



# Underlag för produktionsnorm för Grotskotare

Torbjörn Brunberg  
Lars Eliasson









# INNEHÅLL

2	SAMMANFATTNING
2	BAKGRUND
3	METODER FÖR ATT UTARBETA PRODUKTIONSUNDERLAG
3	GRUNDMATERIAL
3	RESULTAT
4	Terminaltid
5	Körning
5	Körhastigheten
6	Laststorlek
6	Övrig tid
7	Tillämpning av beräknad tidsåtgång
8	DISKUSSION
8	Parametrar som påverkar terminaltiden
10	Jämförelse av normen med befintliga studier
10	Terminaltid
11	Körhastigheter
11	TILLFÖRLITLIGHET
12	LITTERATUR



## SAMMANFATTING

Skotning av avverkningsrester har gjorts sedan början av 1980-talet. Ersättningen har i de flesta fall baserats på arbetade timmar

Önskemålet att i större utsträckning basera betalningen per utskotad mängd har genererat behovet av underlag för en produktionsnorm. Genomförande av nya omfattande studier har dock bedömts alltför arbetskrävande, önskemålet har därför varit att göra ett underlag utifrån driftuppföljning, studier och befintliga produktionsnormer. Som databas till driftuppföljningen har material från SCA Skog AB använts. Övriga studier och erfarenheter framgår av litteraturförteckningen. Vid konstruktionen av normen för grotskotning har tidsåtgången delats upp i

- terminaltid
- körning
- övrig tid

Tillsammans utgör de hela tidsåtgången för skotningsarbetet. De tidspåverkande faktorerna har varit uttag per hektar, köravstånd och terrängsvårigheter. Den tyngst påverkande faktorn är uttag per hektar.

## BAKGRUND

Grotskotning har utförts sedan intresset för tillvaratagande av avverkningsrester tog fart i början 1980-talet. Hitintills har den dominerande ersättningsformen varit betalning per





timme. Önskemålet om att kunna sätta bort arbetet har genererat behov av en bortsättningsmall. Beskrivningen av tidsåtgången kan göras enligt många olika modeller. Grundstrukturen i den här redovisningen ansluter till normen för skotning av rundvirke som redovisats i Redogörelse nr 3 2004 (Brunberg 2004). Det som skiljer är att i denna rapport har tiden endast delats upp i körning, terminaltid och övrig tid. Skälet är att groten endast utgörs av ett sortiment som inte behöver några speciella korrekationer.

## METODER FÖR ATT UTARBETA PRODUKTIONSUNDERLAG

Det finns flera metoder för att utarbeta underlag till en produktionsnorm. Detta kan göras genom t.ex. arbetsstudier eller driftsuppföljning. Historiskt sett har arbetsstudier varit huvudmetoden för framtagning av underlag till produktionsnormer.

För att erhålla ett representativt heltäckande studiematerial skulle det krävas omfattande studier. Bedömningen har därför varit att försöka utnyttja befintliga skotarnormer tillsammans med redan genomförda studier och uppföljningar av grotskotning.

## GRUNDMATERIAL

De material som ingår i den här produktionsnormen kommer från driftsuppföljningar hos SCA Skog AB, där man samlat in

uppgifter om arbetstid och producerade mängd i råton från enskilda avverkningsobjekt. Dessa studier gjordes 2006. De tidspåverkande faktorerna har varit uttag per hektar och köravstånd. Även material från existerande produktionsnormer har använts för att få ett så heltäckande underlag som möjligt.

## RESULTAT

Tidsåtgången för skotningsarbetet har i denna redovisning delats upp i

- Terminaltid = tid för lastning, lossning, och körning underlastning
- Körtid = körning med och utan last mellan avlägget och avverkningen
- Övrig tid = tid för t.ex. täckning av vältn med papp

Eftersom grundmaterialet har skiftande ursprung har det varit nödvändigt att bestämma vissa grundförutsättningar. Således har normen uttryckts i måttet  $m^3f$  biomassa. Vid omräkningen från råton till  $m^3f$  har omföringstalet 1,32 använts. Körtiden härstammar från en körhastighet som grundar sig på många studier och lång erfarenhet.

Då det gäller terminaltiden bygger den på uppföljning av ett fåtal förare och för att spegla en genomsnittlig tidåtgång har den korrigerats med faktorn 0,75. Korrektionsfaktorn har baserats på data som samlats in i arbetet med den årliga produktivitetssenkäten (Brunberg 2010; Brunberg 2012). Detta innebär att tidsåtgången reducerats med 25 % i förhållande till den uppmätta.



Biltext in här om produktionsnormer för grotskotare.



## Terminaltid

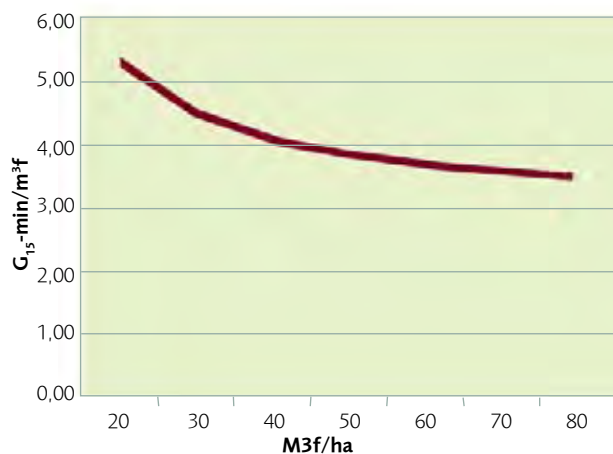
Terminaltiden omfattar tiden för lastning, körning under lastning och lossning. I figur 1 återges terminaltiden för skotare med en lastkapacitet om 14 ton som funktion av uttag per ha. Funktionen kan uttryckas som:

$$T = ((3,79 \cdot UT + 65) \cdot K1) / UT$$

T = tidsåtgången i  $G_{15}$ -min/ $m^3f$

UT = uttaget i  $m^3f/ha$

Konstanten K1 är i det här fallet 0,75. Skall nivån hos tidsåtgången ändras görs detta genom att justera K1.



Figur 1. Terminaltiden för grotskotning



Tabell 2. Körhastighet (m/G<sub>15</sub>-min) enligt norm vid olika ytstruktur och lutnings

		Lutning			
		1	2	3	4
Ytstruktur	1	65	63	57	42
	2	58	53	47	33
	3	50	45	37	28
	4	38	35	32	23

## Körning

Tidsåtgången för körning beror av faktorerna köravstånd, körhastighet, terräng och laststorlek enligt uttrycket.

$$T = (2 \cdot A) / (H \cdot L)$$

där

$$T = G_{15}\text{-min}/m^3f$$

A = enkelt terrängtransportavstånd, m

H = körhastigheten i m/min vid olika ytstruktur och lutning

L = laststorleken i m<sup>3</sup>f

Enkelt terrängtransportavstånd avser enkel sträcka mellan avlägg och tyngdpunkten för avverkningsresterna på hygget.

## Körhastigheten

Sedan länge finns erfarenheter av den genomsnittliga körhastigheten vid olika ytstruktur och lutning. Den absoluta körhastigheten i olika terräng framgår av tabell 2.

För att lättare kunna räkna med körhastigheten uttrycks den i en funktion som:

$$H = 75 - 8,2 \cdot YT - 1,4 \cdot LUT^2$$

där

H = hastighet i m/G<sub>15</sub>-min

YT och LUT = ytstruktur och lutning enligt Skogforsks

Terrängtypschema

Funktionen stämmer i huvudsak med nuvarande normer för rundvirkeskötning och gäller för terrängkörning i slutavverkning. På basväg är hastigheten ca 100 m/min.





Har användaren en annan uppfattning om nivån hos hastigheten är det relativt enkelt att korrigera genom att ändra konstanten i uttrycket. Korrigering av körhastighetens beroende av ytstruktur och lutning kräver däremot mer ingående beräkningar.

### Laststorleken

Laststorleken har sedan man började skota grot succesivt ökat genom olika påbyggnader och större skotare. I början på 1990-talet utgjorde det genomsnittliga lasset ca 8 m<sup>3</sup>f. En genomgång av studier från senare delen av 2000-talet pekar mot att laststorleken är ca 10,3 m<sup>3</sup>f.

### Övrig tid

Som övrig tid räknas t.ex. täckning av vältan med papper. Tidsåtgången kan variera inom vida gränser från någon till flera minuter per lass. I den här redovisningen har den uppskattats till i genomsnitt 1,5 min/lass.





### Tillämpning av beräknad tidsåtgång

För att erhålla total tidsåtgången för skotningsarbetet skall deltiderna enligt den tidigare beskrivningen läggas ihop. Divideras 60 med den beräknade tiden erhålls produktionen i  $m^3f/G_{15}$ - timme.

Huvudvariabeln i den här normen är uttag per ha. Det vanligaste är dock att prestationen läggs ut över enkelt köravstånd. I tabell 3 återges exempel på prestationen för en medelstor skotare över transportavståndet.

Tabell 3. Exempel på prestation ( $m^3f/G_{15}$ -timme) för medelstor skotare

Enkelt transportavstånd, m	100	300	500	700
50m <sup>3</sup> f/ha	13,9	12,0	10,6	9,5





## DISKUSSION

Inom området skogsbränsle används ett flertal olika måttenheter för att beskriva volymen grot. Studien som ligger till grund för terminaltiden är redovisad i råton men denna måttenhet är mindre bra att använda eftersom prestationen då blir beroende av hur mycket groten torkat på hygget. För att komma bort från denna nackdel har  $m^3f$  valts som enhet i produktionsnormen. Är det så att normen skall uttryckas i en annan måttenhet är det inte några problem, eftersom det bara kräver ett omföringstal mellan  $m^3f$  och aktuell måttenhet. Bästa resultaten fås dock om omföringen görs från ursprungsmaterialets råton.

### Parametrar som påverkar terminaltiden

I normförslaget har vi endast använt grotkoncentrationen, dvs antalet  $m^3$  per ha, då vi modellerat tidsåtgången för lastning och lossningsarbetet. Grotkoncentrationen är den variabel som påverkar tiden och modellens förklaringsgrad mest. Mer specifikt är det den utskotade grotvolymen per ha som använts i modellen. Till skillnad från rundvirke, där den faktiska (avverkade) volymen överensstämmer med den skotade, så är den utskotade grotvolymen mindre än den faktiska eftersom inte all grot kan tas tillvara. Faktorer som t.ex. grotanpassningens

kvalitet och behovet att risa stickvägar påverkar hur stor del av den faktiska grotvolymen som kan skotas ut per ha och därigenom påverkas indirekt terminaltiden vid grotskotning.

I enskilda studier har det konstaterats att ett antal andra variabler också påverkar arbetet. Efter grotkoncentrationen är antalet uppställningsplatser per ha den viktigaste variabeln (Eliasson & Lundström 2011; Eliasson & Lundström 2013). Denna variabel speglar den relativa högstorleken. Givet en viss grotkoncentration, så minskar högstorleken med ett ökat antal uppställningsplatser per ha. Notera dock att antalet uppställningsplatser inte är detsamma som antalet högar. I dessa studier lastades ofta men långtifrån alltid två högar från samma uppställningsplats. För varje ytterligare uppställningsplats per ha ökar tidsåtgången med ca 0,013 minuter/ $m^3f$  (variation från 0,012-0,014). Ökningen var oberoende av grotkoncentrationen. Antalet uppställningsplatser i studierna var i medeltal ca 45 styck per ha, med en variation från ca. 30 till 90 styck per ha. Även om variabeln avsevärt ökar modellens förklaringsgrad, så tillför den så lite i tid att det inte känns meningsfullt att inkludera den i förslaget till grotskotningsnorm.

Underväxt anses ofta vara en viktig faktor vid grotskotning. Det är dock troligt att den har en större effekt på själva





grotkvaliteten än på skotningsarbetet. I en studie av underväxtens inverkan på grotskotningen (Eliasson & Johannesson 2010) så ökade terminaltiden med 0,26 minuter/m<sup>3</sup>f då det fanns mer än 1000 underväxtstammar per ha. Eftersom studien genomfördes på en trakt går det inte att säga om denna ökning av tiden påverkas av vare sig grotkoncentrationen eller antalet uppställningsplatser per ha.

Två svenska studier (Brunberg m.fl. 2010; Eliasson & Lundström 2011) visar att det inte finns några skillnader i terminaltid per ton torrsbstans mellan skotning av nyavverkad grot (grön grot) och skotning av hyggestorkad grot (brun grot), givet samma uttag per ha. Asikainen m.fl. (2001) visar på en ca 2 % kortare terminaltid vid skotning av grön grot än vid skotning av brun grot givet samma grotuttag. Detta gör att det inte är befogat med en särskild variabel för om materialet torkat på hygget. Det är troligt att skotning av färsk grot ger ett högre grotuttag per ha, men denna effekt fångas redan upp av prestationsnormen.

En annan faktor som anses viktig är grotanpassningens kvalitet. En sämre grotanpassning leder till ett mindre grotuttag och därigenom ökar terminaltiden. I normen fångas detta upp av faktorn uttag per ha. Sedan kan det finnas effekter som beror på att högarnas kvalitet påverkas. Det är dock svårt

att på ett entydigt sätt beskriva vad som är en bra respektive dålig anpassning. En bra hög ska vara stor och väl samlad, ha topparna parallellt i högen och man ska inte ha kört i högen (Johannesson 2009). Effekterna av högstorleken fångas upp av grotkoncentration och antal uppställningsplatser. Hur väl materialet är ordnat i högen framgår däremot inte förrän man börjar lasta. Svårigheterna att i förväg beskriva kvaliteten på högen gör att effekterna av högkvalitet inte är studerade. Det finns dock studier där grotskotning efter grotanpassad avverkning har jämförts med grotskotning efter konventionell avverkning där riset lagts i körstråket. I en studie i mellannorrland var skillnaden ca 1,2 minuter/m<sup>3</sup>f (Thor & Nordén 1997) medan den i en stor finsk studie (Nurmi 2007) var 0,4 minuter/m<sup>3</sup>f. Vid en jämförelse av stränglagd och höglagd grot (Petterson 2006), så blir skillnaden liten (>0,1 minut/m<sup>3</sup>f) om man tar hänsyn till skillnaden i grotkoncentration. Då normen bygger på driftsstatistik, så speglar den en normal fördelning av bra och mindre bra grotanpassade trakter. Effekten av grotanpassning har utelämnats från normförslaget på grund av problemen med att avgöra kvaliteten på anpassning i fält och då den direkta inverkan troligen är liten.



## Jämförelser av normen med befintliga studier

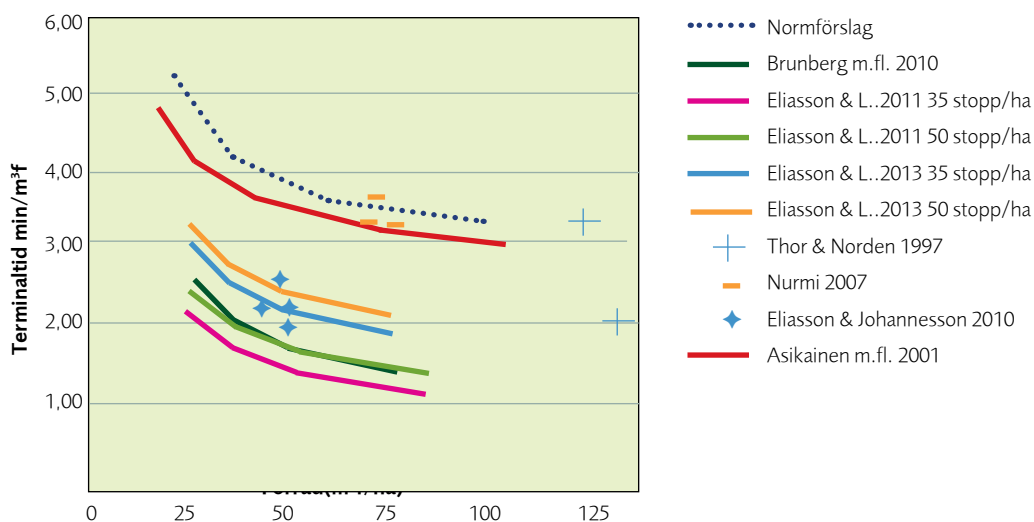
När man jämför en norm med rena tidsstudiedata måste man beakta att:

- Normen anger tiden i  $G_{15}$ -minuter medan studierna anger tiden i  $G_0$ -minuter. Detta gör att studietiderna blir betydligt kortare då alla former av störningstider plockats bort.
- Normen baseras på driftsstatistik från ett stort antal bestånd medan tidsstudierna genomförts under goda förutsättningar i ett mindre antal bestånd.
- I normalfallet är tidsstudierna utlagda så att jämförelserna inte ska störas av avvikande förhållanden i beståndet vilket gör att den studerade delen av beståndet har bättre drivningsförutsättningar än beståndet i sin helhet. Tidstudierna har ofta genomförts på stora trakter för att möjliggöra detta val av jämförbara ytor.
- Tidsstudier är förhållandevis korta och fångar inte upp arbete som förekommer med låg frekvens på ett representativt sätt.
- De tidsstuderade maskinerna är ofta relativt nya medan driftsuppföljningen bättre speglar den faktiska maskinparken.

## Terminaltid

Av figur 2 framgår att normkurvan väl följer kurvorna för de studier där man presenterat funktionssamband. De finska studierna är relativt omfattande Asikainen m.fl. (2001) studerade 65 lass och Nurmi (2007) studerade 90 lass på en trakt. Det försöksled där Nurmi studerade skotning efter konventionell averkning representeras av den punkt som ligger klart över Asikainens kurva. Laststorleken i de finska studierna är lägre än i de tre svenska studier (Brunberg m.fl. 2010; Eliasson & Lundström 2011; Eliasson & Lundström 2013) som resulterat i funktionssamband. Dessa studier omfattar totalt 48 lass från fyra olika trakter.

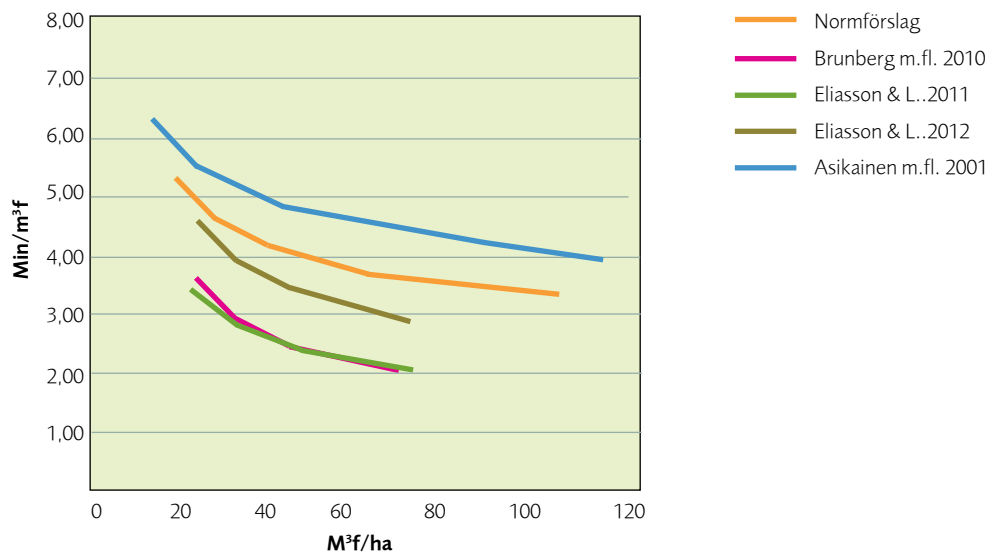
Kuitto m.fl. (1994) angav omräkningsfaktorer för rundvirkeskotning från studietid till tid enligt driftsuppföljning. Använder man dessa omräkningstal för att korrigera tidsstudieresultaten så är tidsåtgången enligt den föreslagna normen något längre än i de svenska studierna men kortare än i Asikainens studie (figur 3).



Figur 2. Jämförelse av normen med de i texten nämnda tidsstudierna.



## Grotskotning terminaltid



Figur 3. Jämförelse av terminaltiden enligt normförslaget och uppräknade terminaltider från de ovannämnda studierna. Uppräkning enligt Kuitto m.fl. (1994)

## Körhastigheter

Normen använder samma beräkning av körtiderna som används för beräkning av körtider vid rundvirkeskotning. (Brunberg 2004). Denna beräkning är väl beprövad och det finns inget i de olika studierna som tyder på att hastigheterna vid grotskotning avviker från de för rundvirkeskotning. Asikainen m.fl. (2001) noterade att hastigheten minskade med laststorleken medan Nurmi (2007) konstaterade att laststorleken inte påverkade hastigheten.

## Tillförlitlighet

Den här normen bygger i huvudsak på körtid och terminaltid. Den förra bedöms som ganska stabil så skall en korrigering göras av prestationsnivån görs detta lämpligast genom att justera terminaltiden. Är uppfattningen att även körtiden bör korrigeras så är också detta möjligt.

Nivälägningen av normen har gjorts utifrån driftserfarenheter som dock är rätt så osäkra. Därför bör den återgivna prestationsnivån betecknas som ett exempel. Har användaren en annan uppfattning om nivån så är det möjligt att justera detta.





# LITTERATUR

**Anon. 1991.** Terrängtypschema för skogsarbete. Skogsarbeten. Handledning.

**Asikainen, A., Ranta, T., Laitila, J. & Hämäläinen, M. 2001.** Hakkuutähdehakkeen kustannustekijät ja suurimittakaavainen hankinta. University of Joensuu, faculty of forestry, Joensuu. Research notes Nr. 131 pp. ISBN 951-708-357-2.

**Brunberg, T. 2004.** Underlag till produktionsnormer för skotare. Skogforsk, Uppsala. Redogörelse Nr. 3 11 pp. ISSN 1103-4580.

**Brunberg, T. 2010.** Produktivitet i gallring och slutavverkning 2008-2009. Skogforsk, Resultat Nr. 10, 2 pp.

**Brunberg, T. 2012.** Produktiviteten vid drivning 2008 till 2011. Skogforsk, Resultat Nr. 9, 2 pp.

**Brunberg, T., Eliasson, L. & Lundström, H. 2010.** Skotning av färsk och hyggestorkad grot. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 726, 11 pp. ISSN 1404-305X.

**Eliasson, L. & Johannesson, T. 2010.** Förröjningens påverkan på grotskotning. En studie av produktivitet, ekonomi, grotkvalitet hos SCA skog AB. . Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 705, 9 pp. ISSN 1404-305X.

**Eliasson, L. & Lundström, H. 2011.** Skotning av färsk och hyggestorkad grot. Skotare med komprimerande risrede. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 755, 11 pp. ISSN 1404-305X.

**Eliasson, L. & Lundström, H. 2013.** Skotning av hyggestorkad grot – Skotare med Hultdins biokasset. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 790, pp. ISSN 1404-305X.

**Johannesson, T. 2009.** Effektivare grothantering. Uppsala, Skogforsk. p. 978-91-977649-1-9.

**Kuitto, P.-J., Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Tärävä, J. 1994.** Mechanised cutting and forest haulage. Metsätehon tiedotus Nr. 410 39 pp.

**Nurmi, J. 2007.** Recovery of logging residues for energy from spruce (Pices Abies) dominated stands. Biomass and Bioenergy 31: 375-380.

**Pettersson, M. 2006.** Grotskotning - Driftsuppföljning och tidsstudie. Energidalen i Sollefteå AB, Nr. 25 pp.

**Thor, M. & Nordén, B. 1997.** Bränsleanpassad slutavverkning - studie av avverkning, rundvirkesskotning och skotning av trädrester hos SCA Skog AB. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 372, 21 pp. ISSN 1404-305X.