

Gemensam standard för uppföljning av planteringar

Jonas Öhlund, Jon Ahlinder, Mattias Berglund & Rasmus Sörensen



Testinventering i en föryngringstrakt. Foto Oscar Nilsson/Skogforsk.

Innehåll

Förord	4
Summary	5
Sammanfattning.....	6
Bakgrund	7
Låga plantantal i Föryngringskollen initierade projektet	7
Plantantal mäts ofta på olika ytenheter	8
Behov av en gemensam standard för plantuppföljning.....	8
Syfte och mål.....	9
Metod	9
Statistiska beräkningar.....	10
Teoretisk simulering	10
Simulering på Föryngringskollens data.....	12
Resultat och Diskussion – avvägningar och jämkning med slutgiltigt förslag	13
Definition av arealbegrepp	13
Inventeringsmetodik.....	16
Vilken yta ska plantantal mätas på?	16
Utläggning av provytor	16
Hantering av delade provytor.....	18
Navigering till provytan	19
Statistiska analyser	19
Verifiering av hypotes och analysmodell.....	19
Teoretiska simuleringar	20
Simuleringar baserade på Föryngringskollens data.....	21
Implementering av resultaten på traktnivå.....	26
Förslag på standard.....	28
Implementering av resultaten	29
Referenser	30
Bilaga A: Planterbarhet	31



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

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts december 2025 av Erik Ling, Programchef Skogsskötsel. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering 18 december 2025.

Redaktör: Charlotte Hessulf, charlotte.hessulf@skogforsk.se
©Skogforsk 2025 ISSN 1404-305X

Förord

Detta projekt syftade till att ta fram en branschgemensam standard för uppföljning av antalet planterade plantor per ytenhet på trakter som förnygrats genom plantering. Arbetet är baserat på Föryngringskollens omfattande databas där över 70 000 plantor inventerats under 2023 och 2024. Genom att nyttja den variation i plantantal som observerats i Föryngringskollens provytor kunde vi beräkna hur många provytor som behöver inventeras per ytenhet för en viss nivå av statistisk säkerhet i skattningen av antalet plantor. Utöver nyttjandet av Föryngringskollens databas har även Billerud, Holmen, Mellanskog, Norra Skog, SCA, Skogforsk, Skogssällskapet, StoraEnso, Sveaskog, Södra samt ett tiotal skogsentreprenörer bidragit i viktiga diskussioner kring metodik och implementering. Ingående diskussioner har även förts med Sveriges Lantbruksuniversitet och Skogsstyrelsens statistikavdelning. Skogforsk har deltagit dels som likvärdig medlem i en grupp tillsammans med nio övriga intressenter, dels som projektledare och utförare av projektet. Arbetets breda förankring är viktig för att skapa förutsättningar för att metoden ska kunna implementeras som en branschgemensam standard. Om så blir fallet är upp till branschen att avgöra. Författarna tackar finansiärer, intressenter, Skogsstyrelsen samt Göran Ståhl på Sveriges Lantbruksuniversitet för viktiga inspel under hela processen, från projektplan till färdig produkt.

Sävar, Uppsala och Ekebo december 2025

Jonas Öhlund, Jon Ahlinder, Mattias Berglund & Rasmus Sörensen.

Summary

At a reference group meeting in the Föryngringskollen (Regeneration Check) project on 8 April 2024, a decision was made to commission Skogforsk to initiate and carry out a project to standardize and ensure the quality of the inventory to determine the number of seedlings after planting. The background to the decision was uncertainties regarding the inventory methodology used by forest owners and whether the replication was statistically validated regarding the number, size, and distribution of circular sample plots.

By utilizing the variation in seedling numbers recorded in Föryngringskollen's extensive inventories in 2023 and 2024, where more than 1,000 sites, 10,000 sample plots, and 70,000 planted seedlings were surveyed, detailed statistical analyses enabled calculation of the number of measured sample plots required per area unit to attain different significance levels.

The results show that, besides factors at the regional scale, two main factors influence the number of measured plots required at site level: spatial distribution of plants and plant density. Sites with an uneven plant distribution or several empty spots require more surveyed plots to achieve the same level of significance in determining the number of plants, than sites with a more even plant distribution. Sites with few planted trees also require a higher number of surveyed plots compared to sites with many trees.

Sammanfattning

Vid ett referensgruppsmöte i projektet Föryngringskollen våren 2024 togs ett beslut att låta Skogforsk initiera och genomföra ett projekt för att standardisera och kvalitetssäkra skattningen av plantantal efter plantering. Motivet till beslutet var främst att det fanns oklarheter om huruvida inventeringsmetodik och replikering i planteringsentreprenörernas egenuppföljningar och beställarnas stickprovskontroller ger statistiskt säkerställda resultat (kopplat till antal, storlek och utläggning av provytor).

Genom att utnyttja den variation i plantantal som avlästs i Föryngringskollens omfattande inventeringar 2023 och 2024 där mer än 1 000 trakter, 10 000 provytor och 70 000 planterade plantor inventerats, kunde ingående statistiska analyser utföras för att beräkna behovet av antal provytor per ytenhet för olika signifikansnivåer.

Resultaten visar att utöver faktorer på regional nivå så är det framför allt två faktorer som påverkar behovet av antal inmätta provytor på traktnivå: rumslig plantfördelning och plantdensitet. Trakter med en ojämn plantfördelning eller trakter med flera tomma fläckar kräver fler inmätta provytor än trakter med en mer jämn plantfördelning, för att uppnå samma signifikansnivå i bestämningen av plantantalet. Även trakter med få planterade plantor kräver ett högre antal inmätta provytor jämfört med trakter med många plantor.

Bakgrund

År 2024 levererades 385 miljoner plantor av tall och gran i Sverige (Skogsstyrelsens statistikdatabas 2024). Merparten av dessa plantor planteras ut av skogsvårdsentreprenörer på uppdrag av skogsföretag och skogsägarföreningar. I avtalen mellan entreprenörer och beställare ingår att entreprenörerna utför regelbunden egenkontroll av det utförda arbetet. Det är även vanligt att beställarna själva utför stickprovskontroller av planteringarna, bland annat för att följa upp efterlevnaden av kontrakten. Olika beställare har olika upplägg för detta, och syftena kan i viss mån variera, men generellt är uppföljningarna fokuserade på planteringens kvalitet och på plantornas täthet. Det finns emellertid ofta oklarheter om vilken yta som inventeras i dessa uppföljningar samt huruvida inventeringsmetodik och replikeringen ger statistiskt säkerställda resultat (kopplat till antal, storlek och metodik för utläggning av provytor).

Låga plantantal i Föryngringskollen initierade projektet

Under hösten 2021 startades projektet Föryngringskollen (Berglund m.fl. 2025). Här inventeras årligen ett slumpmässigt urval av planterade trakter i Sverige. Syftet med projektet är primärt att undersöka orsakssambanden till varför ca 20–30 procent av planterade plantor dör redan under de tre första åren efter plantering (Gålnander m.fl. 2020, Holmström m.fl. 2019). Inventeringarna utförs en respektive tre tillväxtsäsonger efter utförd plantering och hittills har variabler som t.ex. planteringspunkter, plantstorlekar och olika typer av skadegörare (främst snytbagge) visat sig vara viktiga för plantornas tidiga överlevnad och vitalitet. Resultaten är noggrant beskrivna i årsrapporter som finns på Skogforsks hemsida (Öhlund m.fl. 2023, Berglund m.fl. 2024, Öhlund m.fl. 2025).

I Föryngringskollens första inventeringar visade det sig, till förvåning för projektets deltagare, att antalet plantor i provytorna endast var ca 2/3 av det förväntade antalet (Öhlund m.fl. 2023). Även om frågan kring det låga plantantalet egentligen låg utanför Föryngringskollens huvudsakliga syfte och mål att besvara, fick frågan stor uppmärksamhet. Bland annat diskuterades det om det låga plantantalet kunde härledas till brister i Föryngringskollens metodik, framför allt kopplat till risken att plantor som dött tidigt efter planteringen kunde vissna ner och försvinna och därmed missas i inventeringarna. Med anledning av detta startades två sidoprojekt.

I det första projektet analyserades ett sedan tidigare insamlat dataset om närmare 40 000 planterade plantor där samtliga försvunna plantor noga hade registrerats vid inventeringarna (Öhlund m.fl. 2024). Resultaten från projektet visade att mellan en och tre procent av de planterade plantor hade försvunnit en till två tillväxtperioder efter planteringen.

I det andra projektet, som finansierades av Sveaskog och Mellanskog, inventerades 25 trakter som också ingick i Föryngringskollens ordinarie inventeringar i nära anslutning till utförd plantering (Öhlund m.fl. 2025). Samma trakter som ingick i den tidiga inventeringen återinventerades sedan i Föryngringskollens ordinarie inventering efterföljande höst och resultaten för plantantal från de två inventeringarna jämfördes. Resultaten kunde inte påvisa några signifikanta skillnader i registrerade plantantal. Ingen av dessa två studier kunde alltså förklara den stora skillnaden mellan förväntat och faktiskt plantantal som registrerats i Föryngringskollens inventeringar.

Efter att resultaten från dessa två studier presenterats i Föryngringskollens referensgrupp började det diskuteras om de skillnader i plantantal som observerats mellan Föryngringskollen å ena sidan och entreprenörernas och beställarnas stickprovskontroller å andra sidan snarare kunde förklaras av olika sätt att mäta plantantalet på. Denna frågeställning var en av anledningarna till att detta projekt initierades.

Plantantal mäts ofta på olika ytenheter

Inom en föryngringstrakts bruttoyta (all yta inom traktens eller avdelningens yttergränser) finns åtskilliga områden av varierande storlek som inte får eller ska planteras. Exempel på sådana områden kan vara hänsynsområden såsom trädgrupper eller solitära träd, blötare partier med löv, kantzoner mot vattendrag eller områden med kulturhänsyn. De större av dessa områden är ofta avgränsade (bortritade) i traktdirektivens kartor medan de mindre områdena ofta saknar markeringar. Den yta som blir kvar efter att bortritade områden exkluderats kallas vanligtvis för nettoyta och det är den ytan som antalet beställda plantor normalt baseras på. Inom nettoytan finns emellertid detaljhänsyn som inte ritats bort i traktdirektivet, exempelvis solitära träd och mindre trädgrupper. Dessutom innehåller nettoytan ofta mindre impedimentsfläckar såsom surdrag och hållpartier som inte ska/kan planteras. Förutom detaljhänsyn och impedimentsfläckar ingår ofta en mindre andel självföryngring (oftast löv) i nettoytan då många bolag har satt upp målnivåer för lövinblandning i sina föryngringar. Baserat på omfattningen av dessa ytor på trakten så reduceras ofta det beställda antalet plantor för att bättre anpassas till traktens reella behov (s.k. arealsavdrag).

I Föryngringskollen mäts plantantalet och övriga variabler i den del av nettoytan som blir kvar efter det att detaljhänsynen och impedimentsfläckarna dragits bort (Berglund m.fl. 2025). I entreprenörernas egenuppföljningar däremot är det vanligast att plantantalet mäts i den del av nettoytan som enbart föryngrats via plantering eller i odefinierade ytor.

Behov av en gemensam standard för plantuppföljning

Det finns alltså ofta oklarheter kring vilken yta som inventeras i entreprenörernas egenuppföljningar vilket gör det svårt att jämföra dessa resultat med exempelvis Föryngringskollens inventeringar. Vid samtal med planteringsentreprenörer och beställare har det också framgått att både antalet inventerade provytor per ytenhet och storleken på de provytor som inventeras kan variera betydligt. Frågetecken finns även kopplade till om utlägget av provytor i både entreprenörernas egenuppföljningar och beställarnas stickprovskontroller alltid är helt objektivt valda eller om de är styrda mot områden med mycket plantor särskilt om syftet med undersökningarna främst varit att undersöka planteringskvaliten. Sammantaget finns således en stor osäkerhet om dessa inventeringar verkligen är statistiskt säkerställda för bestämningen av plantantalet.

Mot denna bakgrund togs ett beslut att låta Skogforsk initiera och genomföra ett projekt för att standardisera och kvalitetssäkra skattningen av plantantal efter plantering. Arbetet har utförts i nära samverkan med Sveaskog, Holmen Skog, SCA, Stora Enso, Södra Skogsägarna, Norra Skog, Mellanskog och Billerud. Ingående diskussioner har även förts med ett tiotal planteringsentreprenörer samt med experter på Sveriges Lantbruksuniversitet och Skogsstyrelsen.

Syfte och mål

Det huvudsakliga målet med projektet var att ta fram en branschgemensam standardmetod för uppföljning av antalet planterade plantor per ytenhet och beskriva hur denna metod sedan kan användas för att följa upp plantantalet på traktnivå. Metoden är främst tänkt att kunna nyttjas i beställarnas stickprovskontroller, entreprenörernas egenuppföljningar och i vetenskapliga syften. Metoden ska vara tillräckligt robust och användarvänlig för att snabbt kunna implementeras i den praktiska verksamheten.

Metod

Under hösten 2024 höll Skogforsk möten med samtliga nio externa beställare; Billerud, Holmen, Mellanskog, Norra Skog, SCA, Skogforsk, Skogssällskapet, Stora Enso, Sveaskog och Södra. På dessa möten beskrevs projektet och dess bakgrund, och varje beställare redogjorde för sin egen metodik för planteringsuppföljningar och syftena med dem. Inför dessa möten hade informationsmaterial skickats till beställarna för att de skulle kunna förbereda sig.

Under våren 2025 höll Skogforsk liknande möten med skogsvårdsentreprenörerna: Häxås Skogstjänst AB, Magnus Thor AB, Svelands Skogsservice AB, Qvarnsjö Skogstjänst AB, Rumler Skogsvård AB, Sundins Skogsplantor AB, Betulaman AB, Grimslöv Skogsstjänst AB, Jan Karlsson Skog AB, Svenska Skogsplantor, Norrlands Skogstjänst AB och Brygge Skogstjänst AB, dels för att ta del av deras perspektiv, dels för att förankra projektet hos dem.

Parallellt med dessa möten påbörjade Skogforsk i samarbete med beställarna arbetet med att ta fram en standardiserad metod för plantuppföljning. Inom detta arbete identifierades följande frågeställningar som behövde utredas:

1. *Hur definieras de termer som beskriver de olika ytorna på trakten, till exempel bruttoyta, nettoyta, nettoytans föryngringsyta och nettoytans planteringsyta?*
2. *På vilken yta bör antalet plantor mätas?*
3. *Hur ska provytorna läggas ut?*
4. *Hur stora bör provytorna vara?*
5. *Hur ser sambandet ut mellan antal inventerade provytor av olika storlekar och den statistiska säkerheten i resultaten för skattningen av antalet plantor/ytenhet?*
6. *Hur kan ovanstående samband läggas till grund för implementering av en standard för uppskattning av plantantal på traktnivå?*

Punkt fem ovan krävde ingående statistiska analyser på ett stort dataunderlag med liknande syfte och upplägg. I Föryngringskollen finns en omfattande databas med mer än 1 000 trakter, 10 000 provytor och 70 000 inventerade planterade plantor. Oavsett traktstorlek slumpas i Föryngringskollen ett försöksområde på ca 1 hektar ut på varje trakt innehållande 10 st 50 m² stora provytor med 30 meters mellanrum (Berglund m.fl. 2025). Detta betyder att 5 procent av det 1 hektar stora försöksområdet inventeras vilket i dessa sammanhang får anses som en hög siffra.

Genom att anta att den variation i plantantal som avlästs i försöksområdets provytor också beskriver den "sanna variationen" för 1 hektar stora planterade trakter i Sverige kan denna databas användas för ingående statistiska analyser (se nedan).

För att kunna nyttja resultaten från ovanstående statistiska simuleringar på trakter större än 1 hektar behövde också sambandet mellan traktareal och behovet av antalet provytor/ha redas ut. Eftersom försöksområdet i Föryngringskollen alltid är 1 hektar stort kan inte traktstorlekens påverkan på variationen i plantantal beräknas utifrån Föryngringskollens databas.

En generell statistisk metod som kan användas för att beskriva arealsberoendet är att beräkna antalet provytor proportionellt mot roten ur traktens areal:

$$n_{\text{trakt}} = n_0 \times \sqrt{A},$$

där n_0 är det antal provytor som behövs för att nå viss precision för en 1 ha stor trakt, A är storleken på hela trakten i hektar, och n_{trakt} är det totala antalet provytor på hela trakten. Denna metod beskrevs troligen först av Matérn (1960) och har därefter blivit en accepterad metod att fånga upp arealsberoendet (Göran Ståhl pers. komm). Metoden ger en ganska bra sammanvägd bild på det genomsnittliga behovet av fler inmätta provytor efterhand som traktarealen ökar när flera trakter tas med i beräkningarna.

För de viktiga definitioner av termer som beskriver de olika ytorna på trakterna (punkt 1 ovan) så har vi utgått från de ingående diskussioner vi har haft med planteringsentreprenörer. Vi har också tagit del av hur Skogsstyrelsen definierar olika ytenheter i sina uppföljningar av återväxternas kvalitet (Skogsstyrelsens rapport 2024-12). För det slumpmässiga urvalet av provytor på trakten (punkt 2 ovan) har vi utgått från Föryngringskollens metodik med även tagit in synpunkter från Skogsstyrelsens statistikavdelning samt från Sveriges Lantbruksuniversitet.

Statistiska beräkningar

I detta projekt har vi utgått från antagandet att variationen i plantantal i Föryngringskollens provytor också beskriver den sanna variationen i plantantal för ett 1 ha stort område. Därefter har vi beräknat behovet av inmätta provytor för olika signifikansnivåer i bestämningen av plantantal.

Teoretisk simulering

För att ge en generell bild av ungefär hur många provytor som behövs för olika storlekar av provytor så använde vi oss av simulering. I simuleringsmodellen testades provytestorlekar om 10, 25, och 50 m² och för varje enskild provyta simulerades realistiska plantantal med hjälp av en relevant fördelningsfunktion (Poisson-fördelning).

Simuleringarna baserades på ett medel (i 100-tal) för Föryngringskollens observerade antalet plantor per hektar för 2023 och 2024 (1 500 plantor per hektar). Detta plantantal jämfördes sedan med det plantantal som erhöles vid generering av olika antal simulerade provytor. Om vi exempelvis genererar fyra 50 m² stora provytor med plantantalen 7, 8, 11 och 6 så multipliceras medelvärde med omvandlingsfaktorn (200) för att få plantantalet per hektar. I detta fall blev resultatet $(32 \cdot 200) / 4 = 1\,600$ plantor vilket gav en avvikelse på 100 plantor från det sanna värdet (1 500 plantor). På detta sätt kunde antalet provytor som krävdes för att närma sig det sanna plantantalet bestämmas.

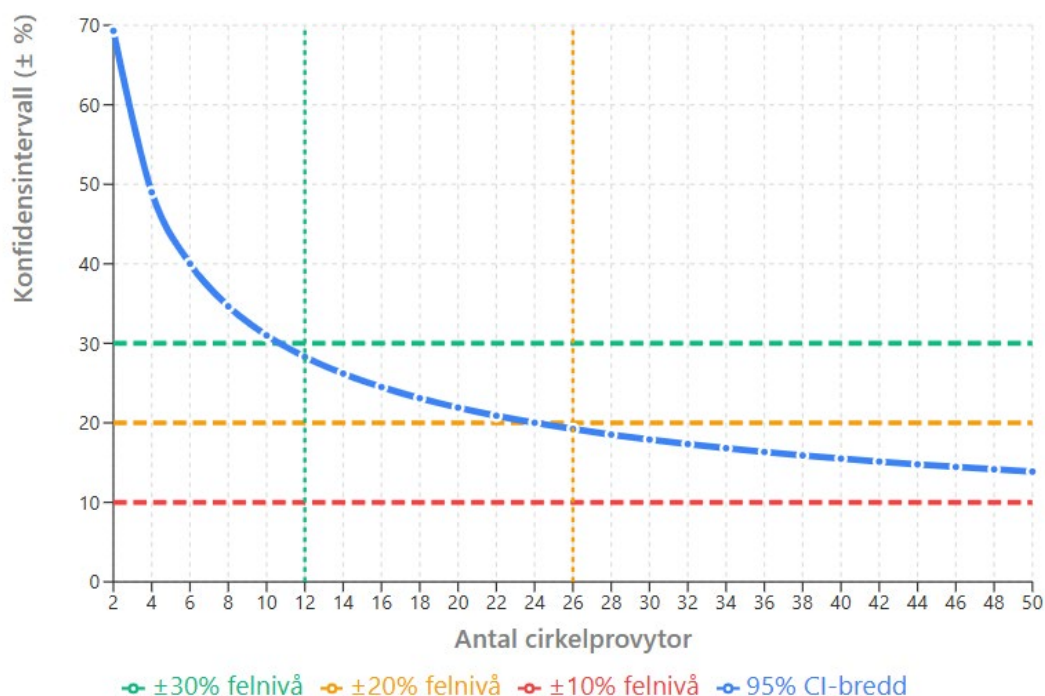
Antalet plantor i varje provyta simulerades genom dragning från en Poissonfördelning. För en given sann planttäthet λ (plantor per hektar) är det förväntade antalet plantor på en enskild provyta (givet att plantorna är jämnt fördelade över trakten):

$$\lambda_{\text{provyta}} = \lambda \times (\pi r^2 / 10\,000),$$

där πr^2 är provytans area i kvadratmeter och 10 000 är antalet kvadratmeter per hektar. Antalet observerade plantor Y på provytan drogs sedan från:

$$Y \sim \text{Poisson}(\lambda_{\text{provyta}}).$$

För att få en bild av den statistiska noggrannheten vid genereringen av provytor så sattes ett approximativt konfidensintervall (95 procent CI) för standardavvikelsen (dvs. spridningen) i antalet skattade plantor. Sedan beräknades behovet av antalet inmätta provytor för en 10-procentig, 20-procentig och 30-procentig avvikelse i plantantal från det 95-procentiga konfidensintervallet.



Figur 1. Principskiss för hur det minsta signifikanta antal provytor bestämdes i de teoretiska simuleringarna. De streckade horisontella linjerna representerar felnivåer ($\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $\pm 30\%$). Den blå kurvan visar hur brett 95 % konfidensintervallet är (i procent av det sanna värdet). Kurvan går nedåt när antalet provytor ökar. När hela den blå kurvan (95 % CI) går under en felnivå har vi tillräckligt många provytor för att uppnå den noggrannhetsnivån med 95 % säkerhet. Skärningspunkterna (markerade med vertikala streckade linjer) visar det minsta signifikanta antalet provytor för varje felnivå (12 st. för $\pm 30\%$ och 26 st. för $\pm 20\%$). Det approximativa 95 % CI beräknades baserat på normalapproximationen av Poissonfördelningen.

Simulering på Föryngringskollens data

Teoretiska simuleringar är inte tillräckliga för att fånga den variation i plantantal som finns inom en föryngringstrakt.

Baserat på Föryngringskollens data analyserades därför hur många provytor av olika storlekar (10, 25 och 50 m²) som behövdes för att uppnå tillräcklig precision i skattningen av plantantalet. Som grund för analyserna ingick samtliga trakter i Föryngringskollen från inventeringarna 2023 och 2024 där mer än 7 provytor med 100 procents föryngringsyta återfanns. Detta gav totalt över 700 trakter och 5 132 provytor.

Separata analyser utfördes för tall- respektive granplantor samt för de tre regionerna (Norrländ, Svealand och Götaland). För varje trakt beräknades först "sanna värden" för plantantalet baserat på alla tillgängliga provytor (oftast 10 stycken). Detta sanna värde användes sedan som ett referensvärde som de simulerade provtagningarna jämfördes mot. Jämförelsen genomfördes via återläggning av provytor där ett visst antal av de tio ursprungliga provytorna slumpades ut och ett medelvärde för plantantalet per hektar beräknades. Avvikelsen för detta framräknade medelvärde mot det sanna värdet gav sedan precisionen i analysen.

För provytor mindre än 50 m² där inga inventeringsdata fanns tillgängliga (25 m² och 10 m²) användes samma fördelningsfunktion som i de teoretiska simuleringarna (Poisson-fördelning). Till skillnad från de teoretiska simuleringarna så baserades emellertid dessa simuleringar på observerade data från Föryngringskollens provytor.

Statistisk signifikans bedömdes på samma sätt som vid den teoretiska simuleringen, det vill säga med ett 95-procentigt konfidensintervall inom en ± 10 procent, ± 20 procent och ± 30 procent felmarginal. Eftersom analysen är platsspecifik kan den ge skraddarsydda rekommendationer baserat på faktiska förhållanden på varje hygge snarare än generella riktlinjer, och är därför ett bra komplement till simuleringsresultaten.

Resultat och Diskussion – avvägningar och jämkning med slutgiltigt förslag

Efter ingående diskussioner med beställarföretag, planteringsentreprenörer, Sveriges Lantbruksuniversitet och Skogsstyrelsen har Skogforsk vägt samman de olika synpunkterna på både en standardiserad definition för de olika ytorna på föryngringstrakten och en kvalitetssäkrad inventeringsmetodik för uppföljning av antalet planterade plantor på trakten. Tillsammans med de statistiska analyserna som baserats på Föryngringskollens provytor har nedanstående förslag för uppföljning av antalet planterade plantor per ytenhet tagits fram. För att kunna använda resultaten på större trakter än 1 hektar har även sambandet mellan traktstorlek och behov av inventerade provytor utretts.

Definition av arealbegrepp

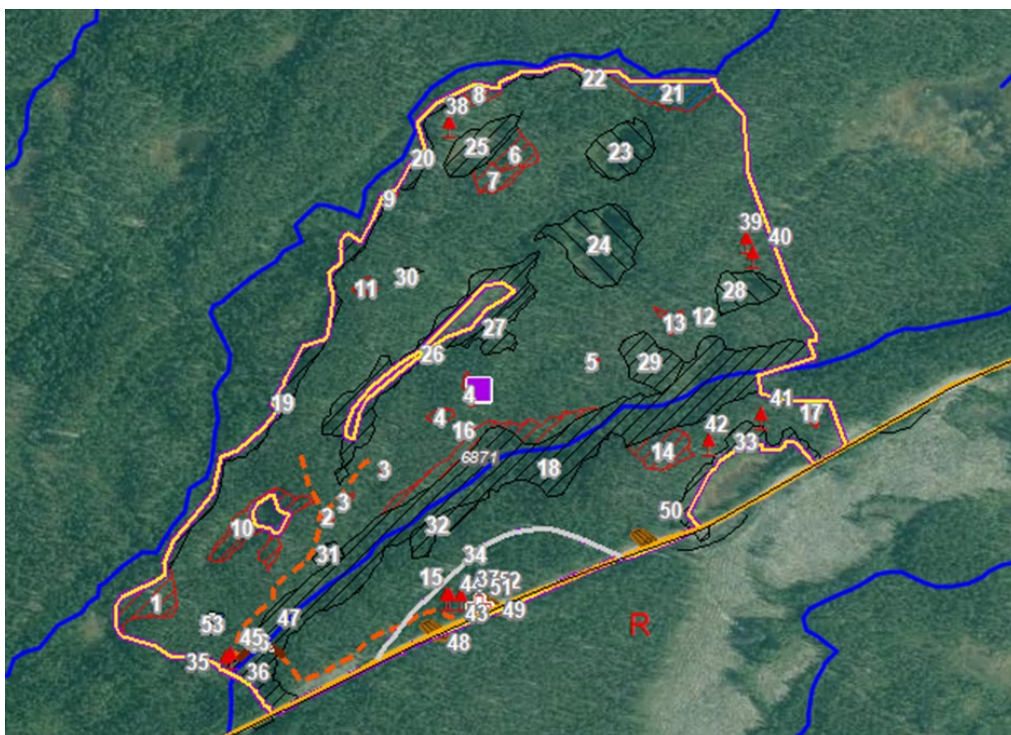
Gemensamma definitioner för arealbegrepp som alla kan enas kring är en förutsättning för att kunna kommunicera, samarbeta och jämföra resultat mellan inventeringar. Nedan presenteras vårt förslag på definitioner av arealbegrepp för plantering:

Bruttoyta: *All yta inom traktens eller avdelningens yttergränser inklusive figurlagda ytor av hänsyn, impediment, vattendrag, vägar, diken och dylikt samt punkter och linjer.*

Nettoyta: *Traktens eller avdelningens bruttoyta minus figurlagda ytor (borttridade ytor) som inte ska planteras enligt nedan.*

Nettoytan är normalt den yta som används för att beräkna behovet av antal plantor på trakten/avdelningen.

Figurlagda ytor som inte aktivt ska föryngras: Den yta som i förväg har "ritats bort" på kartan och som inte avses att aktivt föryngras (exempel, Figur 2). Dessa figurlagda ytor ska alltid ha en areal och kan utgöras av en hänsynsyta (natur- eller kulturhänsyn), impediment, ett avgränsat blötare parti, en väg eller en annan borttridad yta. Den sammanslagna figurlagda arealen för trakten som inte ska föryngras dras sedan bort från bruttoytan vilket ger nettoytan för trakten.



Figur 2. Exempel på ett trakttdirektiv med figurlagda hänsynsytor (Stora Enso).

Detaljhänsynsyta: Ej figurlagda hänsynsytor inom nettoytan med en normal minsta sammanlagda storlek på 25 m² som inte avses att planteras men som inte "ritats bort" i kartan innan planteringen.

Exempel på detaljhänsyn kan vara mindre områden med löv, solitära träd eller mindre trädgrupper och buffertzoner mot lämnad naturhänsyn, kanter eller vattendrag. I detaljhänsynsyta ska normalt inte någon plantering förekomma. De exakta definitionerna av detaljhänsynen kan variera mycket mellan olika trakter och företag.

Impedimentsfläckar: Ej figurlagda impedimentsfläckar med en minsta storlek på 25 m² som inte ska föryngras varken med plantering, sådd eller naturlig föryngring.

Kan exempelvis röra sig om mindre hållpartier, stenpartier, surdråg och liknande.

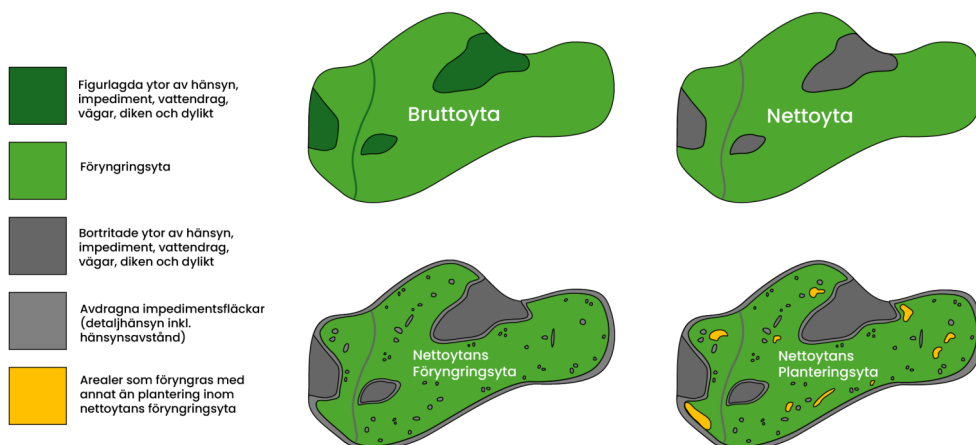
Övrig ej föryngringsbar yta: Övrig yta som ej ska planteras. Det kan röra sig om dräneringsdiken och ledningsgator.

Nettoyans föryngringsyta: Den totala föryngringsbara arealen i nettoytan. Nettoytan minus eventuella avdrag för impedimentsfläckar, "övrig ej föryngringsbar yta" och detaljhänsyn där ingen föryngring eftersträvas. I denna yta ingår alltså både planteringsytan och ytor där sådd eller naturlig föryngring planeras, dvs. den totala arealen där föryngring eftersträvas.

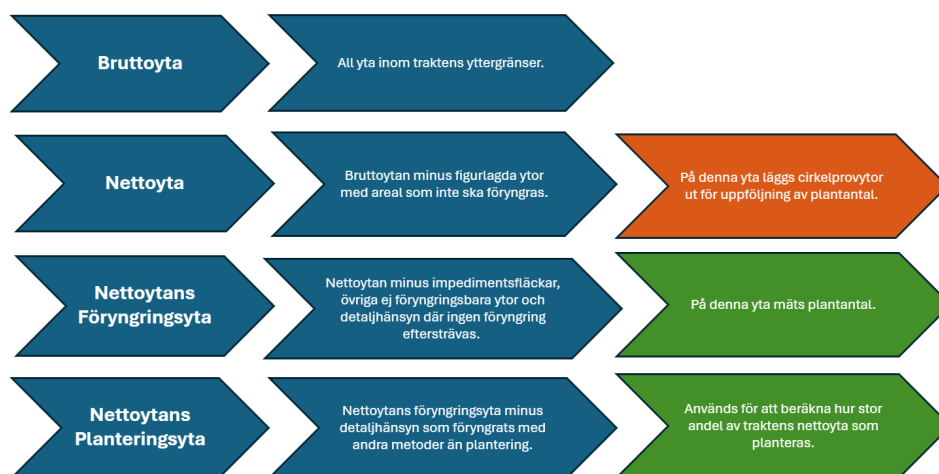
Nettoyans planteringsyta: Den yta som enbart ska föryngras via plantering, det vill säga nettoytan minus eventuella avdrag för all detaljhänsyn (även detaljhänsynsarealer som ska föryngras med annat än plantering), impedimentsfläckar och "övrig ej föryngringsbar yta".

Markberedningsyta: Den yta som markberedaren har bearbetat. Ej bearbetade områden med en yta på <300 m² klassas som markberedd yta medan ej bearbetade ytor med en yta på >300 m² klassas som icke markberedd yta. Ofta är den markberedda

ytan dokumenterad digitalt av markberedaren i en karta som kan vara tillgänglig för planteringsåtgärden. Detta är ett exempel på värdefulla maskindata som hos vissa företag förs vidare från markberedningsåtgärden till planteringsåtgärden i syfte att kunna bedöma förutsättningarna för den kommande planteringen. Markberedningsytan är normalt att betrakta som planteringsyta, men plantering även i icke markberedda punkter är vanligt förekommande. Därför utgör vanligtvis markberedningsytan enbart en delmängd av planteringsytan.



Figur 3. Illustration över bruttoyta, nettoyta, nettoytans föryngringsyta och nettoytans planteringsyta på en föryngringstrakt. För "nettoytans planteringsyta" exkluderas från nettoytan förutom detaljhänsyn/impedimentsfläckar/övrig ej planteringsbar yta även de områden som avses att föryngras med andra metoder än plantering exempelvis naturlig föryngring (gula fläckar i figuren).



Figur 4. Sammanfattande bild över bruttoyta, nettoyta, nettoytans föryngringsyta och nettoytans planteringsyta i föryngringsfasen samt hur de nyttjas för provyteutlägg och plantuppföljning.

Inventeringsmetodik

Vilken yta ska plantantal mätas på?

I Skogsstyrelsens uppföljning av återväxternas kvalitet mäts antalet huvudplantor i nettoytan som i Skogsstyrelsens fall avser den faktiskt avverkade arealen minus hänsynsytor större än 100 m² och impedimentsfläckar större än 200 m² (Skogsstyrelsen 2017). I återväxtuppföljningen ska även provytor som till mer än hälften hamnar utanför nettoytan strykas. Om däremot mindre än halva provytan hamnar utanför nettoytan så ska provytan i stället flyttas in så att hela provytan hamnar inom nettoytan.

I Föryngringskollens inventeringar mäts plantantalet på nettoytans föryngringsyta, dvs. nettoytan minus detaljhänsyn och impediment med en areal på minst 25 m² och övriga ej föryngringsbara ytor, exempelvis dräneringsdiken, stigar/leder (Berglund m.fl. 2025).

I Föryngringskollens modell ingår alltså hela den areal som har avsetts att föryngras på något sätt, även områden som ska föryngras med andra metoder än plantering.

Vid intervjuer med planteringsentreprenörer har det framkommit att uppföljningar av plantantalet ofta mäts inom nettoytans planteringsyta eller på odefinierade ytor. Även i beställarnas stickprovsundersökningar mäts normalt plantantalet i nettoytans planteringsyta.

Eftersom de statistiska analyserna i detta projekt utgår från Föryngringskollens provytor som mätts i nettoytans föryngringsyta så beskriver resultaten från detta projekt enbart en statistisk säkerställd metod för bestämning av plantantal på denna ytenhet. Då det är svårt eller omöjligt att veta vilka ytor av nettoytans föryngringsyta som blivit undantagna för självföryngring anser vi det som säkrast att i nuläget mäta plantantalet i nettoytans föryngringsyta. Om de områden i nettoytans föryngringsyta som inte avses att planteras tydligt kan definieras eller "ritas bort" i kartunderlaget är det emellertid bättre att mäta plantantalet på planteringsytan.

För att få en fullständig bild av hur många plantor som planterats ut på traktens nettoyta är det viktigt att veta hur stor andel av nettoytan som utgörs av föryngringsyta och om man mäter plantantalet på planteringsytan även andelen planteringsyta. Denna information erhålls genom att andelen föryngringsyta (och planteringsyta) anges i varje inmätt provyta på samma sätt som i Föryngringskollens inventeringar (Berglund m.fl. 2025). Om inte 100 procent föryngringsyta uppnås i provytan ska även den huvudsakliga orsaken till detta anges; exempelvis detaljhänsyn, impedimentsfläck etcetera. På detta sätt får man också in information om vad som "drar ned" andelen föryngringsyta i nettoytan.

Utläggning av provytor

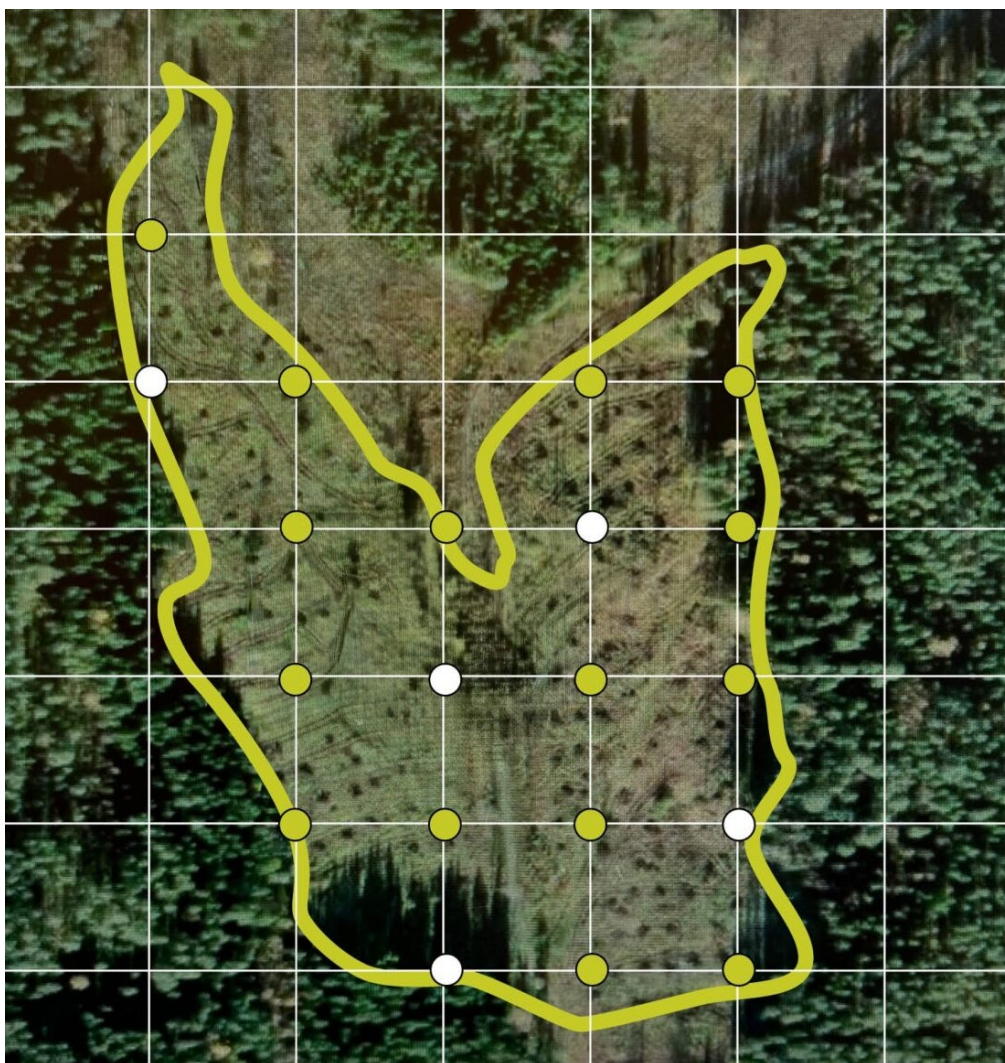
Vid all inventering är objektivitet av stor vikt för att undvika felaktiga/snedvridna resultat. Detta är extra viktigt när man mäter variabler med en heterogen fördelning på ytan såsom planttäthet på en föryngringstrakt (Figur 5). Det är emellertid mycket vanligt att det slarvas med det slumpmässiga utlägget av provytor i många uppföljningar.

Vi rekommenderar starkt att provytorna läggs ut objektivt i plantuppföljningen. Exempelvis så kan man använda sig av ett utslumpat rutnät där provytorna placeras i rutornas skärningspunkter (exempel, Figur 6). Detta rutnät bör täcka hela traktens nettoyta för att hela traktens yta ska bli lika representerad. Förslagsvis slumpas en startpunkt ut på traktens nettoyta varifrån rutnätet sedan byggs upp. Avståndet mellan

skärningspunkterna i rutnätet bestäms av traktens framräknade behov av antal provytor för den signifikansnivå som valts. Det är emellertid viktigt att ta med ett antal extra provytor (markerade reservprovytor med nummer 1–5) utöver det framräknade behovet i det fall att någon provyta faller bort (exempelvis kommer helt in i en impedimentsfläck).



Figur 5. Eftersom de planterade plantorna ofta är ojämnt fördelade på föryngringstrakten är det extra viktigt med en objektiv utläggning av provytorna vid plantuppföljningen.



Figur 6. Illustration över hur en utläggning av provytor i nettoytan inom en föryngringstrakt kan utföras. Först slumpas en startpunkt ut på traktens nettoyta, därefter byggs ett rutnät upp efter det behov av provytor man har för den signifikansnivå i bestämning av plantantal som valts (avståndet mellan punkterna). Observera att det är viktigt att anpassa avståndet så att man får med ett antal (5 st.) reservprovytor (vita i figuren) i de fall att någon av de ordinarie provytorna utgår.

Hantering av delade provytor

Förekomst av detaljhänsyn, impedimentsfläckar och övrig ej föryngringsbar yta inom nettoytan medför att en del av provytorna kommer att komma helt eller delvis in på dessa ytor (se definitioner ovan). Vårt förslag är att om exempelvis en provyta helt eller till mer än 75 procent kommer in i en detaljhänsyn eller impedimentsfläck så stryks den och en reservyta väljs enligt ett förutbestämt schema (numrerade reservprovytor). Alla provytor med ≥ 25 procent föryngringsyta mäts däremot in. För de delade provytorna (provytor med mindre än 100 procent föryngringsyta) bör också den huvudsakliga orsaken till "delningen" anges för att ge information om vad som påverkar andelen föryngringsyta i nettoytan. Vid inmätningen av plantor på de delade provytorna är det viktigt att notera om plantan sitter i en föryngringsyta eller ej eftersom de plantor som planterats utanför föryngringsytan inte ska ingå i beräkningen av plantantalet. Inmätning av plantorna som

planteras utanför föryngringsytan ger även viktig information om “felaktig plantering” utförts i exempelvis mindre natur- eller kulturhänsoomsråden.

Navigering till provytan

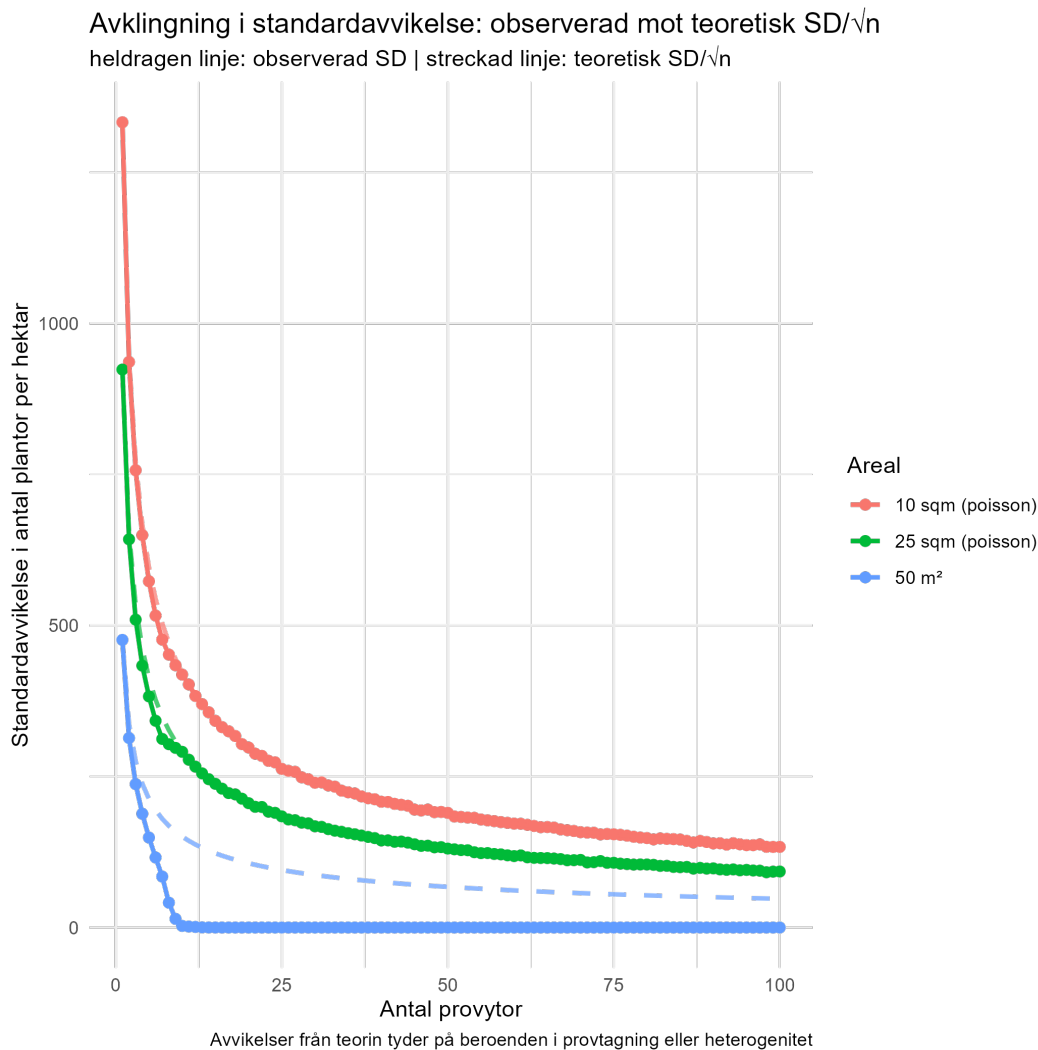
Det är även viktigt att inventeraren navigerar till provytan utan att påverkas av vår naturliga tendens att subjektivt välja inventeringsplats. En objektiv navigering till provytan säkerställs vanligtvis med hjälp av den digitala kartan som används vid inventeringarna. Genom att navigera sig fram till de utslumpade provytorna med hjälp av GPS-positionen från paddan eller telefonen som används kan provytans position fastställas. Eftersom GPS-positionen i den digitala kartan ibland kan vara instabil och ”hoppa runt” kan provytans exakta position vara svår att fastställa.

En möjlig lösning på detta är att som i Föryngringskollens inventeringar fastställa positionen på provytan när gps-positionen för första gången sammanfaller med provytans markering i kartan (Berglund m.fl. 2025). Observera att det i detta moment är mycket viktigt att alltid ha samma inzoomningsläge på kartan för att undvika olika noggrannhet i positioneringen av olika provytorna.

Statistiska analyser

Verifiering av hypotes och analysmodell

För att testa om vår hypotes att Föryngringskollens 10 provytor beskriver det “sanna” plantantalet på det 1 ha stora försöksområdet genomfördes olika kontroller. Enligt statistisk teori bör standardavvikelsen minska med $s/\sqrt{n}$ när antalet provytor (n) ökar, där s är standardavvikelsen för en enskild provyta. Därför undersöktes om vår metod med återläggning av provytor ger samma typ av minskning i standardavvikelse som teoretiskt förväntas (Figur 7). Följande generella trend observerades: alla provytestorlekar följer den förväntade kurvan relativt väl, där standardavvikelsen minskar när antalet provytor ökar. Större provytor (50 m^2) har genomgående lägre standardavvikelse vid samma antal provytor än för mindre provytor (25 m^2 och 10 m^2). Vidare följer minskningen i standardavvikelsen för 25 m^2 och 10 m^2 provytor väl det teoretiskt förväntade, vilket indikerar att vårt förfarande ger rimliga värden enligt teorin. För de 50 m^2 stora provytorna utgår vi från Föryngringskollens originaldata för att ta fram det “sanna” värdet på antal plantor (oftast baserat på 10 provytor per hektar) och beräknar minskningen i standardavvikelse vid återläggning av provytor. I analysen av de 50 m^2 stora provytorna kommer det därför inte att finnas någon variation kvar (inga fler provytor att återlägga) då antalet provytor blir 10 eller fler vilket ger en lägre variation än det teoretiskt förväntade värdet. Alltså kan resultaten på hur många provytor som räcker enligt en viss osäkerhetsnivå vara underskattad för provytorna på 50 m^2 .



Figur 7. Minskad standardavvikelse i plantor/ha för 10, 25 och 50 m² stora provtytor med ökat antal inventerade ytor. Notera att för 50 m² stora provtytor är standardavvikelsen noll efter 10 st. provtytor p.g.a. avsaknaden av fler provtytor på det 1 ha stora försöksområdet i Föryngringskollens data.

Teoretiska simuleringar

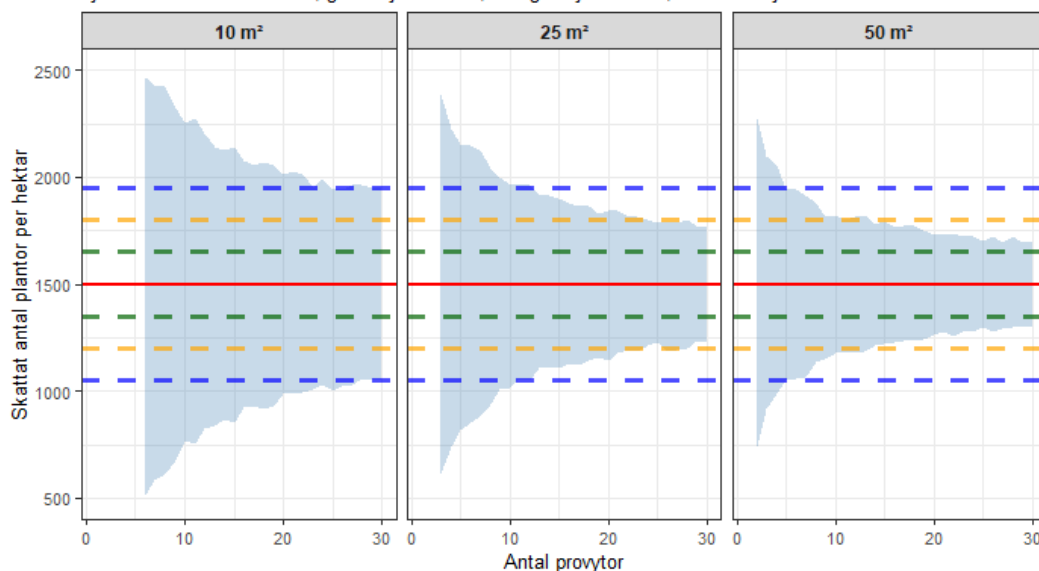
I Figur 8 redovisas teoretiska simuleringar av behovet av antal provtytor av 10, 25 och 50 m² storlek med ± 10 procent, ± 20 procent eller ± 30 procent avvikelse. Resultaten visar att precisionen påverkades kraftigt av provtytestorleken i analysen, där det för 10 m² provtytor krävdes mer än 100 provtytor/ha för ± 10 procents avvikelse, över 50 st/ha för ± 20 procents avvikelse och 27 st/ha för ± 30 procents avvikelse. För 25 m² provtytor krävs 90 st/ha för ± 10 procents avvikelse, 25 st/ha för ± 20 procents avvikelse och 12 st/ha för ± 30 procents avvikelse. 50 m² provtytor var mest effektiva där krävdes endast 6 st/ha för ± 30 procents avvikelse, 14 st/ha för ± 20 procents avvikelse och 52 st./ha för ± 10 procents avvikelse. Resultaten kan till stor del förklaras av antalet plantor per provyta:

- 10 m²: 1,5 plantor/provyta i medeltal (mycket lågt antal vilket ger hög variation).
- 25 m²: 3,75 plantor/provyta i medeltal (måttligt antal plantor och medelhög variation).

- 50 m²: 7,5 plantor/provyta i medeltal (högre antal plantor och således lägre relativ variation).

Avvikelse för olika scenario

Ljusblått område = 95% CI; grön linje = $\pm 10\%$; orange linje = $\pm 20\%$; mörkblå linje = $\pm 30\%$



Figur 8. Teoretisk simulering av antal provytor av 10, 25 och 50 m² storlek samt med ± 10 procents, 20 procents, 30 procents signifikansnivå, där 1 500 plantor genererades och 95 procents konfidensintervall, KI i figuren, plottades på y-axeln och antalet provytor på x-axeln. Då 95 procent konfidensintervall faller innanför de streckade linjerna bedöms resultatet signifikant på motsvarande precisionsnivå.

Simuleringar baserade på Föryngringskollens data

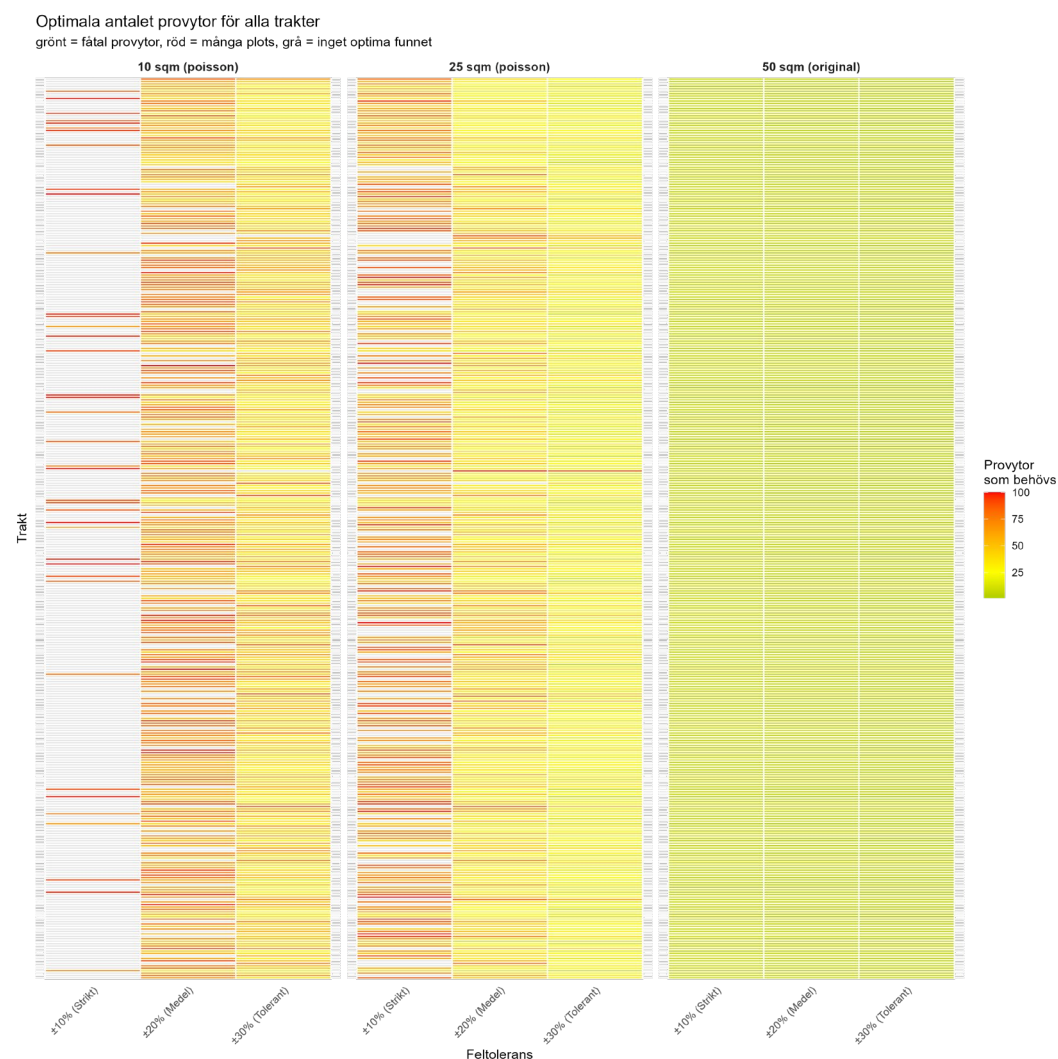
Teoretiska simuleringar är inte tillräckliga för att fånga den variation i plantantal som finns inom en föryngringstrakt. Exempelvis är inte plantorna jämnt fördelade över ytan vilket är ett typiskt antagande i de teoretiska modellerna. Data från Föryngringskollens inventeringar visar i stället att plantorna bitvis både kan vara klustrade och jämnt fördelade beroende på traktens topografi, stenighet, samt hur väl markberedning lyckats skapa bra planteringspunkter. En annan fördel med att använda verkliga inventeringsdata i stället för bara teoretiska simuleringar är att vi kan påvisa den betydande variationen mellan enskilda trakter i hur många provytor som krävs för samma precisionsnivå.

Nedan redovisas statistiska analyser på inmätta data dvs. de data som samlats in i Föryngringskollens ettårsinventeringar under 2023 och 2024 (se material och metoder).

För varje trakt räknas först ett medelvärde för plantantalet fram. Detta värde utgör det "sanna" värdet för traktens plantantal (per hektar i nettoytans föryngringsyta). För att få ett konfidenstal på avvikelsen mot det "sanna" värdet så används den observerade variationen i den "sanna" fördelningen för att ta fram fördelningsgränser med ± 10 , 20 och 30 procent från det sanna värdet. Sedan undersöktes utfallet av avvikelsen från det sanna värdet för olika antal provytor. Detta ger oss det antal provytor som behöver mätas in för den förutbestämda statistiska säkerhetsnivån som satts. I Figur 9 visas det minsta antalet provytor för att säkerställa ± 10 , 20 och 30 procents avvikelse för provytor med 10, 25 och 50 m² storlek för varje trakt. Detta ger en god inblick i hur det minsta antalet

provytor som behövs varierar mellan olika trakter. Till exempel behövdes 44 provytor med 25 m² storlek och 20 procents avvikelse på trakten med ID 0011-6419, medan för trakten med ID 0016-4815 så var motsvarande antal provytor nästan halverat (23 st). Förutom faktorer på en större geografisk skala som exempelvis region, så har vi framför allt två faktorer som påverkar den erhållna variationen i antal provytor över lokaler: rumslig heterogenitet och planttäthet:

1. Trakter med jämn plantetablering kräver färre provytor jämfört med trakter med en ojämn (klustrad) plantfördelning.
2. Högre genomsnittlig planttäthet (per hektar) ger generellt bättre precision jämfört med trakter med låg planttäthet som blir svårare att skatta tillförlitligt.

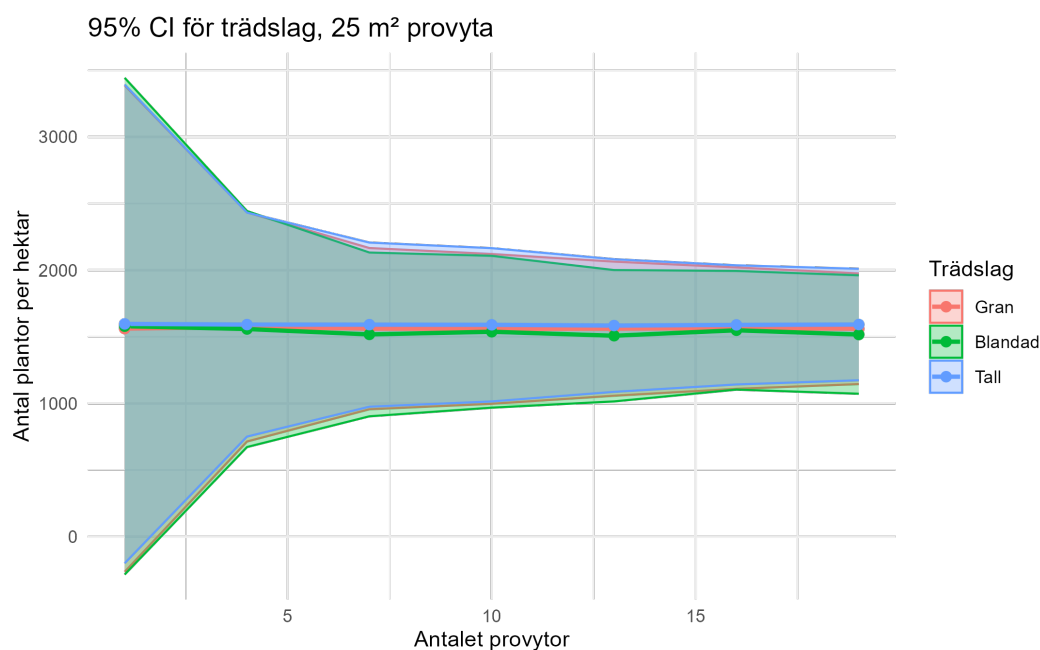


Figur 9. Individuella tracters (Site ID) behov av antal inmätta provytor av 10, 25, och 50 m² storlek per ha i nettoytans förnygringsyta för de olika avvikelsenivåerna (±10, 20 och 30 procent). Notera att vissa trakter (med större heterogenitet och lägre plantantal) har ett betydligt större behov av inmätta provytor för att uppnå samma avvikelsenivå som de övriga trakterna.

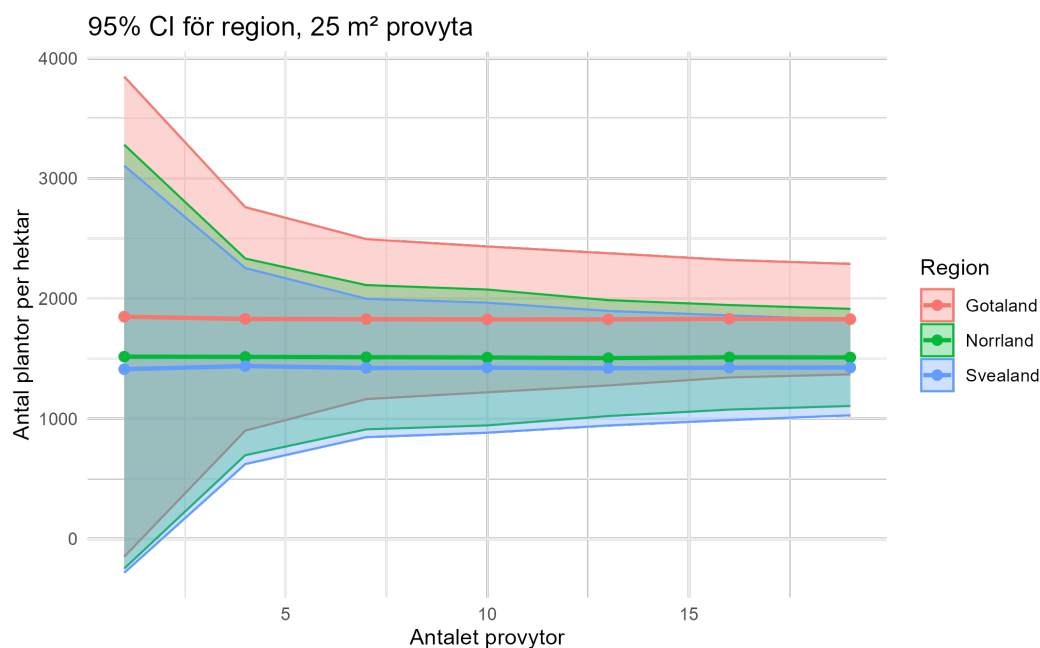
Finns skillnader i varians mellan region, trädslag och traktstorlek?

För att undersöka om skillnader i varians i plantantal föreligger mellan tall och gran, de olika regionerna (Norrland, Svealand och Götaland) samt stora och små trakter genomfördes först en jämförande analys av dessa variabler. I Figur 10 jämförs ett 95-procentigt konfidensintervall (KI) som funktion av antal provytor. Resultaten visar på ett högre antal plantor per hektar i Götaland jämfört med Svealand och Norrland. I övrigt var det relativt lite variation mellan olika hyggesstorlekar och olika trädslag.

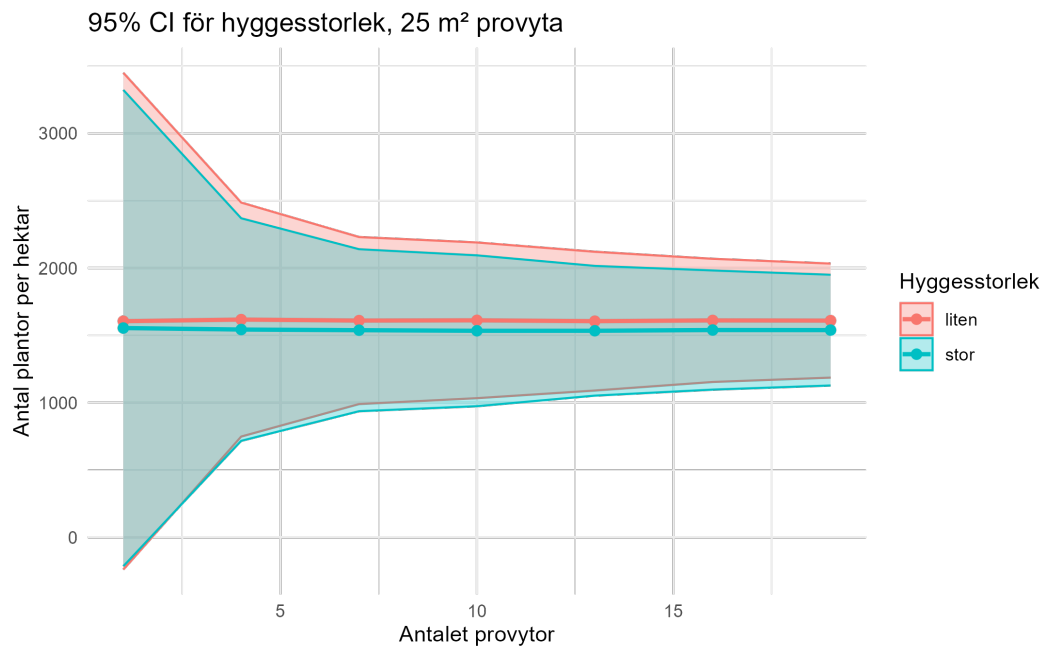
A



B



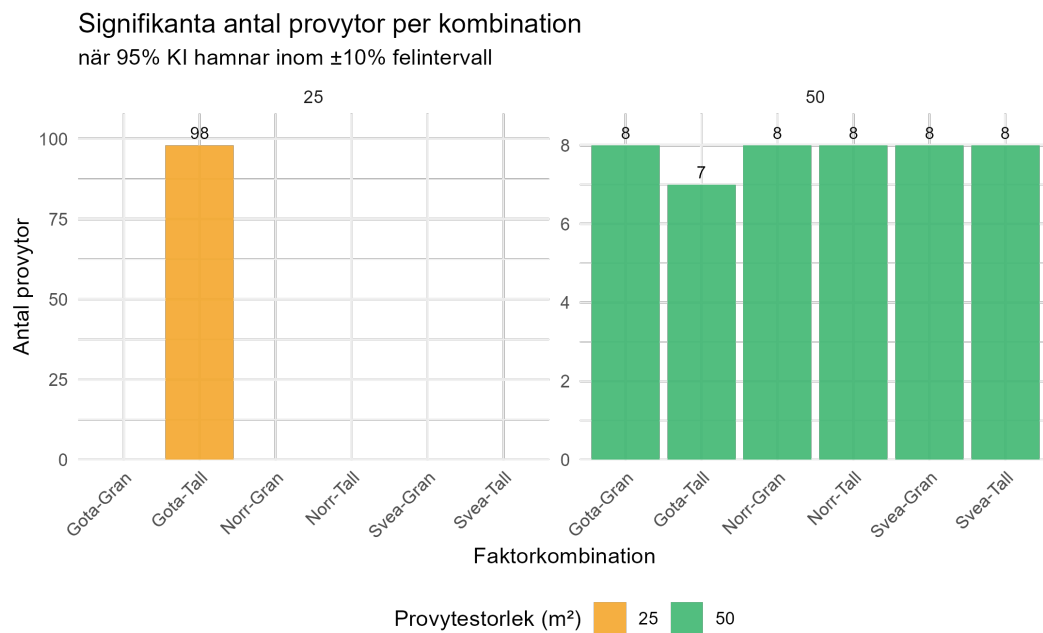
C



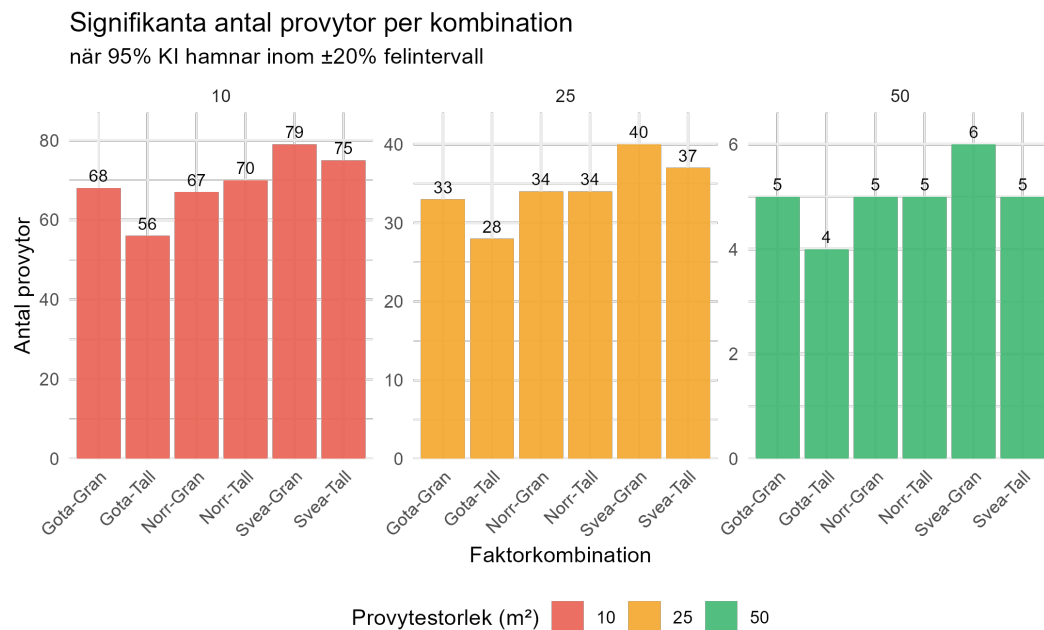
Figur 10. Konfidensintervall i plantantal för A trädslag, B region och C traktstorlek. Det enda som skilde sig tydligt var "region" där Götaland sticker ut med ett högre plantantal. En tendens till högre plantantal för mindre trakter återfanns också.

Behovet av antalet inmätta provytor för en viss precisionsnivå varierade, och i vissa fall mycket (Figur 11). Exempelvis så behövdes för 25 m² provytor och 30 procents avvikelse 13 stycken för tall i Götaland och 16 stycken för tall i Norrland. Dessa resultat stämmer väl överens med de teoretiska simuleringarna i Figur 8.

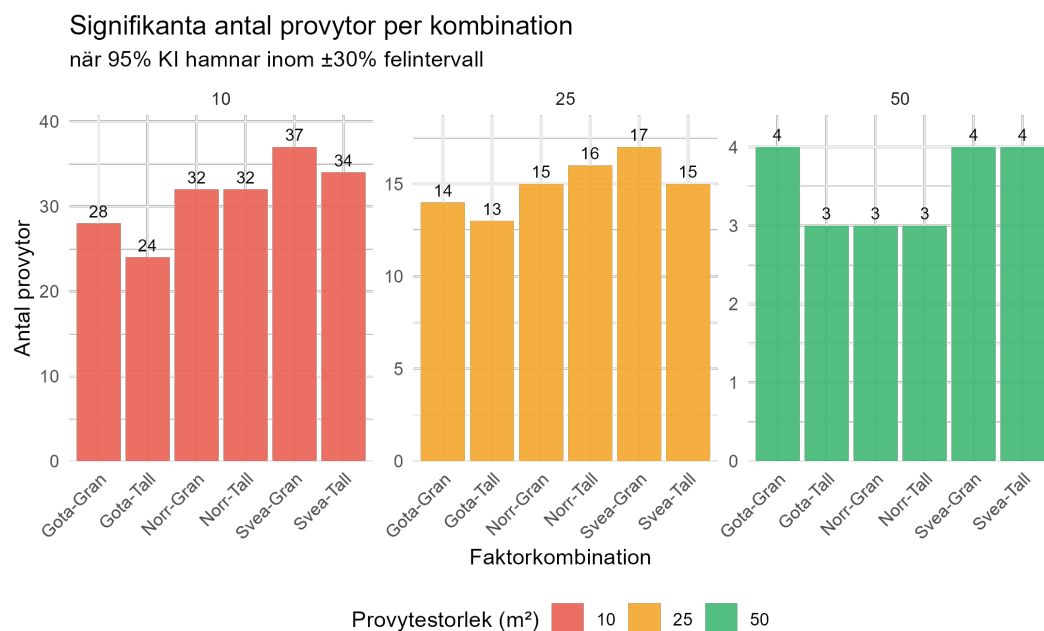
A



B



C



Figur 11. Behov av antal inmätta provdytor av 10, 25 och 50 m² storlek per ha i nettoytans förnygringsyta för olika regioner och trädslag för A ± 10 procent, B ± 20 procent och C ± 30 procent signifikansnivå. Resultaten är baserat på Förnygringskollens data från 2023 och 2024. Trakter med blandade trädslag har filterats bort i analysen.

För att kvantifiera skillnaderna i antal provdytor som behövs för 20 procents avvikelse, så genomfördes en regressionsanalys där antalet provdytor var responsvariabel och de olika faktorerna var oberoende prediktorer i modellen. Eftersom responsvariabeln bestod av heltal så använde vi en generalized linear model (GLM), med en negativ-binomial

fördelningsfunktion för att beskriva sambandet. Den faktor som förklarade mest variation förutom provytestorlek var region (p-värde < 0,0001, dvs. starkt signifikant resultat och betydligt mindre än gränsvärdet på 0,05), medan trädslag förklarade mindre variation men ändå signifikant i analysen (p-värde = 0,0015). Hyggesstorlek hade däremot ringa påverkan på variationen (p-värde = 0,236).

Skattningarna för regionerna Norrland och Svealand gav att 17 respektive 21 procent fler provytor behövs i medeltal jämfört med Götaland. Tall behövde 7 procent mindre antal provytor än gran i medeltal givet att alla andra faktorer var likadana. Större hyggen ger 0,6 procent färre antal provytor men denna skillnad är inte statistiskt signifikant. Detta visar att det optimala antalet provytor som behövs varierar framför allt mellan regioner och i mindre omfattning till vilket trädslag som planteras.

I analysen jämfördes även provytestorlek med start från 10 m² stora provytor. Resultaten visade att för varje ökad kvadratmeter i provytorerna så reducerades behovet av antal provytor med 5,7 procent.

Implementering av resultaten på traktnivå

För att kunna nyttja resultaten från ovanstående statistiska simuleringar på trakter med större än 1 hektar föryngringsyta behövde sambandet mellan traktareal och behovet av antal provytor/ha redas ut. Teoretiskt sett så skulle behovet av antal provytor vara lika stort för det 1 hektar stora försöksområdet som för traktens föryngringsyta i sin helhet om variationen i plantantal var lika för de två ytstorlekarna. I praktiken ökar dock variationen mellan provytorerna när arealen ökar, vilket innebär att fler provytor behövs för att nå en viss precision i inventeringarna. I detta arbete har vi valt att använda en statistisk metod där antalet provytor som behövs på hela trakten (n_{trakt}) ökar med roten ur traktens föryngringsyta, dvs:

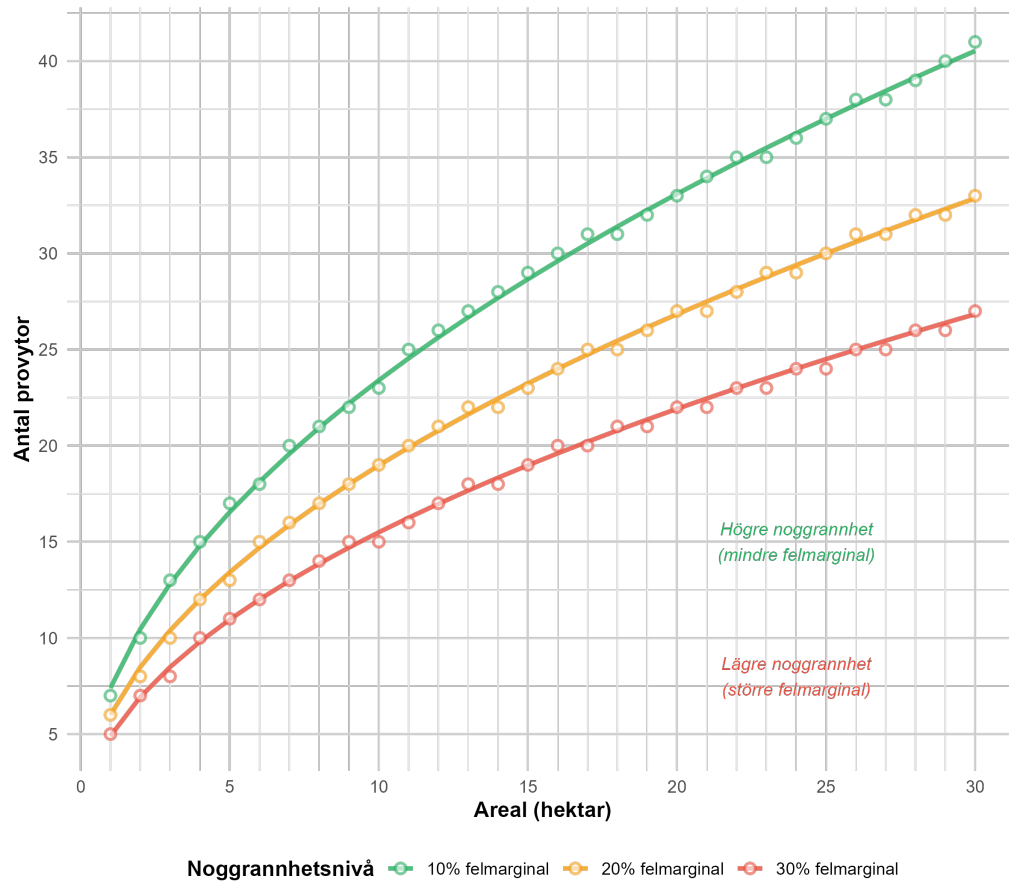
$$n_{trakt} = n \times \sqrt{A},$$

där n är det antal provytor som behövs för att nå en viss precision för en trakt med en 1 ha stor föryngringsyta och A är storleken på hela traktens föryngringsyta i hektar. Denna princip, som troligen först beskrevs av Matérn (1960), ger därmed en avtagande ökningstakt i antal provytor efterhand som arealen ökar. Ett fiktivt exempel: Om man behöver 5 provytor/hektar föryngringsyta för den valda provytestorleken och statistiska säkerhetsnivån och föryngringsytan för den trakt man ska inventera är 10 ha stor blir behovet av provytor $5 \times (\sqrt{10}) = 16$. Denna enkla beräkningsmodell kan dock inte med säkerhet sägas beskriva arealsberoendet för varje enskild trakt eftersom olika trakters heterogenitet varierar så mycket (Figur 9). För trakter med hög heterogenitet kan modellen underskatta behovet av provytor medan modellen kan överskatta behovet på mindre heterogena trakter. Modellen ger däremot en ganska bra sammanvägd bild av det genomsnittliga behovet av fler inmätta provytor efterhand som traktarealen ökar när fler trakter tas med i beräkningarna. I detta arbete har vi använt denna modell för att ta fram två figurer för arealsberoendet, en för Götaland och en för Svealand och Norrland (Figur 12). Denna uppdelning motiverades av de skillnader i plantantal, och därmed behov av inmätta provytor, som observerats mellan dessa två geografiska områden. I Götaland behövs alltså ett något lägre antal provytor mätas in jämfört med Svealand och Norrland för att uppnå samma signifikansnivå i bestämningen av plantantal efter plantering.

A

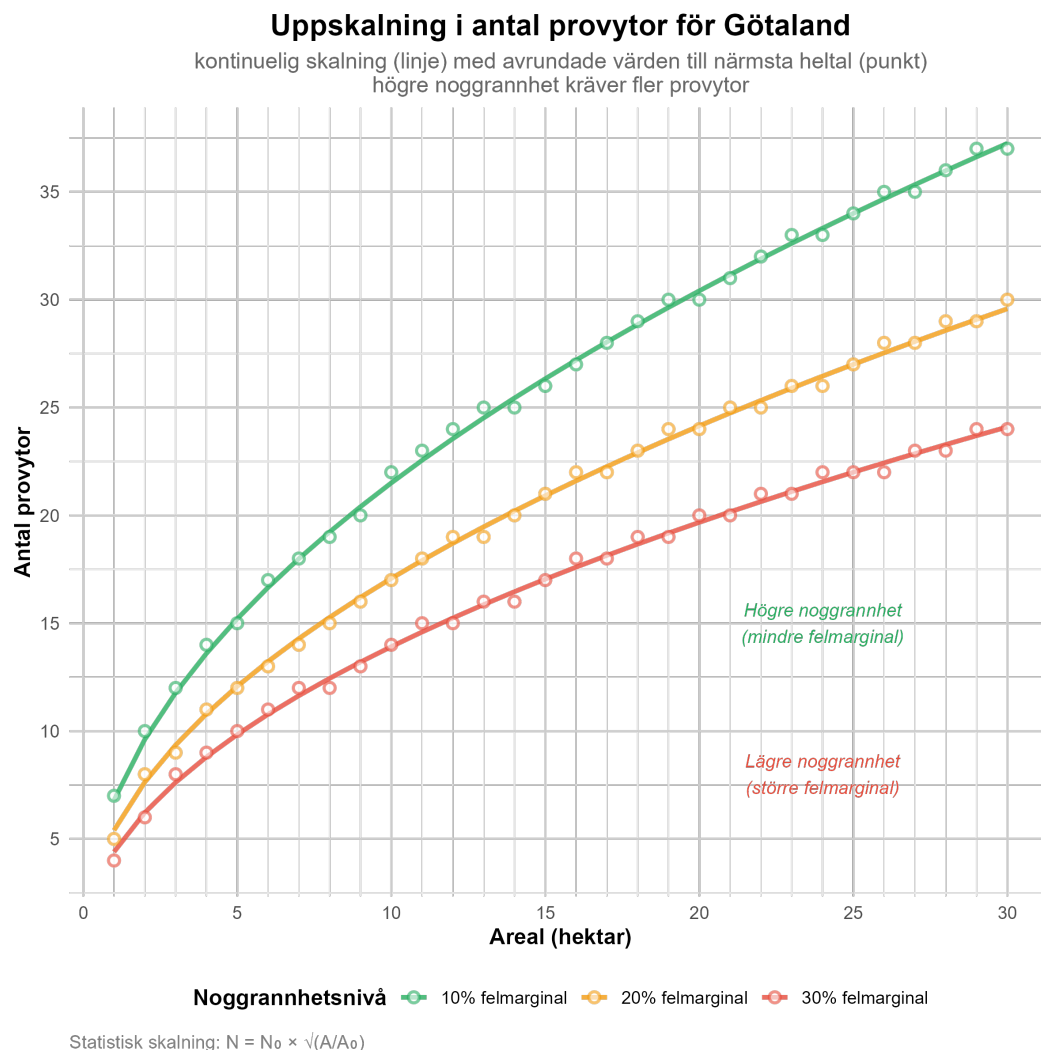
Uppskalning i antal provytor för Norrland och Svealand

kontinuerlig skalning (linje) med avrundade värden till närmsta heltal (punkt)
högre noggrannhet kräver fler provytor



Statistisk skalning: $N = N_0 \times \sqrt{A/A_0}$

B



Figur 12. Behov av antal inmätta provytor av 50m² storlek för olika signifikansnivåer (±10, 20 och 30 procent) och traktstorlekar (arealenhet: nettoytans föryngringsyta). Resultaten är baserat på Föryngringskollens data från 2023 och 2024. Delfigur A region Norrland och Svealand, B region Götaland.

Förslag på standard

Nedan följer en sammanfattning av vårt förslag på en standard för definitioner av arealbegrepp och uppföljning av antalet planterade plantor per ytenhet på föryngringstrakter:

- Använd de i denna rapport föreslagna nomenklaturen och definitionerna för de olika ytenheterna på en föryngringstrakt.
- Mät plantantalet i nettoytans föryngringsyta då det i nuläget är svårt eller omöjligt att definiera planteringsytan på trakten.

- *I stickprovskontrollerna, ange alltid andelen föryngringsyta (eller planteringsyta om denna ytenhet används) i provytan vid inventeringen. Om andelen föryngringsyta inte är 100 procent ange alltid huvudsaklig orsak till detta.*
- *Använd alltid 50 m² stora provytor vid plantuppföljningen.*
- *Lägg alltid ut det framräknade behovet av provytor objektivt på traktens hela nettoyta.*
- *Navigera fram till provytan objektivt i enlighet med vårt förslag i denna rapport.*
- *Använd rätt antal provytor för den signifikansnivå som valts. Vårt förslag är att använda signifikansnivån ± 10 procent.*

Implementering av resultaten

Ovanstående förslag på standard för uppföljning av planterade plantor ska enbart ses som ett första steg i framtagande av en praktisk tillämpbar modell. Fortfarande finns många frågetecken bland annat kring hur mätnoggrannheten påverkas av olika planttätheter och för olika provytestorlekar. Flera initiativ till nya undersökningar har tagits bland de medverkande företagen i projektet och mycket kunskap kommer troligtvis att komma in under de närmsta åren.

I förlängningen kan funktionerna i detta arbete sättas in i ett branschgemensamt digitalt verktyg för plantuppföljning. I ett sådant verktyg bör även "planterbarhet" ingå som en standardvariabel (se bilaga A). Om planterbarhet inkluderas är det emellertid viktigt att först tydligt definiera och standardisera vad som avses med begreppet.

Referenser

- Berglund, M., Öhlund, J., Nilsson, O., Sörensen, R., Johansson, F., & Fahlvik, N. 2025. Föryngringskollen – Bakgrund och metod – Version 2024. Skogforsk Arbetsrapport 1233–2025.
- Berglund, M., Öhlund, J., Fahlvik, N., Johansson, F., Ahlinder, J., Renman, C., Krook, M., & Vestlund, M. 2023. Årsrapport Föryngringskollen – Resultat 2023. Skogforsk Arbetsrapport 1198-2024.
- Gålnander, H., Berlin, M. & Sonesson, J. 2020. Framtidens skogar – Består de av planterade plantor eller naturligt föryngrade träd? Skogforsk Arbetsrapport 1052–2020.
- Holmström, E., Gålnander, H. & Petersson M. 2019. Within-Site Variation in Seedling Survival in Norway Spruce Plantations. *Forests* 10, 181.
- Johansson, F., Öhlund, J. & Berglund, M. 2025. Plantantal direkt efter plantering jämfört med plantantal i Föryngringskollens inventeringar. Uppdragsrapport till Sveaskog 2025.
- Matérn, B. 1960. "Spatial Variation: Stochastic models and their application to some problems in forest surveys and other sampling investigations." Reports of the Forest Research Institute of Sweden, Volume 49, No. 5.
- Skogsstyrelsen. 2017. Instruktion för fältinventering vid återväxtuppföljning.
- Skogsstyrelsen statistikdatabas. 2024. Statistik om levererade skogsplantor 2024.
- Öhlund, J., Berglund, M., Fahlvik, N., Johansson, F., Sörensen, R., & Nilsson, O. 2023. Årsrapport Föryngringskollen – Resultat 2022. Skogforsk Arbetsrapport 1144-2023.
- Öhlund, J., Berglund, M., Johansson, F., Fahlvik, N., Ahlinder, J., Renman, C., Krook, M., & Vestlund, M. 2025. Årsrapport Föryngringskollen – Resultat 2024. Skogforsk Arbetsrapport 1241-2025.
- Öhlund, J., Berglund, M., Wallgren, M., Sörensen, R., & Ahlinder, J. 2024. Hur många planterade plantor försvinner? Skogforsk Arbetsrapport 1196-2024.

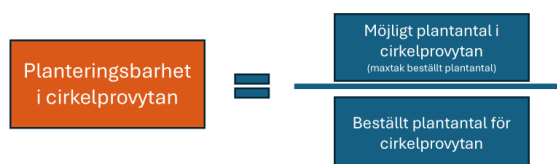
Bilaga A: Planterbarhet

Förutsättningarna att kunna utföra ett bra planteringsarbete varierar stort mellan enskilda trakter och även inom trakterna. Förekomst av GROT (grenar och toppar), tät undervegetation samt förekomsten av block/stenar och andra "planteringshinder" kan göra det tekniskt omöjligt för plantören att plantera önskat plantantal på trakten.

För att bättre kunna förstå hur de olika "planteringshindren" påverkar möjligheten att plantera önskat plantantal och även för att kunna sätta upp mer realistiska mål för enskilda trakter och bättre kunna utvärdera plantörernas arbete har begreppet planterbarhet introducerats av vissa företag i branschen. Planterbarheten beskriver normalt den tekniska möjligheten för en plantör att få ut önskat antal plantor i nettoytans planteringsyta. Exempel: för en trakt med ett mål på 2 000 plantor/hektar i nettoytans planteringsyta, 100 procent planteringsyta i provytans och användandet av 50 m² stora provytor vid kontrollinventeringen så måste minst 10 plantor kunna planteras för att uppnå 100 procent planterbarhet i provytan (2 000 plantor/hektar i nettoytans planteringsyta). Observera att planterbarheten kan vara 100 procent även i provytor som inte består till 100 procent av planteringsyta eftersom provytans planteringsyta ändå kan innehålla tillräckligt många planteringspunkter med ett godkänt minsta förband.

I undersökningar av planterbarhet är det viktigt att ange orsakerna till varför inte 100 procent planterbarhet i provytan kan uppnås. Denna information är värdefull för att bättre förstå de bakomliggande orsakerna till svårigheterna att plantera önskat antal plantor på trakten och därigenom kunna sätta in relevanta motåtgärder.

Eftersom planterbarheten är beroende av det beställda plantantalet för traktens nettoyta anges det som kvoten mellan det möjliga plantantalet (baserat på inventeringen) delat med det beställda plantantalet i nettoytans planteringsyta (Figur 1). För att inte behöva räkna ut det exakta möjliga antalet plantor som kan planteras i provytan så sätts ofta 100 procent planterbarhet (det beställda antalet plantor i provytan) som ett maxtak i provytorerna. Om det sammanslagna värdet för planterbarhet i alla provytor på en trakt ligger tydligt under 1 bör orsakerna utredas och det beställda plantantalet anpassas.



Figur 1. Illustration över uträkning av planterbarhet för en provyta på en föryrgringstrakt.



Figur 2. Exempel på en provyta med begränsad planterbarhet men med 100 procent föryngringsyta då blockets yta är mindre än 25 m². Foto: Jonas Öhlund

Vi anser att variabeln planterbarhet bör ingå som en standardvariabel i de undersökningar som tas fram för bestämning av plantantal. Variabeln bör vara relativt lätt att bedöma och kan tillföra mycket information om de orsakssamband som leder till svårigheter att plantera önskat antal plantor på trakten. Information om trakternas planterbarhet ger också en beskrivning av hur utmanande plantörernas arbete är för olika trakter. Det är emellertid viktigt att tydligt definiera och i branschen standardisera vad som avses med begreppet. Detta arbete ingår dock inte inom detta projekts ramar.