



Skördare (Ponsse Scorpion) utför selektiv avverkning i blandskog. Foto: Sebastian Arne

Drivningsprestation vid blädning – en nyckelfaktor för hyggesfritt skogsbruk

Jussi Manner och Back Tomas Ersson

Intresset för hyggesfritt skogsbruk ökar i Sverige, och det blir vanligare med omställning (omföring) av enskiktade bestånd till flerskiktade bestånd genom höggallring (så kallade blädningssingrepp eller selektiv avverkning).

Vi analyserade hur uttagsstyrkan vid volymbädning påverkar skördarens prestation och hur beståndtätheten påverkar skotarens prestation i omföringsbestånd.

Skörd av andelen klena, tidskrävande stammar minskar med minskad uttagsstyrka.

Enligt vår pilotstudie påverkar inte beståndtätheten (antal kvarvarande träd) skotarens prestation utan prestationen förklaras huvudsakligen av virkeskoncentrationen. Detta rön bör undersökas närmare framöver.

Det saknas vetenskaplig kunskap inom området. Man bör titta närmare på lättare uttagsstyrkor ur skördarens prestationsperspektiv, och även en-maskinsystemets (exv. drivare, kombimaskin) lämplighet vid hyggesfritt skogsbruk.



Hyggesfritt skogsbruk i Sverige

Skogsägarnas och allmänhetens intresse för hyggesfritt skogsbruk ökar i Sverige. Hyggesfritt skogsbruk innebär att marken alltid är trädbevuxen och att inga större kalytor skapas. Bibehållen skogskänsla och ökad biologisk mångfald är viktiga fördelar med hyggesfritt skogsbruk. I exempelvis tätortsnära skogar med höga rekreativvärden kan hyggesfria skogsbruksmetoder vara ett extra intressant alternativ. Skogsstyrelsen har definierat hyggesfritt skogsbruk att i huvudsak omfatta tre följande skogsbruksmetoder (Appelqvist m.fl. 2021):

1. *Luckhuggning* innebär att man inte kalhugger hela beståndet på en gång utan man avverkar endast småluckor ($\leq 0,25$ ha) i skogen.
2. *Överhållen skärmträdsställning* innebär att man lämnar minst 25 stora träd/ha jämt spridda över ytan tills det nya beståndet har vuxit upp.
3. *Blädning* (inkl. *volymblädning*) innebär olikåldrig skogsskötsel. Blädning eller blädningsbruk är en typ av hyggesfri metod där det ständigt finns träd i alla höjdklasser och dimensioner i alla delar av beståndet (Lundqvist 2017). Utöver det ska det finnas fler stammar i de mindre diametrarna jämfört med de större diametrarna. Volymblädning är en särform av den traditionella blädningen. Syftet vid volymblädning är att man fokuserar på beståndets volym efter och före avverkningsåtgärden (Lundqvist m.fl. 2014). Detta ska göra avverkningen lättare att utföra i praktiken jämfört med traditionell blädning som strikt fokuserar på en diameterfördelning.

Prestation vid volymblädning

Det är ont om vetenskapliga tidsstudier om moderna drivningsmetoder vid volymblädning under nordiska förhållanden. Vi avsåg att ta itu med denna kunskapslucka i vårt projekt, som bestod av två delstudier: den första om skördarens och den andra om skotarens prestation vid volymblädning (Manner m.fl. 2023; Manner & Ersson 2023). Tidsstudierna ägde rum på Sveaskogs markinnehav i Askersunds kommun norr om Tivedens nationalpark under 2021 och 2022. I området sköter Sveaskog delar av skogsinnehavet hyggesfritt. Skördaren var en 23 ton Ponsse Scorpion (Figur 1) och skotaren var en John Deere 1110G (Figur 2).



Figur 1. Skördaren är en stor 23 ton Ponsse Scorpion. Foto: Tobias Karlén



Figur 2. Skotaren är en liten John Deere 1110G (lastkapacitet 12 ton). Foto: Max Hedlund (vänster) och Anton Jernberg (höger).

Uttagsstyrkans inverkan på skördarens prestation vid volymblädning

Den första studien syftade till att analysera hur uttagsstyrkan (andel av beståndets grundyta i m^2/ha) påverkar skördarens prestation vid volymblädning. Under fältstudien avverkades antingen 14 %, 28 % eller 48 % av ett äldre bestånds grundyta. Härefter kallar vi dessa behandlingar för *Lätt* (14 %), *Medel* (28 %) och *Hård* (48 %).

Resultaten visar att skördarens prestation vid uttagsstyrkorna *Medel* och *Hård* inte skiljer sig statistiskt säkerställt åt när alla andra faktorer (bl.a. stamvolym) konstanthålls. Däremot observerade vi att prestationen är svagt men signifikant högre vid uttagsstyrkan *Lätt* jämfört med de två andra uttagsstyrkorna. Vid höggallring påverkar uttagsstyrkan prestationen även indirekt eftersom avverkade stammarnas volymer varierar beroende på uttagsstyrkan – ju mildare uttagsstyrka, desto grövre stammar avverkas. Detta fenomen illustreras tydligt i Figur 3. Tidsåtgången minskar initialt snabbt med ökande stamvolym, men börjar plana ut vid cirka $0,5 m^3$. Endast ca 6 % av stammarna som avverkades vid uttagsstyrkan *Lätt* var mindre än $0,5 m^3$. Emellertid var ca 18 % av stammarna som avverkades vid uttagsstyrkan *Medel* mindre än $0,5 m^3$, och ca 54 % av stammarna som

avverkades under uttagsstyrkan *Hård* var mindre än 0,5 m³. Sammanfattningsvis kan konstateras att klena, tidskrävande, stammar är underrepresenterade vid uttagsstyrkan *Lätt*. Att uttagsstyrkan påverkar prestationen även direkt kan först tyckas vara en oväntad observation. En förklaring till denna observation kan vara att skördarförarens stamval underlätades vid uttagsstyrkan *Lätt* eftersom färre träd avverkades per uppställningsplats. Friare stamval förenklar arbetsmomentet fällning eftersom det ger föraren större frihet i stammarnas avverkningsordning och fällriktning. Denna förklaring stöds av befintlig kunskap. Studier från Fjeld & Granhus (1998), Granhus & Fjeld (2001) samt Sirén m.fl. (2015) visar på svårigheten att undvika avverkningskador på kvarvarande träd vid ökande uttagsstyrkor.

Beståndtäthetens inverkan på skotarens prestation vid blädning

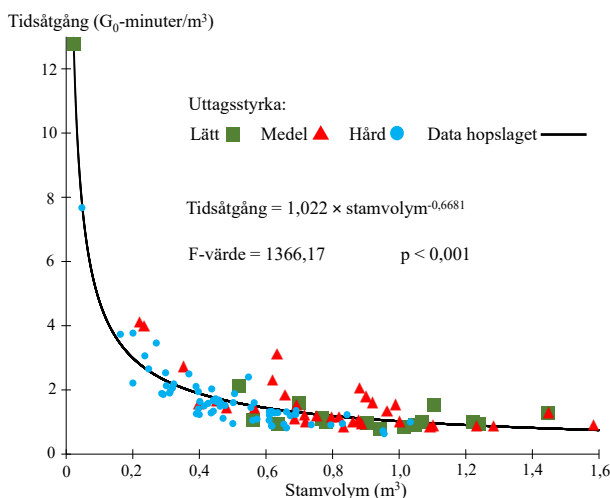
Det finns inte mycket kunskap om skotarpredation i hyggesfritt skogsbruk, och vi vet överlag lite om hur kvarvarande träd påverkar skotarens prestation. Därför syftade den andra studien på att isolera effekten av antalet kvarvarande träd på skotarpredation.

stationen. Inför tidsstudien gallrades ett homogent bestånd delvis ner till 182 träd/ha och delvis ner till 321 träd/ha. Härefter kallar vi dessa behandlingar antingen för *Gles* (182 träd/ha) eller *Tät* (321 träd/ha).

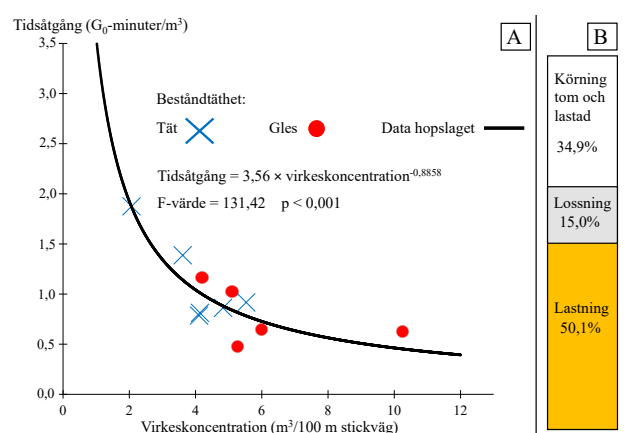
Vi förväntade oss att prestationen skulle variera beroende på den kvarvarande beståndstätheten när alla andra prestationspåverkande faktorer såsom antal sortiment, virkeskoncentration vid stickväg, trädslag, skotningsavstånd hålls konstant. Men enligt resultaten påverkar beståndstätheten inte skotarens prestation, när allt annat var lika. Resultaten visar att prestation huvudsakligen beror på virkeskoncentration (virkesvolym per stickväg i m³/100 m) medan effekten av andra analyserade faktorer är högst försumbar. Prestationen var dock högre i det glesare beståndet men det beror inte på den glesare beståndstätheten i sig utan den högre virkeskoncentrationen (Figur 4).

Resultaten väcker också en mer generell fråga, gällande traditionellt trakthyggesbruk. Ifall beståndstätheten (antal kvarvarande träd) inte påverkar skotarens prestation,

behöver man då modellera skotarpredation separat för gallring och slutavverkning enligt befintlig tradition? Anmärkningsvärt är dock att antalet stammar per hektar var relativt lågt i vårt studiebestånd både före och efter avverkning, oavsett uttagsstyrka. Detta beror på att studiebeståndet var i en omställningsfas från trakthyggesbruk till blädningsbruk. Denna relativa gleshet innebar att skördarföraren inte hade några större svårigheter att placera virkeshögarna längs med stickvägarna på sådant sätt att virket var lättåtkomligt för skotaren. Inom trakthyggesbruk kan antalet kvarvarande träd variera avsevärt från många (första gallring) till praktiskt taget inga träd alls (slutavverkning). Traditionella gallringar kan kräva extra uppmärksamhet från skördarförare så att virkeshögarna placeras på lättåtkomliga sätt. Resultaten från tidsstudier vid blädningsbruk bör tillämpas endast med försiktighet för trakthyggesbruk, och *vice versa*. Skotarens prestation brukar vara avsevärt högre i slutavverkningar än i gallringar men det beror mest på högre (sortimentspecifika) virkeskoncentrationer vid slutavverkningar (jmf. *Gles* och *Tät* i Figur 4).



Figur 3. Skördarens tidsåtgång per stamvolym som en funktion av stamvolym. Stamvolym förklarade majoriteten (86 %) av skördarens prestation, medan andra faktorer (bl.a. uttagsstyrkan) hade endast en liten effekt, och därmed kunde prestationen modelleras enbart baserat på stamvolym.



Figur 4. Panel A: Lastningstid (inkl. kranarbete och körning) per virkesvolym som en funktion av virkeskoncentration. Beståndstätheterna *Tät* och *Gles* skiljer sig inte statistiskt säkerställt åt när alla andra faktorer (bl.a. virkeskoncentration) konstanthålls. Panel B: Arbetsmomentens andelsfördelning där lastningstid har beräknats enligt formeln på panel 1. Lossningstid är studiens medelvärde, medan tidsåtgång för körning tom och lastad har beräknats med hjälp av Berg m.fl. (2019).

Mer kunskap behövs

På grund av det begränsade dataunderlaget betraktar vi våra studier som pilotstudier vars resultat behöver verifieras med större dataunderlag inklusive flera operatörer och bestånd. Utöver de skogsskötselmässiga, ekologiska och sociala fördelarna är det värt att närmare studera lättare uttagsstyrkor (ca 20 %) även ur skördarens prestationsperspektiv. Hittills har man enbart studerat skördarens prestation vid hårdare uttagsstyrkor (>30%) under volymblädning. Skördarens prestation ökar med minskande uttagsstyrka och därmed borde volymblädningens relativa konkurrenskraft förbättras något jämfört med trakthyggesbruk.

Hyggesfritt skogsbruk kan troligtvis gynnas av andra avverkningsystem än dagens två-maskinsystem bestående av skördare och skotare. På grund av de sannolikt lägre

virkesuttagen per avverkningsstillfälle kan det exempelvis vara värt att analysera en-maskinsystemets (t.ex. drivare, kombimaskin) lämplighet vid hyggesfritt skogsbruk (Figur 5).

En-maskinsystemens relativa konkurrenskraft ökar när traktstorleken, virkesuttag per trakt eller medel-skotningsavstånden minskar (Talbot m.fl. 2003).



Figur 5. Konzeptdrivaren Komatsu X19 med snabbfäste, här i samband med skifte mellan skördaraggregat och skotargrip. Skotargripen underlättar lossning, och skördaraggregatet möjliggör avverkning. Drivaren är ett exempel på ett enmaskinsystem som kan vara lämpligt för hyggesfritt skogsbruk. Foto: Rikard Lundqvist.

Ämnesord: kontinuitetsskogsbruk, höggallring, produktivitet, volymblädning, selektiv avverkning

>> Läs mer

Appelqvist, C., Sollander, E., Norman, J., Forsberg, O., Lundmark, T. (2021). Hyggesfritt skogsbruk: Skogsstyrelsens definition. Jönköping, Skogsstyrelsen: 60.

Berg, S., Ersson, B.T., Manner, J. (2019). Distance driven and driving speed when forwarding during final felling in Central Sweden. *Journal of Forest Science* 65: 183–194.

Fjeld, D., Granhus, A. (1998). Injuries after selection harvesting in multi-stored spruce stands – The influence of operating systems and harvest intensity. *Journal of Forest Engineering* 9: 33–40.

Granhus, A., Fjeld, D. (2001). Spatial distribution of injuries to Norway spruce advance growth after selection harvesting. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1903–1913.

Lundqvist, L. (2017). Blädningssystem – fungerar långsiktigt men kräver fullskiktad skog. Sveriges lantbruksuniversitet, Fakulteten för skogsvetenskap. Fakta Skog nr 14.

Lundqvist, L., Cedergren, J., Eliasson, L.

(2014). Skogsskötselserien: Blädningssystem. Skogsstyrelsen.

Manner, J., Ersson, B.T. (2023). A pilot study of continuous cover forestry in boreal forests: do remaining trees affect forwarding productivity? *Journal of Forest Science* 69: 317–323.

Manner, J., Karlsen, T., Ersson, B.T. (2023). A pilot study of Continuous Cover Forestry in boreal forests: Decreasing the harvest intensity during selection cutting increases piece size, which in turn increases harvester productivity. *Journal of Forest Science* 69: 172–177.

Sirén, M., Hyvönen, J., Surakka, H. (2015). Tree damage in mechanized uneven-aged selection cuttings. *Croatian Journal of Forest Engineering* 36: 33–42.

Talbot, B., Nordfjell, T., Suadicani, K. (2003). Assessing the utility of two integrated harvester-forwarder machine concepts through stand-level simulation. *International Journal of Forest Engineering* 14(2): 31–43

Författare



Jussi Manner SkogD, forskare, Skogforsk, 751 83 Uppsala



Back Tomas Ersson SkogD, universitetslektor, SLU Skogsmästarskolan, 739 21 Skinnkatteberg

Fakta skog

ISSN: 1400-7789. Produktion: SLU, Fakulteten för skogsvetenskap 2023.

Ansvarig utgivare: goran.ericsson@slu.se.

Redaktör: yiva.melin@slu.se.

Layout: grafiskservice@slu.se.

Illustratör: Fredrik Saarkoppel, Kobolt Media AB.

