

## Slutrapport

**Projektrubrik:** Utveckling av den andra generationens system för automatiserad gallringsuppföljning

**Huvudsökande:** Björn Hanrup, Skogforsk

**Projektets löptid:** 2017-04-03 – 2018-12-31

### Populärvetenskaplig sammanfattning

När skördare gallrar skog sparas information om de enskilda träden. Under senare år har en metod utvecklats som möjliggör att man utifrån information om de avverkade träden också kan beskriva den kvarvarande skogen efter gallring. Det är användbart på olika sätt: skördarförarna får direkt återkoppling om sitt arbete, man undviker manuell kontrollmätning och skogsägaren kan direkt efter gallring få återkoppling i form av kartmaterial och uppdatering av skogsbruksplanen.

Praktiska tester har visat att metoden fungerar bra i normal skog men sämre i mycket täta/glesa bestånd samt i bestånd där man gallrat på ett annorlunda sätt t.ex. i tätortsnära skog. I projektet har vi arbetat med att förbättra metoden så att den ska fungera bra även i dessa fall. Vi har också arbetat med att lägga till saker i metoden så att man får information om andel stickväg och vilken naturvårdshänsyn som lämnats. Nedan redogörs för resultaten av detta arbete.

En ny modell för att beräkna grundyta efter gallring har tagits fram. Denna baseras i högre utsträckning än den tidigare på skördarnas mätning av tätheten före gallring (via information från stickvägsträden). Resultat från uppföljningar visar att den nya modellen ger bättre skattningar men framförallt att den är mer flexibel och klarar av att ge bra skattningar även i bestånd som avviker från det normala. Detta har öppnat möjligheter att styra pågående gallringsarbete. Vi har gjort program så att skördarföraren löpande ser hur hen ligger till i förhållande till gallringsmallens rekommendation, där färger indikerar om hen gallrar för hårt (rött), lagom (grönt) eller mittemellan (gult).

Metodikerna för att beräkna stickvägsandel har vidareutvecklats och utvärderats. Resultaten visade att den beräknade stickvägsandelen följde den kontrollmätta på ett bra sätt. I genomsnitt över 20 bestånd skiljde det 0,5 procentenheter och för flertalet bestånd var den beräknade stickvägsandelen inom +/- 0,9 procentenheter från den kontrollmätta.

I projektet utvecklade och testades metodik för att registrera naturvårdshänsyn. Metodiken bygger på att skördarförarna registrerar olika typer av hänsyn som högstubbe, kulturstubbe, evighetsträd, trädgrupp m.m. Programvara har utvecklats som sammanställer lämnad hänsyn på objektsnivå t.ex. trädslagsvis information om antal högstubbar m.m. Detta är information som direkt skulle kunna användas i företagets certifieringssystem men för att detta ska realiseras krävs programmeringsinsatser.

Sammanfattningsvis har projektet avkastat resultat som markant förbättrat metodiken kring automatiserad gallringsuppföljning. En användargrupp bestående av representanter från samtliga skogsföretag har varit kopplad till projektet. Den nya metodik som tagits fram har löpande implementerats i den programvara företagen använder för automatisk gallringsuppföljning. Detta innebär att de resultat som projektet avkastat omgående tillämpas på bred front i det svenska skogsbruket.

## Resultat

En ny modell för att beräkna gallringsstyrka och grundyta efter gallring har tagits fram. I den nya modellen utnyttjar vi i högre grad information från stickvägsträden och beräknar ett mått på beståndstätheten före gallring, uttryckt som avverkad grundyta i stickväg per 500 m stickväg. Vidare har vi etablerat ett samband mellan detta täthetsmått och grundytan före gallring. Detta samband är beroende av träslag och övre höjd och i den ekvation som slutligen används för att beräkna grundyta före gallring ingår dessa variabler som oberoende variabler.

Utvärdering av den nya modellen har gjorts på ett material bestående av 56 objekt med manuella referensmätningar. Jämförelse av skattningsfelet (RMSE) från den nya modellen och den som tidigare användes visar att skattningsfelet kan minskas med cirka 20 %. Detta är att betrakta som en väsentlig förbättring, speciellt med tanke på att precisionen från den tidigare använda modellen visat sig ha en högre eller väsentligt högre precision än andra metoder som används för att bestämma grundyta t.ex. laserscanning, randomiserade cirkelytor och relaskop-mätning.

En styrka med den nya modellen är att den i betydligt högre grad än tidigare är baserad på mätningar i det aktuella beståndet och mindre på statistik över hur man "tidigare gallrat i liknande bestånd". Detta gör metodiken mer flexibel och medger att den klarar av att ge bra skattningar även i bestånd som avviker från det normala. I bilaga 1 exemplifieras detta med en jämförelse av gallringsstyrka från manuell referensmätning och gallringsstyrka beräknad med den nya modellen. I materialet ingår såväl några bestånd med extremt låg gallringsstyrka (~ 20 %) som ett antal bestånd med extremt hög gallringsstyrka (> 50 %). Den nya modellen ger relevanta skattningar av gallringsstyrka för dessa bestånd medan den gamla modellen är oförmögen att överhuvudtaget generera skattningar för så pass extrema gallringsstyrkor.

Eftersom den nya modellen i högre grad är baserad på faktiska mätdata från det aktuella beståndet har det öppnat möjligheter att styra det pågående gallringsarbetet. I hprGallring, det program som används för automatisk gallringsuppföljning, har vi inkluderat befintliga gallringsmallar (Ingvar, Bergvik, Skogsstyrelsen). Detta möjliggör att skördarföraren löpande kan se hur hen ligger till i förhållande till gallringsmallens rekommendation, där färger indikerar om hen gallrar för hårt (rött), lagom (grönt) eller mittemellan (gult), se bilaga.

Metodik för att beräkna stickvägsandel har vidare utvecklats och utvärderats. Resultaten visade att den beräknade stickvägsandelen följde den kontrollmätta på ett bra sätt. I genomsnitt över 20 bestånd skiljde det 0,5 procentenheter och för flertalet bestånd var den beräknade stickvägsandelen inom +/- 0,9 procentenheter från den kontrollmätta (se bilaga). I studien noterades stora skillnader i stickvägsandel mellan skördarlagen. För ett av skördarlagen var till exempel stickvägsandelen i genomsnitt över 27 %. Är det rimligt att acceptera en så stor kalmarsyta och vad har denna typ av gallringsingrepp för konsekvenser för den kommande tillväxten? Sådana frågor har allmängiltighet och vi kommer därför att ta med dessa frågor tillsammans med frågeställningar kring intrimning av metodik och återkoppling till skördarlag in i ett nytt utvecklingsprojekt som startar i början av 2019.

I projektet utvecklades och testades metodik för att registrera naturvårdshänsyn. Metodiken bygger på att skördarförarna registrerar olika typer av hänsyn som högstubbe, kulturstubbe, evighetsträd, trädgrupp m.m. Registrering sker med hjälp av så kallade "stem codes" vilket är en ny komponent i

den skogliga informations-standarden (StanFord 2010). Programvara har utvecklats som sammanställer lämnad hänsyn på objektsnivå t.ex. trädslagsvis information om antal högstubbar m.m. (se bilaga). Metodiken har i projektet testats med positivt resultat hos tre företag. Detta är information som direkt skulle kunna användas i företagets certifieringssystem men för att detta ska realiseras krävs programmeringsinsatser.

#### **Avslutningsvis några personliga reflektioner:**

Automatiserad gallringsuppföljning har blivit en framgångssaga inom skoglig FoU i den mening att metodiken på kort tid utvecklats från idé till en närmast total införlivning i det svenska skogsbruket. Skogssällskapetets Forskningsstiftelse har en stor del i denna saga. Under sin färd har ”projektet” befunnit sig i en rad utvecklingsstadier och Forskningsstiftelsen har, oberoende av fas, stöttat projekt på ett mycket uthålligt sätt. För oss som forskare har detta varit mycket gynnsamt. Och det har starkt bidragit till att tiden, från idé till att idén omvandlats till något som kommer många till glädje i skogsbruket, kunnat hållas mycket kort.

## **Målbeskrivning**

Det övergripande syftet med projektet var att vidareutveckla metodiken för automatiserad gallringsuppföljning och därmed lägga grunden för en direkt implementering av den andra generationens system för automatiserad gallringsuppföljning. Potentiellt skulle det öppna för möjligheten att i ökad utsträckning använda systemet för styrning av förarnas gallringsarbete i det enskilda beståndet.

Projektet har varit uppbyggt kring följande delmål:

- Att utveckla och göra en inledande utvärdering av metodik framtagna för att förbättra skattningar av beståndsp parametrar för kvarvarande bestånd efter gallring för glesa/mycket täta bestånd samt för bestånd med avvikande gallringsform.
- Att utveckla och utvärdera metodik för beräkning av stickvägsandel.
- Att utveckla och testa metodik som möjliggör att parametrar som skador och lämnad naturvårdshänsyn kan inkluderas i ett automatiserat system.

Sammanfattningsvis har de i projektansökan redovisade målen (se ovan) uppnåtts. Eftersom intresset varit stort från de medverkande skogsföretagen och dessa tillskjutit utökad finansiering har arbetet kunnat bedrivas intensivare än ursprungligen planerat. Detta innebär att aktiviteter som vid ansökningstillfället förutsågs genomföras efter det innevarande projektet till stor del redan har genomförts. Till exempel har projektresultaten implementerats i operativt använd programvara (andra generationens system) samt att det tagits ett stort steg framåt när det gäller styrning av gallringsingreppen. Samtliga skogsföretag genomför i dagsläget tester med programvara som medför att skördarförarna löpande kan se hur kvarvarande grundyta efter gallring förhåller sig till gallringsmallens rekommendation. Utifrån denna jämförelse sker styrning av ingreppet baserat på ett enkelt färgschema med trafikljusfärger (se vidare nedan).

Projektet har innehållsmässigt genomförts i enlighet med aktivitets- och tidsplan redovisad i projektansökan. Tidsmässiga justeringar har gjorts men samtliga inom ramen för den totala projekttiden.

## Kommunikation och nyttiggörande av resultat

En användargrupp bestående av representanter från 11 skogsföretag har varit kopplad till projektet. Projektresultaten har löpande kommunicerats till gruppen och implementerats i den programvara företagen använder för automatisk gallringsuppföljning, hprGallring. Detta innebär att de resultat som projektet avkastat omgående har kommit att tillämpas på bred front i det svenska skogsbruket.

Två särskilda kommunikationsinsatser har genomförts under projektiden:

- Web-seminarie om automatiserad gallringsuppföljning 180320 med ett 40-tal deltagare från Skogssällskapet. Seminariet ingick som ett avsnitt i Skogssällskapets seminarieriserie "Skogsskötsel On-Line".
- Exkursion 181112 i Falun-trakten arrangerad i samarbete med StoraEnso med cirka 25 deltagare från olika skogföretag. Vid exkursionen deltog också mjukvaruföretagen CGI, ForestLink och Dasa Control Systems. Dessa företag arbetar med att inarbeta metodiken kring automatiserad gallringsuppföljning i företagsvisa system och de är centrala mottagare av projektresultaten.

När det gäller publicering har metodiken kring automatiserad gallringsuppföljning dokumenterats i en serie Arbetsrapporter från Skogforsk. Generellt har tyngdpunkten i vårt arbete dock varit fokuserat på tillämpning, det vill säga arbete i form av direkta branschkontakter, implementering av resultaten från utvecklingsarbetet i operativ programvara m.m. En negativ konsekvens av detta har varit att kommunikationen ut mot vetenskapssamhället blivit lidande och vi har ännu inte skrivit någon vetenskaplig artikel om metodiken. Under 2019 vill vi kondensera tidigare material i en vetenskaplig artikel och i denna inkludera resultat från det nu avslutade projektet.