

Skogforsk — Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

arbetar för långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom Skogforsk står skogsbolagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagarna, allmänningar m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

Forskning

Tre forskningsområden:

- Skogsodlingsmaterial för tillväxt, kvalitet och diversitet
- Skogsskötsel för produktion och miljö
- Förbättrat råvaruutnyttjande och effektivare produktionssystem

Uppdrag

På de områden där Skogforsk har särskild kompetens utför vi i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla speciella utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner till lokala förhållanden.

Information

För en effektiv spridning av resultaten utnyttjas olika kanaler: Personliga kontakter, Internet, kurser, fackpress, filmer samt egna publikationer i olika serier.



Uppsala Science Park
751 83 UPPSALA
Tel: 018-18 85 00, Fax: 018-18 86 00
skogforsk@skogforsk.se
www.skogforsk.se
© Skogforsk december 2004,
ISSN 1103-4580

REDOGÖRELSE

FRÅN SKOGFORSK NR 3 2004



Underlag till produktionsnormer för skotare

Productivity-norm data for forwarders

Torbjörn Brunberg



Torbjörn Brunberg, jägmästare

Utexaminerades 1976 och har sedan dess arbetat med bl.a. produktionsnormer, logistik och teknik. Arbetar nu framförallt med drivningsfrågor.

ABSTRACT

Productivity-norm data for forwarders

This productivity norm serves as a basis and aid for predicting time consumption in forwarding in different types of stand, under different types of logging, and for different types of forwarder. The norm has been produced to meet an express wish by forest enterprises and others to revise the existing norm from 1985. The data has been obtained from operational monitoring, studies and existing production norms. The factors influencing time consumption are logging type (e.g. final felling or thinning), logging output per hectare, extraction distance, terrain difficulty, forwarder size, the volume of the mean stem, and the number of assortments.

Keywords: Extraction; logging; off-road haulage

Omslagsfoto: Valmet 840. Foto: Komatsuforest

Ämnesord: Drivning/Terrängtransport

Redaktör: Areca

Ansvarig utgivare: Jan Fryk



© Skogforsk december 2004 ISSN 1103-4580

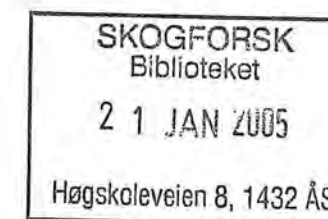
Gävle Offset AB, Gävle

REDOGÖRELSE

Underlag till produktionsnormer för skotare

PRODUCTIVITY-NORM DATA FOR FORWARDERS

Torbjörn Brunberg



Innehåll

Sammanfattning	4
Summary	5
Bakgrund, material och metoder	6
Metoder för att utarbeta produktionsunderlag	6
Grundmaterial	6
Produktionspåverkande faktorer	6
Uppdelning av arbetstiden	6
Resultat	7
Terminaltid	7
Körning	8
Enkelt terrängavstånd	8
Körhastighet	8
Laststorlek	8
Sortimentstid	9
Sortering	9
Övrig tid	9
Tillämpning av beräknad tidsåtgång	10
Referenser	11

Contents

Summary	5
Background, material and methods	6
Methods used to produce productivity data	6
Basic material	6
Factors influencing productivity	6
Breakdown of time consumption	6
Results	7
Time spent at terminal/landing	7
Driving	8
Extraction distance	8
Forwarder speed	8
Payload volume	8
Assortment time	9
Sorting time	9
Miscellaneous time	9
Application of total time consumption	10
Bibliography	11

Sammanfattning

Produktionsnormer används för att prognosticera produktionen i olika arbeten.

De senaste stora skotarstudierna utgjorde basen till ett underlag för en skotarnorm som presenterades 1985. Sedan dess har det skett en teknisk utveckling av skotarna varför det funnits behov av en revidering. Det har dock bedömts som alltför arbetskrävande att göra nya omfattande tidsstudier. Önskemålet har i stället varit att göra ett underlag utifrån befintliga produktionsnormer, driftuppföljningar och tillämpliga nyare studier. Som databas till driftuppföljningen har material från StoraEnso Skog och Holmen Skog AB använts.

Vid konstruktionen av normen har tiden för arbetet delats upp i:

- terminaltid
- körning
- sortimentstid
- sorteringstid
- övrig tid.

Tillsammans utgör de hela tidsåtgången för skotningsarbetet. De tidspåverkande faktorerna är avverkningsform, uttag per hektar, köravstånd, terrängsvårighet, skotarstorlek, medelstamvolym, och antal sortiment.

Exemplet nedan visar prestationen för en medelstor skotare vid olika transportavstånd.

Enkelt transportavstånd, m	100	300	500	700
Prestation, m³fub/G15-tim				
Slutavverkning	26,4	21,0	17,4	14,9
Gallring	14,8	12,6	11,0	9,7

Summary

Productivity norms are used to predict productivity in different logging operations.

The hitherto most recent and comprehensive forwarder studies formed the basis for the forwarder norm that was published in 1985. Owing to the advances in forwarder technology that have been made in the intervening years, a new look at the productivity norm was clearly called for. However, because of the volume of work entailed by comprehensive time studies, Skogforsk decided instead to collate data from a combination of sources —existing productivity norms, operational monitoring of forwarders and relevant new studies.

The operational data was provided by two forest enterprises, StoraEnso Skog and Holmen Skog AB.

To produce the new productivity norms, the total forwarding time was broken down into:

- Time at the terminal/landing
- Driving
- Assortment time
- Sorting time
- Miscellaneous time

The main factors influencing time consumption were logging type (e.g. final felling or thinning), logging output per hectare, extraction distance, terrain difficulty, forwarder size, the volume of the mean stem, and the number of assortments.

The example below gives productivity figures for a medium-size forwarder and different extraction distances:

Extraction distance, m	100	300	500	700
Productivity, m³(solid i.b.)/Effective G15 hour				
Final felling	26.4	21.0	17.4	14.9
Thinning	14.8	12.6	11.0	9.7

*(Effective (G₁₅) hour = Hour of effective machine time including downtime not exceeding "15" minutes per occasion.)

Bakgrund, material och metoder

Det senast presenterade underlaget till produktionsnorm för skotare från Skogforsk är från 1985. Även om skotarna ser ungefär likadana ut i dag har det skett en teknisk förbättring. Behovet av nya normer har därför varit stort under de senaste åren.

METODER FÖR ATT UTARBETA PRODUKTIONSUNDERLAG

Det finns flera metoder för att utarbeta underlag till en produktionsnorm. Det kan göras genom t.ex. arbetsstudier eller driftuppföljning. Historiskt sett har arbetsstudier varit huvudmetoden. Då det gäller skotare används flera olika skotarstorlekar i flera olika avverkningsformer. För att få ett representativt heltäckande studiematerial skulle det ha krävts omfattande studier. Bedömningen har därför varit att det mest effektiva sättet att få fram en ny produk-

tionsnorm är att kombinera information från driftuppföljningar, studier och befintliga produktionsnormer.

GRUNDMATERIAL

De driftuppföljningar som ingår i den nya produktionsnormen kommer från StoraEnso Skog och Holmen Skog AB. Även material från existerande produktionsnormer har använts för att få en så heltäckande norm som möjligt. Tidsmäsgt kommer uppföljningarna från perioden 2000–2003.

PRODUKTIONSPÅVERKANDE FAKTORER

Datamaterialen utgör uppföljning på nivån avverkningsobjekt. De tidspåverkande faktorerna har varit avverkningsform, uttag per hektar, köravstånd, terrängsvårighet, skotarstorlek och medelstamvolym.

UPPDELNING AV ARBETSTIDEN

Tidsåtgången för arbetet med skotare har i denna redovisning delats upp i:

- Terminaltid = tid för lastning, lossning och körning under lastning.
- Körtid = tid för körning till och från avverkningsobjekt.
- Sortimentstid = tid för olika sortiment.
- Sorteringstid = tid för sortering.
- Övrig tid = tid för t.ex. märkning.

Resultat

TERMINALTID

Terminaltiden omfattar tiden för lastning, körning under lastning och lossning. Olika stora maskiner får olika tidsåtgång beroende på olika kranar och gripare. Dessutom bör hänsyn tas till avverkningsformen. Arbetet i gallring är t.ex. svårare än i slutavverkning.

I figur 1 återges terminaltiden för olika skotartyper i de båda avverkningsformerna.

Begreppet liten skotare avser en maskin vars lastkapacitet är mindre än 10 ton. En medelstor skotare lastar 10–14 ton och en stor skotare mer än 14 ton.

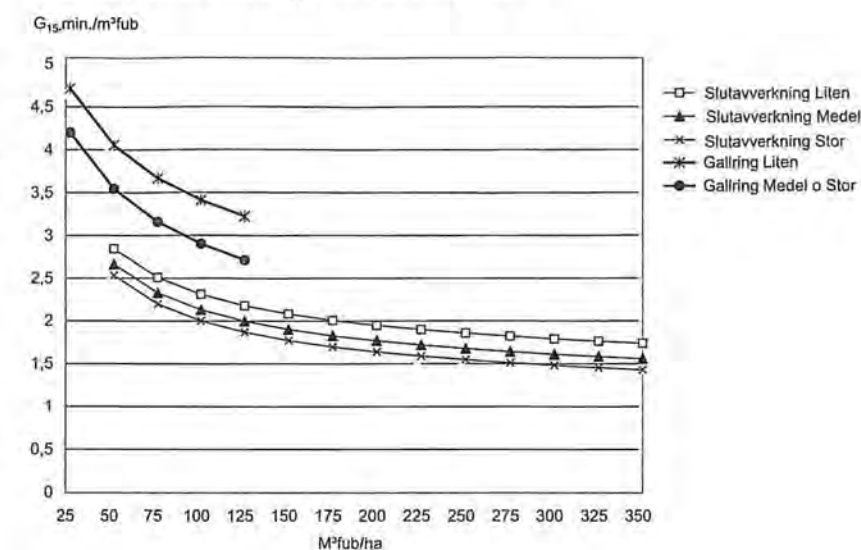
Kurvorna i figur 1 beskrivs av tidsformlerna i tabell 1 och har uttaget/ha som förklarande variabel.

De båda konstanternas värden i formeln framgår av tabell 2.

Konstanten K1 är i det här fallet 1. Skall nivån hos tidsåtgången för slutavverkning respektive gallring ändras görs detta genom att justera K1. På samma sätt kan användaren ändra det inbördes förhållandet mellan maskintyperna genom att ändra på K2.

För medelstor och stor skotare i gallring är funktionen densamma. Det som skiljer är laststorleken.

Figur 1. Terminaltid för olika skotartyper och avverkningsformer.



Tabell 1. Tidsformler för slutavverkning och gallring.

Avverkningsform	Tidsåtgång
Slutavverkning	$T = K1 \times ((5,7 + K2 \times UT + 11,45 \times \sqrt{UT})/UT)$
Gallring	$T = K1 \times ((-43 + K2 \times UT + 25,9 \times \sqrt{UT})/UT)$

där

T = tidsåtgången i G_{15} -min/m³fub.

UT = uttaget i m³fub/ha.

Tabell 2. Konstanternas värde för slutavverkning och gallring.

Avverkningsform	Skotarstorlek	K1	K2
Slutavverkning	Liten	1	1,04
	Medel	1	0,86
	Stor	1	0,73
Gallring	Liten	1	1,18
	Medel	1	0,67
	Stor	1	0,67

KÖRNING

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

$$T = (2 \times A)/(H \times L),$$

där

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

A = enkelt terrängtransportavstånd, m.

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

L = laststorleken i m³fub.

Enkelt terrängtransportavstånd

Enkelt terrängtransportavstånd avser enkel sträcka mellan avlägget och virkets tyngdpunkt på avverkningsobjektet.

Körhastighet

Sedan länge finns erfarenheter av den genomsnittliga körhastigheten vid olika ytstruktur och lutning. Sammanställningen i tabell 3 visar den uppmätta och beräknade körhastigheten i några studier som gjorts under de senaste åren. Vid omräkning av studiernas G₀-tid har antagits att det på varje G₀-min går 1,08 G₁₅-min.

Tabell 3.

Jämförelse mellan uppmätt körhastighet (m/G₁₅-min) i några nyare studier och Holmen Skog AB:s norm.

Studerad maskin	Studier	Norm
Valmet 890	47	58
Timberjack 1210	56	65
Timberjack 1110	56	53
Timberjack 1110	52	48
Medelhastighet	53	56

De nyare studierna ger både lägre och högre hastigheter. Medeltalet är däremot relativt lika. Nuvarande etablerade körhastigheter har därför behållits. Körhastighetens beroende av ytstruktur och lutning har under de senaste åren undersökts hos medelstora och stora skotare. Resultatet och en jämförelse med Holmen Skog AB:s norm redovisas i tabell 4.

Tabell 4.

Jämförelse mellan Holmen Skog AB:s norm och uppmätt körhastighet i några studier. Relativa tal vid olika ytstruktur och lutning.

Ytstruktur	Lutning			
	Norm		Studier	
	1	2	1	2
1	100		100	
2	89	82	89	84
3	77		79	
4	58	54	65	58

Som framgår av tabellen är överensstämmelsen mellan norm och studier ganska god.

Den absoluta körhastigheten i olika terräng framgår av tabell 5.

Tabell 5.

Körhastighet (m/G₁₅-min.) enligt Holmen Skog AB:s norm vid olika ytstruktur och lutning.

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

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

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

där

H = hastigheten i m/G₁₅-min.

YT och LUT = ytstruktur och lutning enligt Skogforsks Terrängtypsschema.

Funktionen stämmer i huvudsak med nuvarande normer och gäller för terrängkörning i slutavverkning. I gallring är hastigheten ungefär 10–20 % lägre. På basväg är hastigheten ca 100 m/min.

Har användaren en annan uppfattning om nivån på hastigheten är det enkelt att korrigera genom att multiplicera formeluttrycket med en konstant. Korrigering av körhastighetens beroende av ytstruktur och lutning kräver däremot mer ingående beräkningar.

Laststorlek

Laststorleken utgår från skotarens tonnage omräknat till m³fub via maskintypens lastutnyttjande och antal m³fub/ton.

Tabell 6 återger den beräknade laststorleken då driftsuppföljningsmaterialet samlades in. Numera finns teknik som gör det möjligt att lasta hela tonnaget och som gör att lastutnyttjandet i tabell 6 blir 1,0. Detta innebär att laststorleken hos medelstora och stora skotare i slutavverkning blir 13,6 respektive 17,9 m³fub.

Tabell 6.

Beräknad laststorlek för skotare av olika storleksklass.

Skotarstorlek	Liten	Medel	Stor
Tonnage	9,0	12,9	17,0
Lastutnyttjande	1,0	0,95	0,8
Ton /m ³ fub	0,95	0,95	0,95
Laststorlek, m³fub	9,5	12,9	14,3

SORTIMENTSTID

Per m³fub tar det längre tid att skota massaved än timmer. Mängden timmer samvarierar med medelstammens storlek samtidigt som det är en variabel som regelmässigt används för att beskriva ett avverkningsbestånd. Medelstammen är därför en lämplig variabel att använda i en produktionsnorm. Sambandet mellan medelstam och tidsåtgång kan beskrivas med följande formel:

$$T = 0,05 \cdot V,$$

där

T = tidsåtgången i G₁₅-min./m³fub.

V = medelstamvolymen i m³fub.

Avdragets storlek bör inte ökas för grovlekar större än 0,5 m³fub.

Tabell 7.

Tidsåtgång för sortering av "normala sortiment" i G₀-min/m³fub.

Antal sortiment i skogen	Antal sortiment på avlägg				
	1	2	3	4	5
1	0	0,26	0,53	0,81	1,0
2	–	0,10	0,29	0,49	0,65
3	–	–	0,21	0,38	0,52
4	–	–	–	0,33	0,45
5	–	–	–	–	0,41

SORTERING

Tiden för sortering beror av antalet sortiment i skogen och på avlägget enligt tabell 7.

Kalkyler av sorteringskostnaden för skördare och skotare visar att skördaren bör göra sorteringen.

Om skördaren alltid sorterar virket blir sambandet mellan skotarens tidsåtgång och antalet sortiment rätlinjigt och kan beskrivs med formeln:

$$S = -0,1 + 0,1 \times AS,$$

där

S = tiden för sortering i G₁₅-min./m³fub.

AS = antalet sortiment, st.

Den beräknade tiden avser "normala sortiment", vilket innebär att dess volym överstiger 5 % av den totala volymen. För "små sortiment", d.v.s. sortiment vars volym understiger 5 % av den totala, är tidsåtgången lägre och beror av sortimentets storlek. I genomsnitt är tidsåtgången för små sortiment ca 60 % av den för ett normalt sortiment.

ÖVRIG TID

Till övrig tid räknas t.ex. märkning av virket, tillrättaläggning och skrivning. Tidsåtgången kan variera inom vida gränser från 0 till ett antal minuter per lass. I den här redovisningen har övrig tid uppskattats till i genomsnitt 1,5 min/lass.

Tillämpning av beräknad tidsåtgång

För att erhålla den totala tidsåtgången för skotningsarbetet skall de olika deltiderna läggas ihop. Divideras därefter 60 med den beräknade tiden erhålls den totala produktionen i m³fub/G₁₅-tim

En tung variabel i en skotarnorm är uttaget/ha. Det vanligaste är dock att prestationen redovisas för olika köravstånd. I nedanstående tabell återges prestationen för en medelstor skotare över transportavståndet i slutavverkning och gallring.

Tabell 8.
Exempel på prestation (m³fub/G₁₅-tim) för medelstor skotare.

Enkelt transportavstånd, m	100	300	500	700
Slutavverkning	26,4	21,0	17,4	14,9
Gallring	14,8	12,6	11,0	9,7

Referenser

Anon. 1991. Terrängtypsschema för skogsarbete. Skogsarbeten.Handledning.

Brunberg, T. 1993. Sortering med skotare. Skogforsk. Stencil, 1993-06-18

Eriksson, P. 1998. Påhängsvagn för skotare. Skogforsk. Arbetsrapport nr 404 1988.

Brunberg, T. & Christoffersson, P. 1998. Skotning av virke med olika lastbärarutrustning på Timberjack 1110. Skogforsk. Stencil 1998-02-20.

Brunberg, T. 1997. Bränslemätning på Valmet 890 vid Naggen. Skogforsk. Stencil 1997-11-27.