



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Skogsmästarskolan



Förplaneringsstrategins påverkan på gallringsskördarens produktivitet

*The impact of the pre-planning strategy on the productivity of
the thinning harvester*

OSSIAN PERSSON

GUSTAV FRANK



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2021:07

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Förplaneringsstrategins påverkan på gallringsskördarens produktivitet

The impact of the pre-planning strategy on the productivity of the thinning harvester

Ossian Persson

Gustav Frank

Handledare: Torbjörn Valund; SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Staffan Stenhag, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurskod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2021

Omslagsbild: Skördare i gallring. Foto: Ossian Persson

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2021:07

Nyckelord: gallring, planering, snitsling



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

Sedan slutet av 60-talet och början av 70-talet har snitsling använts för att planera skogsbruksåtgärder och tydliggöra gränser som annars kan verka otydliga. Genom att märka upp träd med snitselband i olika färger och med olika betydelse lämnas ett budskap till de aktörer som ska vidta åtgärder i skogsbeståndet. Det flesta skogsbruksåtgärder som utförs idag planeras med snitselband.

I dagsläget är planering med snitselband tids- och resurskrävande och planerarna GPS-loggar samtidigt som det hänger snitselband under planeringens gång. Frågan är om det räcker med enbart GPS-loggning. En undersökning har därför genomförts i syfte att undersöka skillnader mellan prestationen hos skördare i gallring på traditionellt snitslade och GPS-loggade trakter jämfört med trakter som enbart är GPS-loggade. Genom att undersöka homogena trakter där den ena är snitslad och den andra enbart är GPS-loggad kan data från skördaren jämföras för att se dels om prestationen hos maskinen sjunker vid osnitslade trakter och dels om maskinen håller sig innanför de avgränsade områdena.

Resultatet visar att samplet i undersökningen var för litet för att kunna användas till att dra några säkra slutsatser. Trots detta syns ändå en viss tendens i siffrorna. Prestationen hos skördaren på de trakter som inte är snitslade visar en lika eller något lägre prestation på samtliga trakter. I rapporten går det även att se att skördaren i enstaka fall har svårt att följa GPS-loggarna och därmed råkar köra in på de angränsande och avgränsade områdena.

Även om det inte går att dra några säkra slutsatser av denna studie går erfarenheterna att använda för att kunna planera och genomföra en bättre och mer omfattande undersökning i framtiden.

Nyckelord: gallring, planering, snitsling.

Abstract

Since the late 60s and early 70s, cutting strips have been used to plan forestry measures and clarify boundaries that might otherwise seem unclear. The method is about marking trees with cut strips of different colors and significance to leave a message to proceeding actors. Most forestry measures currently carried out are planned with cutting strips.

At present, planning with cutting strips is time and resource consuming and the planners GPS logs at the same time during the planning process. This study will therefore focus on evaluating whether GPS logging alone is sufficient. The purpose of this report is to investigate differences between the performance of harvesters in thinning correlated on cut areas compared to areas that are only GPS-logged. By planning homogeneous areas where one is cut and the other is uncut, the data that the harvester registers can be compared to see if the performance of the machine decreases in uncut areas.

The results show that the sample in the survey is too small to be used to draw any conclusions. Even though no conclusions can be drawn, a pattern can be seen in the figures. Because the performance of the harvester in the areas that is not cut shows similar or lower performance in all comparisons. In the report, it is also possible to see that the harvester in individual cases has difficulty following the GPS logs and driving inside the delimited areas.

Although it is not possible to draw any conclusions from this report, it is possible to see the shortcomings that existed in this study and evaluate these to be able to do a better and more thorough intended study in the future.

Keywords: Thinning, Planning, Cutting strips.

Förord

För universitetsutbildningen på Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg ingår det som en del i utbildningen att genomföra ett examensarbete på 15 hp. Examensarbetet är en C-uppsats och omfattar tio veckors arbete med att genomföra en studie samt att skriva en rapport.

Detta examensarbete är på uppdrag av SCA Skog och studien handlar om hur skördaren påverkas i sitt arbete relaterat till den planerings-strategi som använts. Studien fokuseras huvudsakligen på skördare i gallringsavverkning. Planerings-strategierna som är aktuella i studien är snitslade kontra icke-snittsade gränsdragningar inom gallringstrakter.

Ett stort tack skulle vi vilja ge till bland annat Torbjörn Valund som är vår handledare vid Skogsmästarskolan, Andreas Dahlin vår kontaktperson vid SCA Skog, samt till personalen på SCA Skogs lokalkontor i Stöde för hjälp med utsök av lämpliga trakter för studien. Ytterligare vill vi även tacka maskinentreprenören LST Forest som utförde gallrings avverkningen på våra testområden.

Skinnskatteberg 2021-05-10

Ossian Persson
Gustav Frank

Innehåll

INLEDNING	1
SCA	1
GALLRING	1
DIGITAL INFORMATION	2
TIDIGARE STUDIER AV SKÖRDARE I GALLRING	3
SNITSLING	3
SYFTE	4
MATERIAL OCH METOD	5
LOKALISERA OBJEKT	5
DRIVNINGSPLANERING I FÄLT	5
GENOMFÖRANDE	7
SKÖRDAREN	7
DRIVNING	8
RESULTAT	9
DISKUSSION	13
REFERENSER	15

Inledning

Studien ämnar undersöka hur förplaneringen av trakter påverkar skördarens prestation under gallringsavverkning. Huvudsakligen fokuserar studien på att identifiera eventuella skillnader i skördarens produktivitet mellan snitslade och osnitslade gallringstrakter. Därutöver undersöks också resultaten i fält, i den meningen att förarna på ett godtagbart sätt har utfört arbetet i relation till traktens markerade gränsdragningar.

Inledningsvis behandlas bakgrunden hos studiens värd företag samt företagets och branschens huvudsakliga arbetsätt gällande utförande av gallring. Utöver gallringsåtgärdens utförande vidrörs även tidigare utförda prestationsstudier hos skördare i gallring. Kapaciteten hos positioneringssystemen som dagens skogsmaskiner vanligen utrustats med har undersökts under de senaste tjugo åren. Ett antal studier rörande maskinpositionering samt dess användbarhet för skogliga åtgärder berörs i inledningen. Information om snitseln samt andra gränsmarkeringars historiska och nutida användning i skogsbruket har genom intervjuer av personal hos Skogforsk erhållits.

SCA

Med finansmannen Ivar Kreuger i spetsen bildades SCA-koncernen 1929. Detta var en sammanslutning av ett tiotal fristående skogsbolag. Det nya bolaget innehöll verksamheter såsom sågverk, massafabriker, verkstäder, kraftbolag samt ett eget skogsinnehav. SCA omsatte då cirka 100 miljoner kronor och verksamheten bedrevs i ett 40-tal svenska enheter med 6 500 anställda (SCA 2019).

Idag är SCA Sveriges största privatägda skogsägare med ett markinnehav på cirka 2,6 miljoner hektar varav produktiv skogsmark uppgår till cirka 2 miljoner hektar. Totalt under 2019 avverkades 4,4 miljoner m³ virke i den egna skogen, detta uppdelat på cirka 21 000 hektar slutavverkning och cirka 10 000 hektar gallring (SCA 2019). 2018 hade SCA Skog drygt 4 200 anställda och en omsättning på 18,2 miljarder kronor (SCA 2018).

Gallring

Gallring innebär "beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke" (Agestam 2015). Gallring är idag en mycket vanlig åtgärd i det svenska skogsbruket och de flesta skogar i Sverige gallras en eller flera gånger under sin omloppstid (ibid.). Skogar på bördiga marker gallras för det mesta flera gånger medan skog på lägre boniteter oftast gallras enbart en gång (Agestam 2015). Den skogsareal som gallras årligen har varierat genom åren. Den aktuella nivån i dagsläget är ca 400 000 ha per år, som jämförelse föryngringsavverkas ca 200 000 ha årligen i Sverige (ibid.). Det totala virkesutfallet från gallring på nationell nivå uppgår till ca 25–30 miljoner m³sk.

Maskinell gallring utförs vanligen genom stickvägsgående alternativt beståndsgående metoder. Stickvägsgående gallring innebär att gallringsavverkning utförs från stickvägen där både skördare och skotaren arbetar. Avståndet mellan stickvägarna blir 18 – 22 meter och virket läggs intill stickvägen (Dahlin 2008). Beståndsgående gallring innefattar också stickvägar men därtill tillkommer ett eller två slingerstråk mellan stickvägarna där endast skördare arbetar och lägger virket mot stickvägarna (Dahlin 2008). Beroende på antalet slingerstråk bland stickvägarna varierar stickvägsavståndet mellan 25 – 35 meter (Dahlin 2008).

Digital information

År 2003 utfördes en undersökning på Siljansfors försökspark med mål att utvärdera användandet av GIS (Geografiskt Informations System) kombinerat med GPS (Global positioning system) för navigering av skördare. Denna tidiga studie syftade till att undersöka möjligheten för skördarföraren att navigera sig i gallringen enbart med hjälp av en digital karta med GPS-positionering. Fiktiva skyddsobjekt som skulle lämnas ogallrade simulerades in i kartsystemet. Skyddsobjekten inom försöksytorna var formade som cirklar alternativt rektanglar. Slutsatsen blev att förarna inte helt kan förlita sig på endast kartsystemet, då medelavvikelsen från den planerade körvägen var 4,4 meter för de kvadratiske objekten, motsvarande 5,1 meter för cirkelarna.

Navigeringssystemet hade som positiv effekt att det kan förvarna förarna för vad som väntar dem i terrängen (Pettersson 2003). Mer nutida studier visar goda resultat vid användande av GIS under avverkning. Det digitala beslutsstödet resulterade i bland annat mindre markskador, effektivare vägval ute på drivningarna samt lägre bränsleförbrukning (Mohtashami 2012). Precisionen av positionsbedömningen är starkt relaterad till antalet tillgängliga satelliter. Under de senaste åren har satelliter från BeiDou- och Galileosystemet tillkommit. Dessa har förbättrat precisionen hos multikompatibla satellitmottagare avsevärt. Då det finns kontakt med fler än 14 satelliter kombinerat med avancerade satellitmottagare (Arrow 200 och ppm 10xx) erhålls ett mätfel på endast 1,5 meter. Den precisionen skulle räcka för att möta kraven för skogliga åtgärder, såsom att navigera skördare på avverkningar som detaljplanerats utan snitselband (Skogforsk 2020).

Optimering av produktiviteten vid avverkningar genom digitala framsteg är en stor möjlighet. Att lösa problem relaterat till drivningsarbetet i fält kan vara effektivare än att förlita sig på digitala system uppbyggda på felaktiga utgångsvärden. Laserskanning har dock visat sig vara bra system för inventering av bestånd jämfört med konventionell manuell inventering i fält (Sessions 2006). Det förbättrar möjligheterna för att planlägga drivningar långsiktigt. VR (Virtual Reality) är ytterligare ett tekniskt hjälpmedel som kan underlätta i flertalet beslutstaganden. Med hjälp av VR kan beslutsfattare få en bredare förståelse för relationen mellan beståndsdata och landskapsplaneringen (Uusitalo 2001). Svårigheterna med att tillämpa VR med tillräcklig verklighetsförankring är otillräckliga inventeringsdata (Uusitalo 2001).

Tidigare studier av skördare i gallring

Medelstammens volym är den faktor som har störst påverkan på skördarens prestation. Enligt Purfürst och Erler (2011) står medelstammen för 45,9 procent av variationen i produktivitet för skördare i gallringsavverkning.

Ytterligare en faktor som markant påverkade produktiviteten var förarnas egen kapacitet. Skillnaden mellan enskilda förarens prestation gav en variation på 37,3 procent vid samma medelstam (Purfürst & Erler 2011). Föraren som arbetade mest effektivt presterade i relation med snittet 125 procent där 100 procent motsvarar medelprestationen för samtliga förare. Föraren som producerade minst i studien presterade motsvarande 56 procent (Purfürst & Erler 2011). Det lägsta och det högsta absoluta värdet skiljer sig med en faktor av 2,2, vilket betyder att den högst presterande föraren producerade dubbelt så mycket som den lägst producerande föraren (Purfürst & Erler 2011). Studien utfördes i talldominerade bestånd på slät mark i Tyskland (Purfürst & Erler 2011). Att underlätta för förare, oavsett deras personliga prestationsgrad, borde därför kunna påverka produktiviteten hos dessa.

Snitsling

En snitsel är en tillklippt pappersremsa som placeras längs spår som ska följas (Svenska Akademien 1980). Att markera ut gränser som är otydliga eller är svårupptäckta för den som utför skogliga åtgärden är viktigt. Även områden eller enskilda objekt som kräver extra hänsyn i skogen är viktiga att märka ut (Skogsstyrelsen 2014). Enligt Skogsstyrelsen (2014) är det viktigt att märka ut gränser så att utföraren av åtgärden inte är beroende av att till exempel använda GIS-program eller GPS-utrustning som fungerar och ger rätt information. Idag snitslas i genomsnitt alla skogliga åtgärder för att underlätta för utföraren och tydliggöra beställarens krav på åtgärden. De flesta skogliga aktörer har sina egna snitslingsrutiner och krav på hur olika åtgärder skall utföras för att tillfredsställa sina behov och certifieringsmål (Hermansson 2020).

De första gränserna som märktes upp var rågångar mellan byar och socknar. Där användes sten för att göra så kallade stenrösen. I vissa fall höggs det även upp rågångar eller grävdes rågångsdiken (Björheden 2020).

Att använda yxa för att göra en märkning på träd blev senare vanligt och kallades för att blecka. Att blecka på träd användes för att märka upp rågångar och stigar (Björheden 2020). Bleckning kunde ofta kombineras med ett bomärke eller andra tecken. Med tiden utvecklades det stämpelyxor som såg ut som vanliga yxor men bakkanten på yxhammaren hade ett mönster, vilket skapade ett märke när den slogs mot trädstammen (Björheden 2020). Detta underlättade bleckningen men det uppkom även risk för att röta skulle kunna angripa det stämplade trädet, speciellt om avverkningen inte skedde i närtid utan fick vänta något år (Björheden 2020). Nackdelarna med stämpling och trädbleckning var att de kunde bli svåra att se efter en tid och var svåra att upptäcka från maskinhytten (Björheden 2020). Därför började det sedermera att användas färgmarkeringar, som underlättades med

speciellt anpassade verktyg som till exempel färgmärkningshammaren ”Klappalätt” (nämns i tidskriften Skogen år 1916). Färgmärkning däremot var en metod som syntes mycket bra men som var både tidskrävande och kostsam. Även järnrör har använts, och används idag, för rågångsmarkering. Dock har de en tendens att snabbt bli överväxta och därmed svåra att hitta (Björheden 2020).

Någon gång mellan slutet på 60-talet och tidigt 70-talet ersatte snitselbanden stämpelyxor och färgmärkningar för att vägleda skogliga åtgärder. Den exakta tidpunkten då snitselband började användas skiljde sig mellan olika aktörer, bolag och geografiska lägen (Persson 2020; Bredberg 2020; Björheden 2020).

I dagsläget tas det många olika sorters av hänsyn vid skogliga åtgärder och är därför i ett större behov av att märka upp gränser som till exempel: Huggarskiften, hänsynsytor, detaljhänsyn, vägnät, ledningsgator etcetera (Björheden 2020). Det som från början ofta var enfärgade snitselband finns idag i olika färger, storlekar, material och utförande för olika ändamål och syften. I skogsbruket används till störst del snitselband av papper men även plast är fortfarande vanligt. Färgen på snitselbanden skiljer väldigt och kan vara allt från enfärgade till randiga i flera olika kulörer (Hermansson 2020).

Syfte

Syftet med studien är att undersöka om det finns några skillnader i prestationen hos skördaren mellan osnitslade trakter och snitslade takter, förutsatt att båda är GPS-loggade med handdator som visas i skördardatorm. Utöver det så söker studien att undersöka skillnader i hur maskinförarna följer angivna gränser. De frågor som undersökning kommer att besvara är:

- Hur påverkas TU (tekniskt utnyttjande) och prestationen m^3/h (G_0) hos skördaren?
- Avviker skördaren från den digitala gränsdragningen?

Hypotesen är att snitsling av trakter höjer prestationen hos skördaren, samt att maskinernas GPS-system inte är tillräckligt för att skördarföraren ska kunna följa angivna gränser bättre än genom snitsling.

Material och metod

Lokalisera objekt

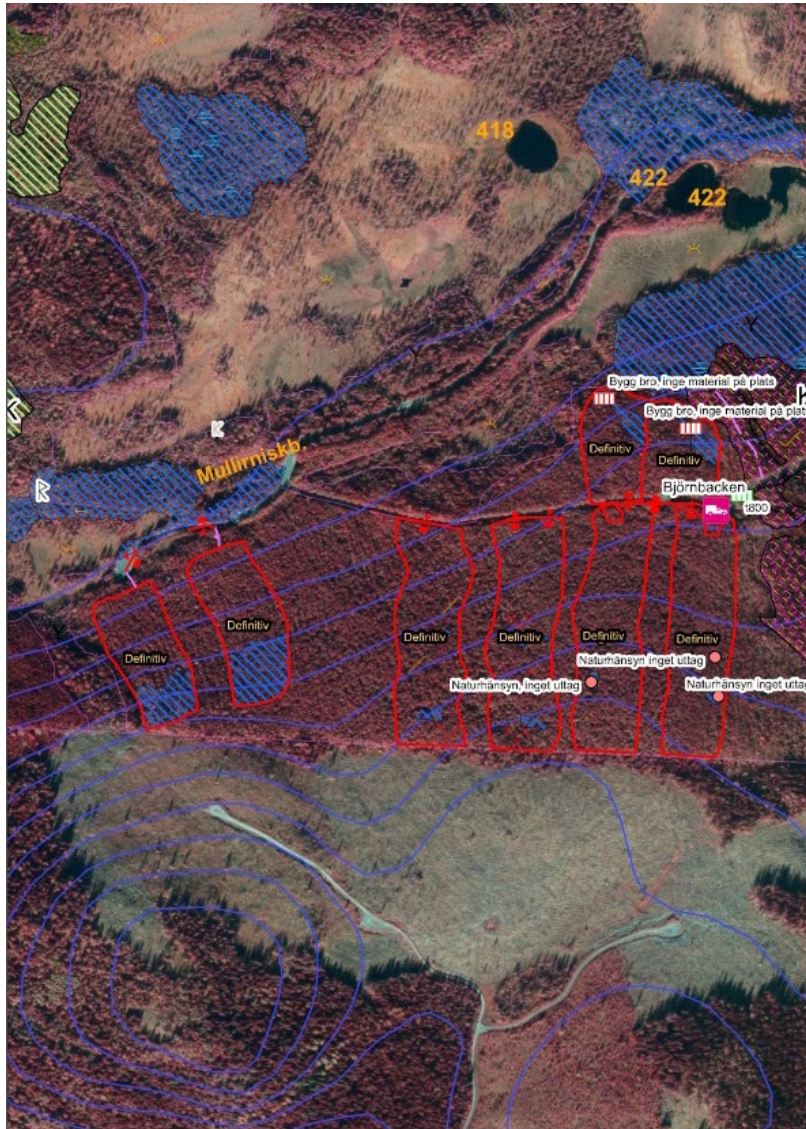
För att kunna utföra undersökningen behövdes skog av homogen karaktär. Detta krävde att utsök av SCA:s egna skogsinnehav utfördes för att på så sätt kunna identifiera vilka bestånd som passade bäst för undersökningen. Sökningen genomfördes inledningsvis i ArcGis. Där filtrerades innehavet i parametrarna trädslagsblandning, ytstruktur, lutning, grundförhållande, bestånds-storlek, trädvolym, trädhöjd, trädgrovlek, ålder, røjstammar, markvegetation och bonitet. De bestånd som verkade mest homogena jämfördes sedan i fält, där trakterna besöktes och sågs över noggrant. Mätningar gjordes för att se om data från ArcGis stämde överens med verkligheten. För att kunna göra mätningarna användes en höjdmätare av märket Suunto, relaskop med räknefaktor ett, en klave av märket Haglöf och ett 15 meters måttband. GPS: en i handdatorn var av märket Motion CFT-044 användes för att lägga ut provytorna i ett jämnt förband över beståndet. På varje provyta mättes trädhöjd, grundyta och medeldiameter för varje enskilt trädslag. Även underväxt, grundförhållande, lutning och ytstruktur mättes. En okulär överblick av bonitet och vegetation gjordes kontinuerligt över beståndet.

Det bestånd som valdes ut för att det ansågs mest homogent var ett bestånd nära väg och med en viss lutning upp från vägen. Beståndets huvudstammar bestod mestadels av tall (*Pinus sylvestris*) men även gran (*Picea abies*) och björk (*Betula pendula*). Det valda beståndets areal var 52 hektar. Detta delades sedan in i mindre enheter utifrån terrängförutsättningar. Totalt åtta ”trakter” inom området valdes ut vilket gav fyra par av jämförbara enheter.

Drivningsplanering i fält

För själva traktplaneringen krävdes de en noggrann studie av SCA:s planeringsinstruktioner och snitslingsrutiner (Duvemo 2019). Där beskrivs det utförligt hur olika hänsyns och gränser ska planeras för att tillfredsställa naturvård, bolagets vision och certifieringar. Efter detta påbörjades själva planeringsarbetet av trakterna.

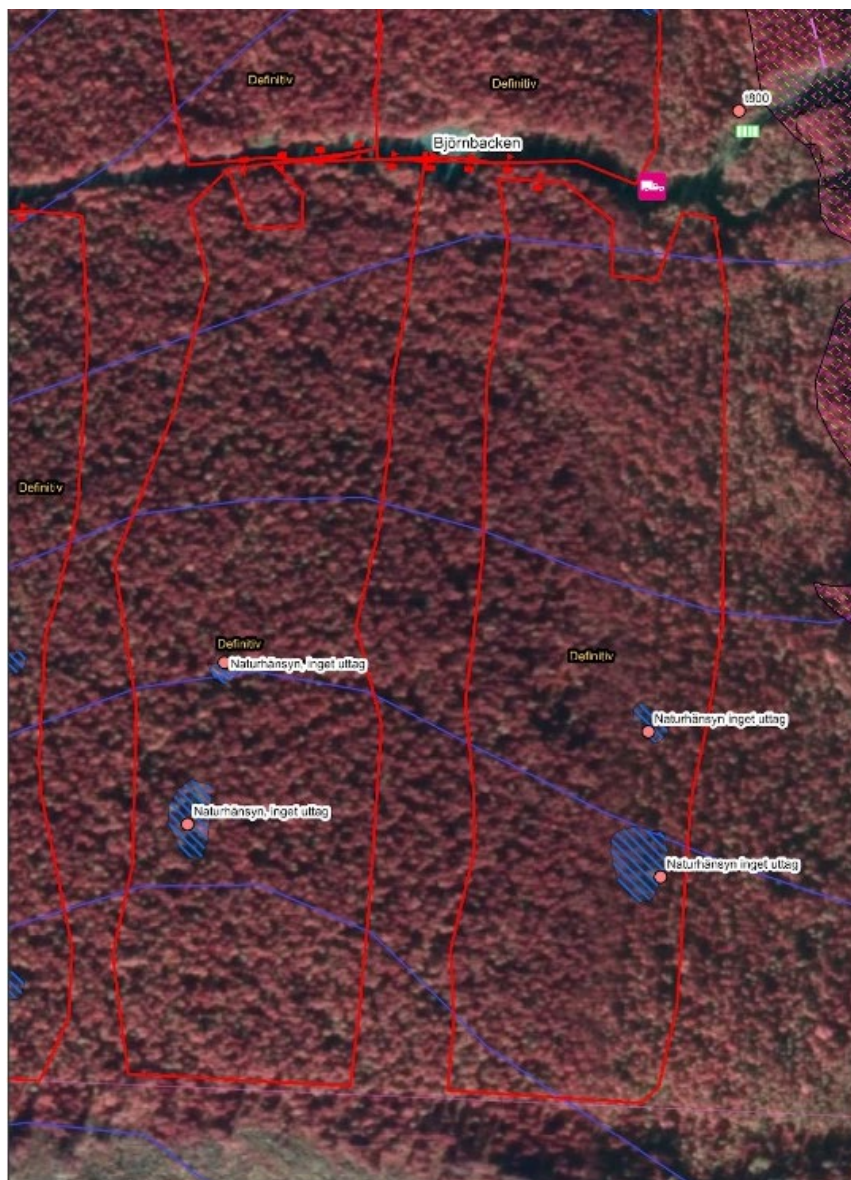
För att kunna se skillnader i prestation mellan snitslade och osnitslade trakter planerades de områden som var mest lika varandra parvis (se Figur 1). Den ena i paret GPS-loggades med en handdator medan den andra både snitslades på traditionellt vis och GPS-loggades.



Figur 1. Urklipp från ArcGis över trakter i studien.

I varje trakt upprättades minst en fiktiv hänsyn av något slag för att förhållandena i trakterna skulle bli mer realistiska. De hänsyn som användes var: kantzon mot vattendrag, brobyggnation, hänsynsområden och detaljhänsyn såsom hänsyn mot gamla lågor och sälgar. Hänsynerna som fanns i trakterna loggades med GPS och simuleras sedan med snitselband i den motsatta trakten som tillhörde det traktparet. I en del av trakterna har den simulerade hänsynen gjorts spegelvänd jämfört med det andra traktparet för att maskinföraren inte ska kunna lägga upp körningen lika mellan trakterna. Förarna måste därför skapa ett nytt mönster av körning och på så vis undviks att maskinföraren kan ta lärdom av den tidigare trakten (se Figur 2).

När drivningsplaneringen i fält blivit genomförd synkades den informationen vi arbetat fram in i SCA:s traktbank. Genom en produktionsledare erhöll maskinförarna de direktiv de reguljärt får vid en vanlig drivning.



Figur 2. Trakter i par där hänsyn simulerats spegelvänt.

Genomförande

Skördaren

Under studien användes en sexhjulig skördare av märket John Deere (Se Tabell 1 för tekniska specifikationer) för gallring av samtliga avdelningar. Maskinen kördes i skift under studietiden av två förare med lång erfarenhet av maskinarbeten. Skördaren är privatägd av entreprenören LST Forest och ägaren av maskinen medverkade som förare i studien. Båda förarna kör maskinen även till vardags på heltid.

Tabell 1. Specifikationer på medverkande skördare.

Specifikationer	
Modell	John Deere 1170G
Tillverkningsår	2018
Maskinvikt, t	17,9
Effekt, kwh	155
Kranlängd, m	11,3
Aggregat	h413
Aggregat vikt, kg	940

Drivning

Förarna fick information om hur de simulerade hindren skulle behandlas under arbetets gång. Det gjordes klart att man utifrån traktdirektivet skulle lämna hänsynsområdena ogallrade.

Det som togs upp i genomgången var bland annat hur den simulerade hänsynen skall behandlas. Eftersom det kan bli problematiskt för maskinföraren om denne till exempel kommer fram till ett simulerat vattendrag och tvingas bygga en bro på plana marken. Det är därför viktigt med en genomgång för att förtydliga eventuella missförstånd och klargöra undersökningens syfte. Detta underlättade för förarna i undersökningen.

När gallringarna är färdigavverkade skall all data från skördaren samlas in för att kunna jämföra prestationen hos de snitslade trakterna kontra de osnitslade trakterna. Maskinens loggningsspår kommer även att samlas in för att på så vis se om maskinerna har varit innanför det loggade och snitslade hänsynerna. Sedan har det även gjorts ett fältbesök för att se så att gränserna inte har överträtts. På så sätt kan undersökningen visa om GPS-loggarna är lätta att följa för maskinförarna eller om en viss svårighet med att följa loggarna finns.

Datamaterialet analyserades slutligen för att konstatera skillnader mellan osnitslade trakter och snitslade. Allt för att kunna bedöma hur prestationen skiljer sig åt mellan de olika trakterna.

Resultat

I undersökningen som har gjorts visade det insamlade datamaterialet från maskinerna att medelstammen för de trakterna som används i undersökningen skiljer sig åt. Från den lägsta medelstammen på 0,06 till den högsta på 0,08.

I resultatet har trakterna döpts till 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 4A och 4B. Siffran står för vilket försök trakten tillhör och bokstaven visar om trakten är osnitslad eller snitslad. "A" betyder att trakten är snitslad och "B" betyder att trakten är osnitslad.

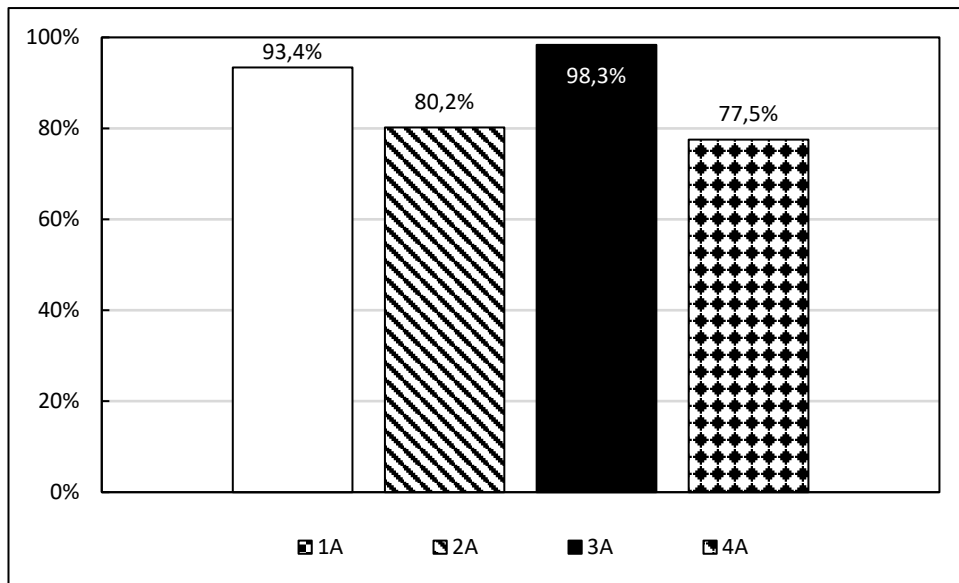
Tabell 2. Visar utfallet av medelstam, prognos för stammar per hektar, utfallet stammar per hektar och prestationsutfallet för varje trakt. De trakter som har ett A i namnet är snitslade och de med ett B är osnitslade.

	Medelstam	Prognos stam/h	Utfall stam/h	Prestation mot prognos
1A	0,07	121	113	93,4%
1B	0,07	121	113	93,4%
2A	0,08	121	97	80,2%
2B	0,06	121	95	78,5%
3A	0,06	120	118	98,3%
3B	0,06	120	102	85,0%
4A	0,07	120	93	77,5%
4B	0,06	121	93	76,9%

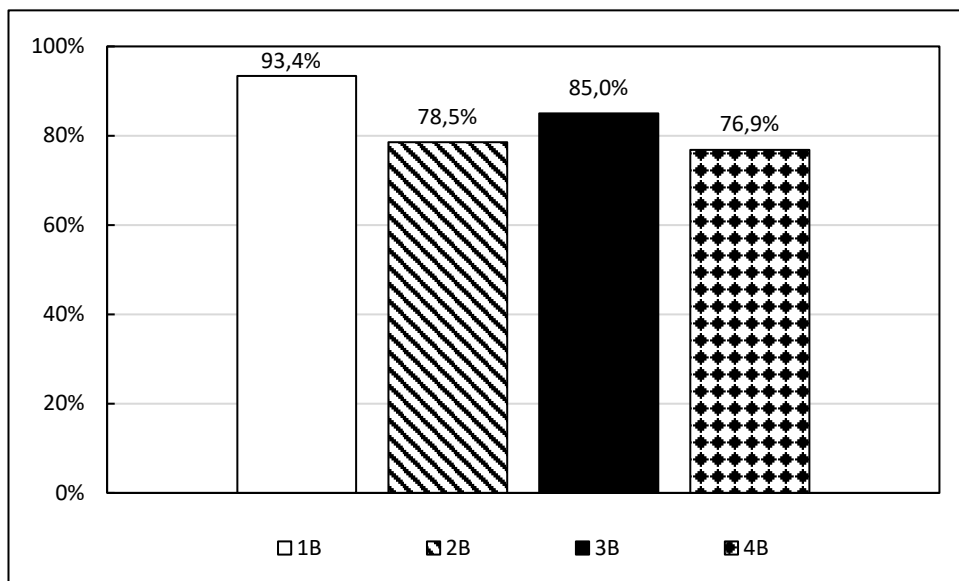
Prestationssiffrorna ovan visar upp att det inte är många procent som skiljer osnitslade trakter jämfört med de som är snitslade. Uträkningar visar dock att samplet i undersökningen inte är tillräckligt stort för att kunna dra några säkra slutsatser.

Tabell 3. Visar medelvärdet, antal provytor och standardavvikelsen för både osnitslade och snitslade trakter. Där A betyder att trakterna är snitslade och B betyder att de är osnitslade.

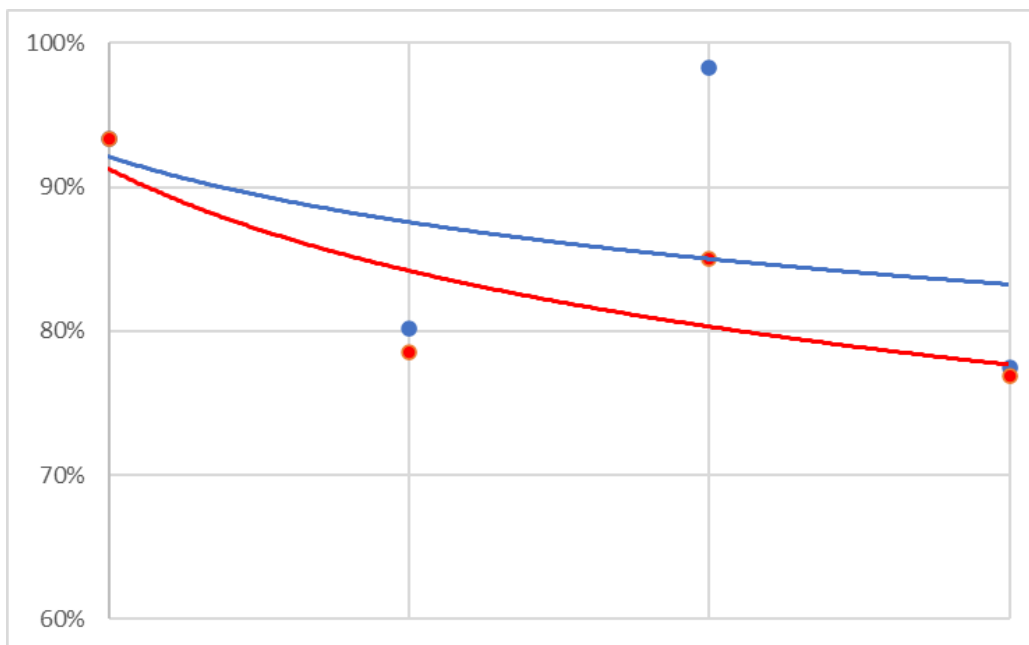
	Medelvärde	Antal ytor	Standardavvikelse
A	87,3%	4	10,1%
B	83,4%	4	7,5%



Figur 1. Visar prestationen mot prognos på snitslade trakter.

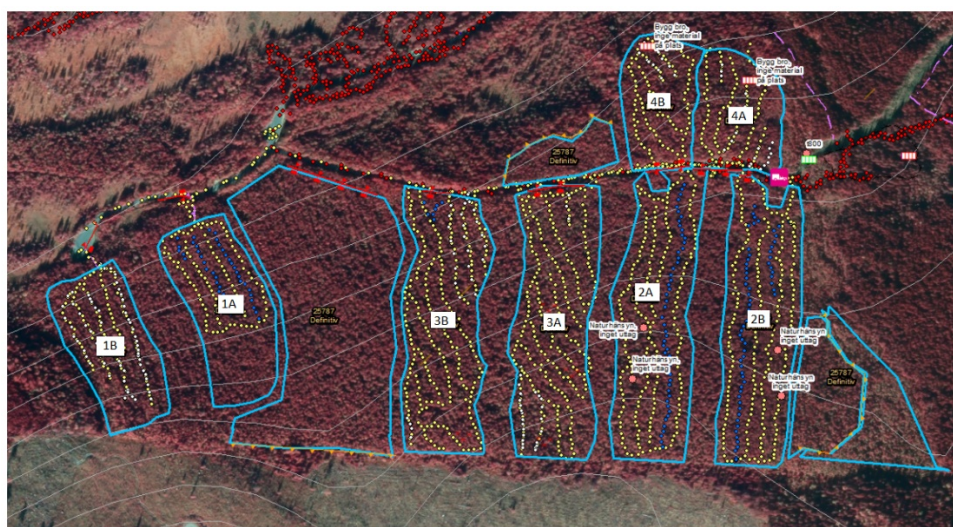


Figur 2. Visar prestationen mot prognos på osnitslade trakter.

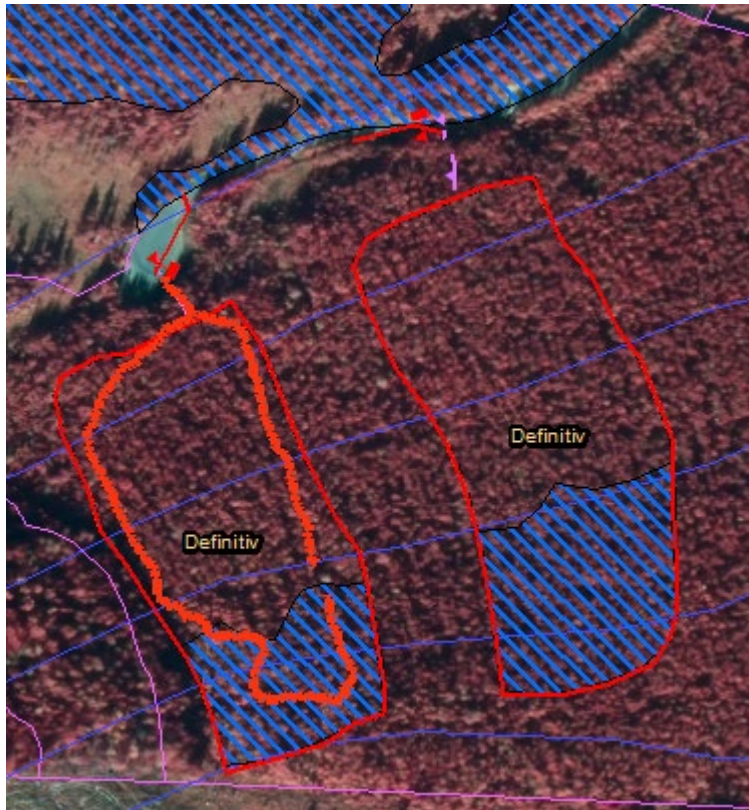


Figur 3. Illustrerar trendkurva över hur förarna presterat mot grundkurva. Blå linje speglar prestationen på snitslade trakter, röd linje speglar o-snitslade trakter.

Utifrån prestationsutfallets siffror går det att göra statistiska jämförelser. Det siffrorna inte visar är i vilken utsträckning maskinförarna har följt GPS-avgränsningarna. Figur 4 visar med hjälp av punktmarkerade loggspår hur förarna har gallrat igenom trakterna. Utifrån loggarna från skördaren kan man konstatera att förarna i hög grad lyckas följa det loggade gränsmarkeringarna. På trakten 1B har dock föraren överträtt den loggade gränsen och gallrat i området där ingen avverkning skulle utföras (se Figur 5).



Figur 4. Urklipp ur ArcGIS illustrerande trakternas yttergränser samt loggspår från skördaren (stickvägar = gul markering, slingerstråk = blå markering, backvägar = vit markering, yttergränser = ljusblå linje).



Figur 5. Från vänster i bild: trakterna 1B och 1A från figur 4. Blå områden i kartan motsvarar hänsynsytor med ingen avverkning som föreslagen åtgärd. Bred röd linje motsvarar det område som förarna utfört gallringsarbete inom.

Diskussion

Resultatet i denna studie har ett för svagt sampel för att man med säkerhet ska kunna dra några slutsatser. Dock är det intressant att i samtliga jämförelser som gjordes mellan trakterna var prestation på de osnitslade trakterna lika eller lägre jämfört med de snitslade. Det är även anmärkningsvärt och intressant att se att vid några tillfällen har skördaren gått utanför de digitala avgränsningarna på de trakterna som enbart var GPS-loggade. Vad detta beror på är svårt att säga, men det kan ha att göra med den bristande tillgången på satellitmottagning som vi upptäckte i efterhand. När vi tittar på äldre studier så ser vi att bristande satellitmottagning har haft inverkan tidigare men mottagningen har med tiden förbättrats. Vårt resultat är likvärdigt med studier som tidigare nämnts i rapporten, bland annat studien vid Siljansfors försökspark (Pettersson 2003). Idag utlovas en precision på 1,5 meter med rätt sorts utrustning enligt en studie som Skogforsk har gjort (Skogforsk 2020).

Andra faktorer som kan vara bidragande till dessa övertramp av gränser kan bero på tekniska fel, men även på den mänskliga faktorn. Tidigare studier från Tyskland har visat att det finns variationer på cirka 37 procent mellan olika skördarförare vad det gäller prestation (Purfürst & Erler 2011). Vår studie har inte på samma ingående sätt studerat skillnader mellan förare, dock har förarnas egen förmåga stor påverkan på utfallet av studien. Det kan vara så att vissa förare hanterar osnitslade trakter utan att sänka produktionen, medan andra kan ha större svårigheter. I resultatet är det förarnas kombinerade prestation som har jämfört trakterna sinsemellan. Då dessa arbetade i skift så är det troligt att de ställdes inför utmaningarna med osnitslade gränser i likvärdig utsträckning. Det vår studie ändå visar på är att det oftast är möjligt att på ett bra sätt navigera sig utifrån endast maskinens GPS, men att det vid mer otydliga och krävande etapper kan bli svårt att uppnå gott resultat. Överträdelsen av gränsen till hänsynsområdet på trakt 1B stärker påståendet. Där fanns ingen given gräns som förarna lätt kunde urskilja som till exempel en markant förändring i beståndet, en bäck eller en myr som breder ut sig. Där var skogen homogen på båda sidor av gränsen, vilket också kan vara anledningen till att maskinförarna har passerat gränserna på de andra trakterna.

Det resultat som vi erhållit kommer troligen inte att leda till några storskaliga förändringar i arbetssättet av skoglig planering som är etablerade idag. I gallringsfasen är hänsynstagandet till områden med skyddsvärd karaktär viktigt, men inte på samma sätt som vid föryngringsavverkning. Ingreppet vid gallring är så mycket mildare, vilket orsakar mindre påverkan på skogens karaktär. Framåt kan detta komma att förändras därför att kraven på ett hållbart skogsbruk blir alltmer viktigt. Till exempel för att uppnå den andel av löv som eftersträvas i äldre skogar måste anpassning redan i gallringsfasen utföras. Därtill tror vi att man aktivt måste skapa död ved samt försöka skapa förutsättningar för att trädgrupper med skyddsvärda arter ska kunna sparas vid kommande avverkning. En detaljstyrd planering redan i gallringsfasen tror vi är en viktig nyckel för att skapa möjligheten för en god natur och miljöhänsyn även i framtiden. Det resultat som

vi fått pekar på att det med dagens tekniska hjälpmedel fortfarande är viktigt med fysiska markeringar i fält för att uppnå önskvärda resultat efter åtgärder.

I studien finns det en hel del brister som med facit i hand är ganska uppenbara. Till exempel var den geografiska placeringen inte optimal. Hade studien genomförts i ett område med jämn ytstruktur, utan stenar och andra hinder, hade förutsättningarna för maskinen blivit mer likvärdiga på samtliga trakter. Det optimala hade, i den bästa av världar, varit helt jämna marker, utan sten och andra hinder samt med ett jämnt förband mellan stammarna. Medelstammens volym skiljde sig också mellan trakterna vilket ytterligare skapar felkällor. Att hitta en tillräcklig mängd med så pass homogena bestånd för att uppnå ett tillräckligt stort sampel kan vara problematiskt, iallafall i det området där studien utfördes. En till förbättring hade varit att använda sig av ett större antal förare och olika typer av maskiner. Detta för att se om prestationen på samma sätt skiljer sig mellan snitslade och osnitslade trakter även i en större skala. Att komplettera studien med att undersöka hur maskinförarna upplever rådande planering i form av en enkätundersökning skulle gjort studien mer omfattande och gett ett bredare resultat. Studiens ringa omfattning gör att det är tveksamt att dra några riktiga slutsatser från den. Hade vi planerat upp ett större antal trakter hade det resulterat i ett bredare underlag för den statistiska undersökningen. Utifrån det hade man säkrare kunnat fastställa snitselbandets påverkan på prestationen hos skördaren.

Vi tror inte att snitselband enkelt går att ersätta i dagsläget med tanke på dess stora betydelse för maskinföraren. Snitselbandet är en vägvisare och ett sätt att kommunicera mellan planerare och maskinförare. Idag är det viktigt att gynna mångfalden och undvika skador i skog och mark samt ta hänsyn till djur och natur. Därför är det otroligt viktigt att ha tydliga markeringar som vägleder arbetet till önskat mål. Snitselband är lika enkelt som genialiskt eftersom det är gjort av förnybart material, går relativt snabbt att placera, kan med hjälp av olika mönster och färger signalera olika saker att ta hänsyn till. Dock tror vi att snitselbandet en vacker dag kommer att ersättas eller uppdateras på något sätt. Men att snitsla digitalt har sina för- och nackdelar. Ett exempel är att det underlättar för planeraren, dock kan det anses som marginellt eftersom vederbörande ändå är tvingad att besöka trakten och gå över hela området. Det kanske inte är snitselbandet som är förlegat utan den som snitslar. Det vore intressant att se om det kanske skulle kunna gå att snitsla med en drönare eller något liknande.

Det vi slutligen kommit fram till genom studien är att snitslade trakter kan hjälpa föraren till en högre produktivitet. Studien kan inte bekräfta detta statistiskt men den ger ändå en indikation på hur produktionen kan påverkas relaterat till planeringsstrategin. Därtill agerar snitslingen som ett tydligt direktiv till förarna över vad beställaren vill åstadkomma med aktuell åtgärd. Osnitslade avdelningar gör beslutsfattandet svårare för förarna vilket vi kunnat se i studiens resultat. Gallring utfördes på vissa av studiens trakter i områden där ingen avverkning var satt som åtgärdsförslag. Om dessa avsteg beror på den mänskliga faktorn eller problem med GPS-mottagningen i skördaren återspeglas inte i resultatet.

Referenser

Agestam, E. (2015). *Skogsskötselserien nr 7, Gallring*. Jönköping: Skogsstyrelsen.

Dahlin, A. (2008). Produktivitet och kvalitet vid stickvägs- respektive beståndsgående förstagallring. *Institutionen för skoglig resurshushållning*, SLU. Umeå: Arbetsrapport 216.

Duvemo, K. (2019) Instruktioner för traktplanering, TP. [Internt material]. SCA Skog AB.

Lundqvist, L., Lindroos, O., Hallsby, G., Fries, C. (2014). *Slutavverkning* upplaga 2, ss 28.

Mohtashami, S., Bergkvist, I., Sonesson, J., Thor, M. (2012) GIS Decision Support Tools to Minimize Soil and Water Damage in Logging Operations - Swedish Case Studies Show Great Potential. *Department of Forest Technology, Skogforsk, The Forestry Research Institute of Sweden, Uppsala Science Park*. Uppsala.

Pettersson, L. (2003). Skördarnavigering kring skyddsvärda objekt med GPS-navigering. *Institutionen för skoglig resurshållning och geomatik*, SLU. Umeå: Arbetsrapport 107.

Purfürst, F.T. & Erler, J. (2011). The Human Influence on Productivity in Harvester Operations. *International Journal of Forest Engineering*, vol. 22 (2), pp. 15–22 Taylor & Francis Group. DOI: <https://doi.org/10.1080/14942119.2011.10702606>

Rolf Björheden Skogforsk, email 12 augusti 2020.

SCA Skog (2019) *Vår historia*. Tillgänglig: <https://www.sca.com/sv/om-oss/Detta-ar-sca/var-historia/> [2020-07-10]

SCA Skog (2019) *Vår skog*. Tillgänglig: <https://www.sca.com/sv/om-oss/var-skog/> [2020-07-07]

SCA Skog (2018) *Årsredovisning*. Tillgänglig: https://www.sca.com/globalassets/sca/investerare/arsredovisningar-pdf/sca_arsredovisning-2018_sve2.pdf

Svenska Akademien. (1980). Snitsel. I: *Svenska Akademiens Ordbok*. Bd. 28, ss 61.

Sessions, J., Akay, A., Murphy, G., Chung, W., & Aruga, K. (2006). Road and harvesting planning and operations. *In Computer applications in sustainable forest management*, pp 83–99. Springer, Dordrecht.

Skogforsk (2020) *Utvärdering av nya möjligheter till förbättrad positionering med satellitbaserade system*. (Arbetsrapport 1047–2020) Uppsala: Skogforsk.

Uusitalo, J., & Orland, B. (2001). Virtual forest management: possibilities and challenges. *International Journal of Forest Engineering*, 12(2), 57–66.

Personlig kommunikation

Johan Hermansson skogsvårdsledare, telefonsamtal 3 augusti 2020.

Karl-Johan Bredberg, Fd professor i skogsteknik, telefonsamtal 9 juli 2020.

Lars Persson, Fd skogstjänsteman, telefonsamtal 9 juli 2020.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

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