantor för olika plantager som används i olika regioner. Positivt värde innebär en ökning i Scenario 3a jämfört med referensscenariot, medan negativt värde innebär en minskning.

	Hissjö	Jung	Bredinge	Ålbrunna	Almnäs	Multrå	Sollerön	Alfta Stavsberg ¹	Totalt
Fryksdal			-30 900	-212 500	-443 200				-686 600
Gäst N Upp				35 900	-35 900				0
Hylte			0						0
Härjedal	-800	-1 400				-15 400	17 600	0	0
N Hälsingl				-2 900		21 200	-18 300		0
N Värml				-714 400	-2 200		2 200		-714 400
NV Dala				-341 200		-14 400	-5 900		-361 500
S Hälsingl				-2 200			2 200		0
V Bergsl				3 200	-3 200				0
Värml Boh			-9 600	40 100	-30 500				0
Ö Bergsl				-332 900					-332 900
Ö Dalarna				-3 300			3 300		0
Ö Värml			42 800	1 376 800	534 000				1 953 600

¹Beståndsfrö

Diskussion

Fröförsörjningsanalyser

Tall

För tall finns en betydande potential för ökad skoglig produktion vid import av ett antal finska 1.5g-fröplantager (motsvarande Svenska TreO-plantager i vinstnivå) som är väl anpassade för Stora Ensos innehav. Skälet till detta är att merparten av dessa finska plantager är i full pollen- och fröproduktion medan merparten av de motsvarande svenska TreO-plantagerna är yngre och antingen inte ännu kommit i produktion eller är negativt påverkade av hög inkorsning av externt pollen. På längre sikt (10–15 år framåt) kommer fler svenska TreO-plantager som är under etablering i Mellansverige i full produktion och därmed borde skillnaden mellan att använda detta frö och frön från finska 1.5g-plantager minska successivt.

De finska 1.5g-tallplantagerna är generellt större än de svenska TreO-tallplantagerna, då man i Finland planerat använda en del av fröskörden för sådd. Detta torde innebära att det kan finnas en möjlighet för Sverige att importera en del av dessa skördar för att i stället nyttja till plantproduktion. En import från Finland har också underlättats av det beslut som nyligen fattades av Skogsstyrelsen att finska tallfröplantagers härkomstlatitud ska anses vara den standardiserade latitud som beräknas i verktyget Plantval (Skogskunskap 2021). Härkomstlatitud behövs för att kunna bestämma var ett skogsodlingsmaterial av tall är tillåtet att använda enligt skogsvårdslagen (Skogsstyrelsen 2021).

Även om det kan finnas en potential för import av 1.5g-plantagefrö från Finland kommer det ändå alltid att vara en brist på det allra bästa genetiska plantmaterialet (Almqvist och Wennström 2020) och det kan vara lättare att få tillgång till frö från äldre finska plantager. Dock verkar det inte finnas en särdeles stor produktionsförbättringspotential för Stora Enso om endast äldre finska plantager skulle stå till buds. De äldre finska plantagerna används också främst bara i ett mindre område i Stora Ensos nordliga innehav. Men trots att den potentiella produktionsökningen är liten kan de äldre finska plantagerna ändå vara ett alternativ om tillgången till inhemskt frö med rätt egenskaper är begränsad. Till exempel behöver frö för detta område ha hög hårdighet.

Fröförsörjningsanalyserna för Stora Ensos nuvarande frötillgång och plantager visar på en mycket låg känslighet för kalamiteter i fröplantager och bortfall av fröinflöde. Det finns en god frötillgång från fröplantager av både EttO- och TvåO-nivå i genetisk vinst med stora överlapp i sina kärnområden där de presterar väldigt bra. Det gör att produktionsnivån inte minskar mer än ett antal tiondels procentenheter oavsett kalamiteter eller hela fröbortfall i högpresterande fröplantager avsedda för Stora Ensos största andel av markinnehavet. Den största negativa effekten blev när plantage Njuparna helt togs bort, vilket är rimligt då den är en TreO-plantage som dock fortfarande är starkt påverkad av inkorsning och ännu inte i full fröproduktion. Det pekar på att effekten av eventuella kalamiteter i den och andra TreO-plantager kan komma att få en större påverkan längre fram.

Noterbart är också att ett antal äldre svenska tallplantager som Stora Enso har stora mängder frö av används väldigt lite efter optimering med Plantval optimal. En sådan plantage är Sollerön som används mycket sparsamt oavsett vilket scenario som

analyseras. Så ser det ut, om än i mindre omfattning, för ett antal ytterligare tallplantager. Detta antyder att det finns överproduktion från dessa i förhållande till nuvarande behov och än mer till framtida behov. Ett sätt att lyfta den genetiska vinsten från dessa plantager är att utföra särplock och/eller genetisk gallring av dem. Särplock har gjorts i ett antal svenska tallfröplantager. Genetisk gallring är däremot ovanligt i Sverige, men något av en standard i Finland. Särplock kan lyfta produktionsvinsten upp mot sex procentenheter och genetisk gallring upp mot fyra procentenheter (Berlin m.fl. 2019). Därför borde detta vara intressanta alternativ för dessa plantager. Som exempel är plantage Sollerön egentligen anlagd och designad för en framtida genetisk gallring med tätt förband inom rader och många kloner för vilka det nu finns avelsvärden som kan användas för urval. Ett temporärt tapp av fröproduktion som oftast sker vid genetisk gallring bör inte vara ett problem, då det finns andra plantager som är fullgoda alternativ till Sollerön.

Gran

Produktionsförbättringen av att använda förädlad material ligger generellt lägre på grantrakterna än talltrakterna vilket inte är förvånande, då det finns mycket färre TreO-plantor att tillgå för gran. Det är därför heller inte förvånande att en ökad tillgång på TreO-plantor anpassade för Stora Ensos innehav är det som tydligt kan lyfta produktionsnivån med en till två procentenheter. Då vi åsatt alla TreO-plantager vinstnivån 20 procent för att ta hänsyn till pollenkontamination i tidig produktionsfas kommer denna skillnad att öka framöver. Alla tillgängliga mellansvenska TreO-plantor används alltid upp i alla scenarier och för att så snart som möjligt få tillgång till maximalt med frö och plantor från dessa plantager finns ett antal åtgärder som kan genomföras. Förutom att få en god etablering av plantagerna på en lämplig mark kan man genom intensivare skötsel av plantageträden (till exempel gödsling, beskärning och blomningsstimulering) få en snabbare och rikligare kottproduktion och genom efterföljande insektskontroll kan fröutbytet ökas (Almqvist m.fl. 2010). Den typ av analys som gjorts här med scenarier motsvarande olika ambitionsnivå i produktionshöjande åtgärder kan användas som ett kompletterande beslutsunderlag för att bedöma värdet av skötselåtgärder i TreO-plantagerna för ökad fröproduktion.

Däremot ger en ökad tillgång till TreO-plantor för zon G7 en tämligen begränsad effekt då användningsområdet för dessa plantor endast täcker ett mindre antal trakter i Stora Ensos sydligaste innehav. Då vi gav obegränsad tillgång till TreO G7 Söregårde ersatte den TvåO-plantagen Breddinge (G7) på samma trakter men användes ingen annanstans. Totalt verkar Stora Ensos behov av plantor anpassade för zon G7 ligga på knappa 1,8 miljoner över den närmaste femårsperioden och det ger sett över hela innehavet en mycket liten effekt att höja vinstnivån från 15 till 20 procent för så relativt sett få plantor.

Inte heller en kraftig ökning av tillgången på frö och plantor från plantage Almnäs gav mer än en marginell effekt på produktionsnivån jämfört med referensscenariot där plantor från Almnäs ersatte Ålbrunna. Plantagerna Ålbrunna och Almnäs har liknande genetisk bakgrund och vinstnivå men Almnäs har ett något sydligare ursprung än Ålbrunna och det var på dessa något sydligare trakter som Almnäs ersatte Ålbrunna. Då plantagerna i såväl prestation som användningsområde i stor utsträckning överlappar varandra fick detta dock ingen stor effekt på produktionsnivån. Däremot kan det ändå vara bra om det finns fullgoda alternativ till Ålbrunna så att man ur ett allmänt riskhanteringsperspektiv inte behöver ha en så stor del av plantorna (nästan 80 procent i referensscenariot) från en enskild plantage.

Hushållningsanalyser

Både gran och tall visade ett liknande mönster där en optimering över de individuella åren gav en högre produktionsvinst första året för att sedan sjunka till en nivå under produktionsvinsten vid optimering över hela femårsperioden. Summerat över alla fem år blev dock skillnaderna små (under 0,3 procentenheter) vilket pekar på att en hushållning av det bästa fröet inte ger så stor förbättring totalt sett. Samtidigt kan skillnaderna i vinstnivå mellan olika år vara betydande vid optimering över de individuella åren, vilket i sig kan vara problematiskt ur riskhanteringsperspektiv. Om det blir stora avgångar i de nyplanterade plantorna under första året på grund av exempelvis torka eller annan kalamitet kan produktionsvinsten sett över hela femårsperioden sjunka mer än de 0,3 procentenheter. Sannolikt kan skillnaderna mellan en optimering över de individuella åren och hela femårsperioden bli större under en period när fler TreO-plantager börjar bli tillgängliga men med begränsad tillgång i plantagernas unga produktionsfas. Det är lite av en sådan effekt vi kan skönja där granscenario TreO_optimist med inflöde från nya TreO-plantager får en viss skillnad i produktionsvinst vid hushållning av frön/plantor eller inte, medan skillnaden är obefintlig i granens referensscenario (där nästan endast äldre plantager är tillgängliga). Det är också värt att upprepa att trakterna i denna analys slumpats ut över de fem årens planteringar. Om det i stället funnits en skevhet avseende exempelvis bonitet eller områden mellan åren är det möjligt att effekterna av en hushållningsplanering skulle påverkas.

Traktscenarioanalyser

Det är stora skillnader mellan tall och gran i hur de påverkas av de olika traktscenarierna. För gran är skillnaderna i produktionsvinst närmast försumbara medan de för tall är betydande för vissa traktscenarier. Det finns ett antal sannolika förklaringar till dessa skillnader. En sådan förklaring är att tallens produktion påverkas av både tillväxtpotential och överlevnadsförmåga medan granens i huvudsak styrs av tillväxtpotentialen. Detta får till följd att granen får ett plattare och bredare optimalt användningsområde medan tallen tvärtom får ett snävare och smalare optimalt användningsområde. Detta innebär att när planerade trakter i efterhand förändras kan en del tallplantager tvingas användas på trakter där de hamnar utanför sitt optimala användningsområde varpå deras prestation försämras betydligt. För granplantagerna med sitt bredare optimala användningsområde spelar det mindre roll om de måste förflyttas till nya trakter, åtminstone i det studerade området. En annan förklaring kan vara att det finns fler TreO-plantager med mer frö/plantor i tallanalyserna än vad det gör i grananalyserna som i stället karaktäriseras av två dominerande plantager (Ålbrunna och Almnäs) vilka är liknande i såväl användningsområde som genetisk vinst. En icke optimal användning av en TreO-plantage kommer att ge större sänkning av produktionsvinsten i absoluta tal än en äldre plantage med lägre genetisk vinstnivå. Resultaten visar på vikten av att kunna prediktera faktiska planteringstrakter för tall så bra som möjligt vid tidpunkten för uppsådd för att kunna få bäst nytta av verktyget Plantval optimal.

Men effekten av att byta trakter för tall varierar mycket även mellan traktscenarier. Det är främst för TreO-plantagerna Drögsnäs och Njuparna där de stora förflyttningarna mellan områden och trakter sker i de olika scenarierna. Drögsnäs, som är en TreO-plantage i full fröproduktion, flyttas i traktscenarierna främst mellan områden i Stora Ensos sydliga och östliga markinnehav, vilka är mildare och där optimeringarna försöker nyttja den höga produktionspotentialen på så goda boniteter som möjligt. Njuparna är en ung TreO-plantage med optimalt användningsområde i norra delen av Stora Ensos markinnehav och den tvingas i vissa scenarier långt söderut för att användas i trakter som tilldelats

dessas områden och/eller för att ersätta Drögsnäs när den flyttat till ännu mildare trakter. Speciellt tydligt blir detta i traktscenario 2 och till viss del scenario 3a. Plantage Njuparna är fortfarande det bästa alternativet på många av dessa sydligare trakter men relativt sitt kärnområde förlorar den snabbt i produktionspotential. Att tvingas använda TreO-plantager utanför sitt optimala användningsområde är det som sannolikt är den enskilt största faktorn till att produktionstappet är så betydande i vissa traktscenarier. De här scenarierna är ganska extrema i det att vi gjort radikala förändringar mellan områden men samtidigt är de ändå kopplade till händelseförlopp som tagits fram i dialog med Stora Enso. Det innebär att det kan vara relevant för Stora Enso att göra kompletterande analyser för tall för att minska riskerna vid betydande förändringar av planteringstrakterna efter uppsådd. Det skulle exempelvis kunna vara av intresse att se om en introduktion av plantage Hade särplock, som har sitt optimala användningsområde mitt i det område där Njuparna tvingas ersätta Drögsnäs, kan minska känsligheten mellan olika traktscenarier. En dylik analys ligger dock utanför detta projekts ramar.

Slutsatser

Vi har utvecklat en metod för att ge underlag till bättre strategisk planering av plantproduktion som går ut på att sätta upp ett antal scenarier där såväl fröförsörjning, tidsramar och planteringstrakter varieras på ett strukturerat sätt och deras utfall analyseras med verktyget Plantval optimal. Denna metod kan användas av alla aktörer som både producerar och planterar tall- och granplantor.

En viktig slutsats vad gäller fröförsörjning var att den enskilda åtgärd som ger störst förbättring av produktionsvinsten är ökad tillgång och användning av plantagefrö på TreO-nivå. För tall fanns stor potential att öka produktionsvinsten om Stora Enso kan få tillgång till finskt frö från vissa 1.5g-plantager. För gran låg i stället den stora potentialen i att kunna öka tillgången på frön från de unga mellansvenska TreO-plantager där man är delägare. Generellt har dock Stora Enso en mycket låg känslighet för kalamiteter i fröplantager och bortfall av fröinflöde som beror på en god tillgång på välanpassat frö för sitt innehav och alternativa, överlappande fröplantager som bidrar till de robusta produktionssiffrorna.

Att hushålla med det bästa fröet över en femårsperiod gav endast marginell förbättring i produktionsvinst jämfört med årlig oberoende optimering varje år för sig. Utan hushållning blev det dock en stor variation i produktionsvinst mellan åren, vilket kan vara vanskligt ur ett riskhanteringsperspektiv.

När trakter planerade för plantering förändras efter uppsådd blev det en betydande försämring av produktionsvinsten för tall medan den blev närmast försumbar för gran. Detta beror främst på att tallplantagerna har ett snävare och smalare optimalt användningsområde jämfört med granplantagerna i studien men också för att det finns fler tallplantor från TreO-plantager som får en större sänkning av produktionsvinsten vid sämre anpassning till planteringstrakten. Förutom att förbättra säkerheten i prediktion av framtida planteringstrakter föreslås kompletterande analyser för tall för att minska riskerna vid betydande förändringar av planteringstrakterna efter uppsådd.

Referenser

- Almqvist, C., Karlsson, B. & Wennström, U. 2010. Förädlad skogsodlingsmaterial 2010-2050. Tillgång och behov samt förslag på åtgärder för att minimera brist och maximera genetisk vinst. Redogörelse nr 3, 2010, Skogforsk.
- Almqvist, C. och Wennström, U. 2020. Förädlad skogsodlingsmaterial 2020-2064. Tillgång och behov av förädlad frö samt utvecklingen av den genetiska vinsten över tiden. Arbetsrapport 1066-2020: 51, Skogforsk.
- Berlin, M., Almqvist, C., Haapanen, M., Högborg, K-A., Jansson, G., Persson, T. & Ruotsalainen, S. 2019. Common Scots pine deployment recommendations for Sweden and Finland. Arbetsrapport 1017-2019: 64, Skogforsk.
- Berlin, M., Ericsson, T. & Andersson Gull, B. 2014. Plantval - manual med implementeringsteknisk bakgrund. Arbetsrapport nr 851-2014. Skogforsk: 58 p.
- Berlin, M., Persson, T., Jansson, G., Haapanen, M., Ruotsalainen, S. Barring, L. och Andersson Gull, B. 2016 Scots pine transfer effect models for growth and survival in Sweden and Finland. Silva Fennica 50.
- Davidsson, A., Berlin, M. & Jönsson, J. 2018. PlantvalOptimal – Effektivare och bättre användning av plantmaterial för större skogsinnehav. Arbetsrapport 996-2018: 32, Skogforsk.
- Rosvall, O. 2003. Zon- och ägarvisa plantagearealer för tredje omgången fröplantager i Sverige. Arbetsrapport Nr 549, 42 pp, Skogforsk.
- Skogforsk. 2021a. Plantval optimal. Tillgänglig: <https://www.skogforsk.se/produkter-och-evenemang/verktyg/pvopt/> [2021-10-27]
- Skogforsk. 2021b. Plantval optimal - Gran. Indataformat. Tillgänglig: <https://www.skogforsk.se/produkter-och-evenemang/verktyg/plantval-optimal--gran/indataformat-och-instruktioner/> [2021-10-27]
- Skogforsk. 2021c. Plantval optimal - Tall. Indataformat. Tillgänglig: <https://www.skogforsk.se/produkter-och-evenemang/verktyg/plantval-optimal--tall/indataformat-och-instruktioner/> [2021-10-27]
- Skogforsk. 2021d. Plantval. Tillgänglig: <https://www.skogforsk.se/produkter-och-evenemang/verktyg/plantval/> [2021-10-27]
- Skogskunskap. 2021. Tillåten förflyttning - Beslut om användning av finska tallmaterial. Tillgänglig: https://www.skogskunskap.se/cd_20210603161325/contentassets/a0117bac201e4547a36ab7b27c6c7f6c/beslut-om-anvandning-av-finskt-plantagematerial-dnr-20-20-609.pdf [2021-10-27]
- Skogsstyrelsen. 2021. Skogsvårdslagen. Tillgänglig: https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/skogsvardslagstiftningen_2020_1_april.pdf [2021-10-27]