

TADEUSZ MOSKALIK, KARL STAMPFER

Efektywność pracy harwestera Valmet 911 Snake w warunkach górskich

Productivity of the harvester Valmet 911 Snake under the mountain conditions

ABSTRACT

In the times of market economy the rational harvesting of timber both in the lowland and mountain forests demands application of such technical means, which are economically effective. The use of the harvester Valmet 911 Snake can be one of possible solutions in this respect. The productivity of this machine as shown in Austrian studies ranges from 12 to 32 m³/h. The unit costs of timber harvesting under Austrian conditions are 13 to 36 PLN/m³. In Poland these costs would be lower by 25 percent.

KEY WORDS

mechanized harvesting, harvester, productivity, harvesting costs

Wstęp

Cechą charakterystyczną gospodarki leśnej przełomu XX i XXI wieku, zwłaszcza w krajach europejskich, są próby prowadzenia jej zgodnie z wymaganiami trwałego i zrównoważonego rozwoju. Jednym ze stawianych wymagań w stosunku do użytkowania lasu jest między innymi stosowanie procesów pozyskiwania surowca drzewnego, które wypełniając określone cele hodowlane byłyby jednocześnie dostosowane do warunków terenowych oraz drzewostanowych. Dotyczy to szczególnie terenów górskich, gdzie znaczne pochylenia stoków ograniczają lub też wręcz uniemożliwiają wykorzystanie technologii mogących znaleźć zastosowanie w drzewostanach nizinnych.

Udział lasów o znacznie zróżnicowanym reliefie w Polsce nie jest duży. Łączna powierzchnia państwowych i prywatnych lasów górskich i wyżynnych wynosi około 1,1 mln ha, co stanowi 12,6% ogólnej powierzchni leśnej. Znajdują się jednak w Europie kraje, w których problemy z prowadzeniem gospodarki leśnej w górach są o wiele większe. Bez wątplenia do grupy takich krajów zaliczyć należy Austrię. Posiada ona 3,9 mln ha lasów; stanowi to 47% powierzchni kraju. Około 75% tych lasów zlokalizowanych jest w terenie o nachyleniu powyżej 40% [Laurow, Trześniowski 2000].

W czasach gospodarki rynkowej racjonalne pozyskiwanie drewna w drzewostanach zarówno nizinnych oraz górskich wymaga użycia takich środków technicznych, które oprócz innych, bardzo ważnych wymagań, są efektywne ekonomicznie. W związku z tym na całym

TADEUSZ MOSKALIK

Katedra Użytkowania Lasu SGGW
ul. Rakowiecka 26/30
02-528 Warszawa
e-mail: moskalik@delta.sggw.waw.pl

KARL STAMPFER

Institute of Forest and Mountain Risk Engineering
University of Natural Resources and Applied Life
Sciences, Vienna,
Peter Jordan Strasse 70/2, 1190 Vienna
e-mail: karl.stampfer@boku.ac.at

świecie trwają nieustanne prace nad poszukiwaniem technologii wydajnych i zarazem stosunkowo tanich.

Zastosowanie harwesterów w terenach górzystych ograniczone jest przede wszystkim nachyleniem stoku. Harwestery kołowe w miarę swobodnie mogą się poruszać na stokach o nachyleniu do 35%. Jednak przy odpowiednim podłożu, gwarantującym dużą stabilność maszyny oraz przy odpowiednich warunkach atmosferycznych umożliwiającym dobry kontakt urządzenia jezdnego z podłożem, maksymalne granice określone zostały na 50%. Praca harwesterem kołowym w takim przypadku powinna być jednak stosowana sporadycznie, co związane jest ze zwiększonym niebezpieczeństwem przewrócenia bądź zsunięcia się maszyny. Przy pochyleniach poprzecznych nie powinno się przekraczać granicy 5% [Sauter i inni 1998].

Harwestery wyposażone w gąsienicowy układ jezdny są znacznie lepiej przystosowane do poruszania się po stromym podłożu. Mogą one dokonywać ścinki i wyróbki drewna w terenie o nachyleniu do 60-65% [Dürstein, Stampfer 2000]. Interesującym rozwiązaniem jest harwester Valmet 911 Snake, w którym zastosowano w maszynie bazowej cztery niezależnie poruszające się gąsienice umożliwiające, w porównaniu z układem dwugąsienicowym, lepszy kontakt z podłożem, a zarazem większą stabilność maszyny. W tym przypadku maksymalna granica pochylenia terenu wynosi ok. 70%. Na krótkich dystansach, przy sprzyjających warunkach pogodowych i stabilnym podłożu, przy pozyskiwaniu drewna w górę stoku nachylenia dla gąsienicowych układów jezdnych mogą dochodzić nawet do 100% [Schöttle i inni 1997].

Opracowanie niniejsze poświęcone jest analizie wydajności pracy oraz kosztów pozyskiwania surowca drzewnego harwesterem Valmet 911 Snake.

Cel oraz zakres badań

Celem niniejszego opracowania jest analiza wpływu nachylenia stoku na kształtowanie się wydajności oraz kosztów bezpośrednich pracy harwestera Valmet 911 Snake.

Zakres pracy obejmuje:

- charakterystykę techniczną harwestera Valmet 911 Snake,
- określenie wydajności pracy maszyny,
- analizę kosztów pozyskania drewna.

Analiza ta, obejmująca pozyskanie w drzewostanie rębny i trzebieżowym, umożliwi porównanie opłacalności stosowania tej maszyny w warunkach austriackich oraz w Polsce.

Charakterystyka techniczna harwestera Valmet 911 Snake

Harwester Valmet 911 Snake jest maszyną gąsienicową zaprojektowaną specjalnie do pozyskiwania drewna w drzewostanach górskich. Firma Profiteam Holzer z Austrii dokonała zmian konstrukcyjnych w standardowym, kołowym harwesterze Valmet 911. Zamiast kół zamontowano cztery niezależnie poruszające się gąsienice o szerokości 50 cm. Rozwiązanie takie sprawia, że maszyna jest stabilniejsza i może poruszać się w terenach o znacznych nachyleniach stoku. Podstawowe dane techniczne harwestera zostały przedstawione w tabeli 1.

Maksymalny wysięg żurawia, wynoszący 9,5 m sprawia, że odległość pomiędzy szlakami technologicznymi nie powinna być większa niż 19 m. Kabina może być poziomowana we wszystkich kierunkach, co jest szczególnie istotne przy dużych nierównościach terenu.

Metodyka badań

Określenie wydajności pracy wymagało przeprowadzenia odpowiednich badań terenowych. Badania te zlokalizowano na terenie Austrii w jednym 100 letnim świerkowym drzewostanie

Tabela 1.

Dane techniczne harwestera Valmet 911 Snake

Technical data of the harvester Valmet 911 Snake

rębny (leśnictwo Mautern) oraz w dwóch 55 letnich świerkowo-modrzewiowych drzewostanach trzebieżowych (leśnictwa Feistritz i Kraubath). Na podstawie danych empirycznych Stampfer i Steinmüller [2001] opracowali model, który posłużył od obliczenia wydajności pracy harwestera. Model ten

jest funkcją trzech składowych elementów: ścinki i obróbki drzew, poruszania się maszyny w drzewostanie oraz współczynnika korekcyjnego, uwzględniającego czasy pozostałe, głównie przerwy. W przypadku pracy harwestera w tych drzewostanach wielkość współczynnika określono na poziomie 1,35.

Istotnym elementem decydującym o efektywności zastosowania określonej maszyny jest analiza kosztów. Rozważania przeprowadzone zostały z wykorzystaniem programu komputerowego PACE (Production and Cost Evaluation) używanego na potrzeby FAO [Sessions 1992]. Dotyczą one pracy harwestera Valmet 911 Snake zarówno dla warunków austriackich oraz polskich, przy założeniu, że osiągnięte wydajności pracy będą w obu krajach jednakowe.

Wydajność pracy

Porównania osiągniętych wydajności pracy harwestera dokonane zostały w drzewostanach trzebieżowych. Nachylenia stoku, na których pozyskiwano drewno wahały się w granicach 19-68%. Na rycinie 1 przedstawiona została zależność pomiędzy uzyskaną wydajnością maszyny Valmet 911 Snake a miąższością pojedynczego drzewa, przy różnych nachyleniach stoku, odpowiednio 25 i 65%. Dla drzew cienkich, o miąższości ok. 0,12 m³, wydajność pracy wynosi około 12 m³/h. Przy drzewach grubych (1,2 m³) możliwe jest osiągnięcie 25-30 m³/h.

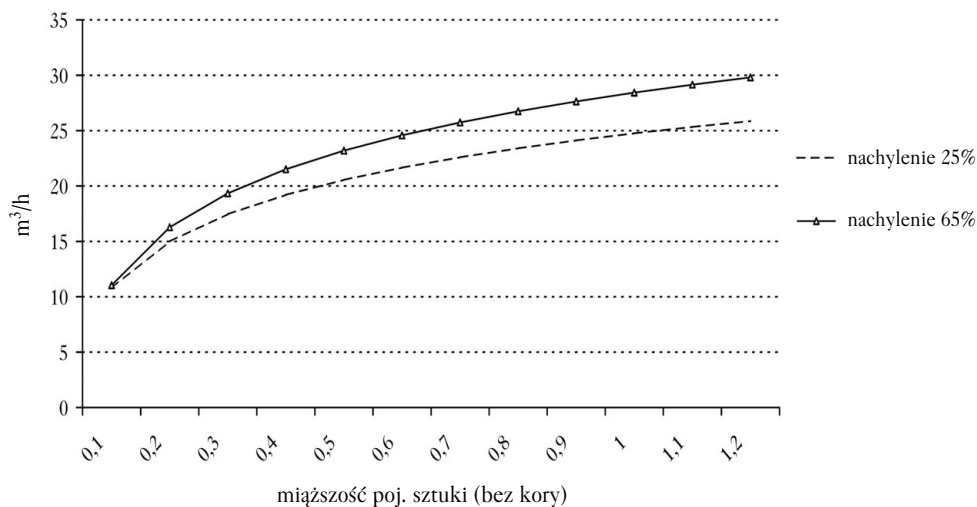
Duże znaczenie na kształtowanie się wydajności pracy ma nachylenie stoku, na którym znajduje się pozyskiwany surowiec. W porównywalnych warunkach, o średniej miąższości drzew wynoszącej około 0,6 m³, różnica w wydajności pracy harwestera, przy 25% nachyleniu stoku, jest około 2,9 m³/h większa od wyników uzyskiwanych w terenach bardziej stromych, o nachyleniu 65%.

Na rycinie 2 przedstawiono wydajności pracy harwestera w cięciach rębnych, tzn. na zrębie zupełnym oraz w analizowanych uprzednio drzewostanach trzebieżowych. Średnie nachylenie stoku wynosiło 36%. Osiągnięte wyniki, wahające się od 12 do 32 m³/h wskazują, że większą wydajność osiąga się w przypadku zrębu zupełnego. Różnice te, w zależności od miąższości pojedynczych drzew, sięgają od 1 do 3,5 m³/h.

Koszty pozyskiwania drewna

Koszty pozyskiwania surowca drzewnego na poziomie maszynowym w Austrii i w Polsce różnią

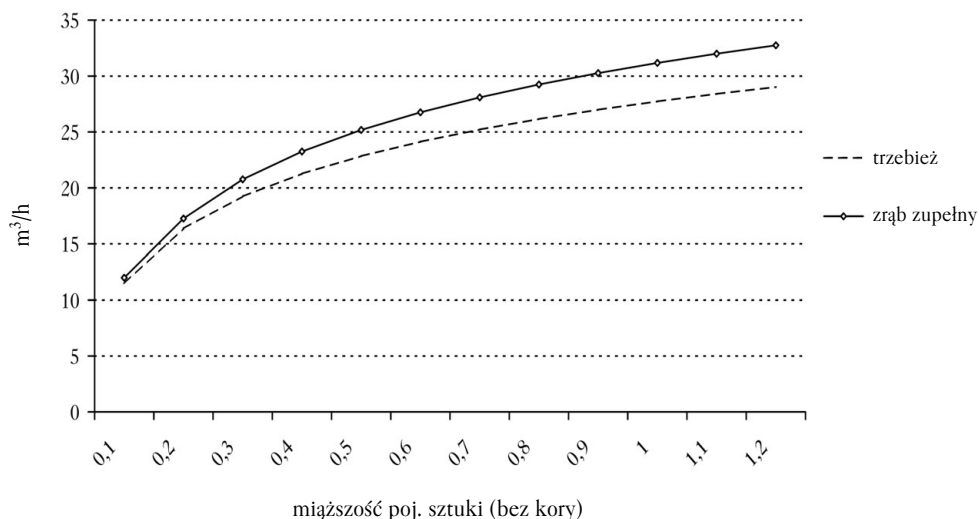
Wyszczególnienie	Jednostka	Wartość
Masa własna	t	20
Szerokość	m	2,9
Wysięg żurawia	m	9,5
Moc silnika	kW	130
Prędkość jazdy	km/h	0-9,8
Szerokość gąsienic	mm	500
Prześwit	mm	700
Niwelacja kabiny		
• Bocznie		±17°
• Do przodu	stopnie	+22°
• Do tyłu		+20°
Głowica obróbcza		
Valmet 965		
• Masa	kg	1150
• Maksymalna średnica ścinki	cm	ok. 65



Ryc. 1.

Zależność wydajności pracy harwestera Valmet 911 Snake od miąższości pojedynczego drzewa oraz nachylenia stoku

The relationship between the productivity of the harvester Valmet 911 Snake and the single tree volume and slope



Ryc. 2.

Zależność wydajności pracy harwestera Valmet 911 Snake od miąższości pojedynczego drzewa oraz rodzaju prowadzonych cięć

The relationship between the productivity of the harvester Valmet 911 Snake and the single tree volume and cutting system

się dosyć znacznie. Porównań dokonano dla pracy jednodzianowej, przy 220 dniach roboczych w roku. Pozyskując drewno harvesterem Valmet 911 Snake w Austrii godzinowe koszty pracy wynoszą 400 zł/h, w Polsce zaś kształtowałyby się one na poziomie 300 zł/h. Podstawowa przyczyna takiego zróżnicowania wynika z faktu, że płace w Polsce są zdecydowanie niższe niż

w Austrii. Godzinowa płaca operatora w Austrii wynosi około 107 zł, w nas natomiast około 20 zł. Szczegółowe dane dotyczące struktury kosztów godzinowych w obydwu krajach zamieszczone zostały w tabeli 2.

Tabela 2.

Bezpośrednie godzinowe koszty pozyskiwania drewna harvesterem Valmet 911 Snake

Direct hourly costs of timber harvesting using the harvester Valmet 911 Snake

Wyszczególnienie	Harvester Polska [zł/h]	Harvester Austria [zł/h]
Koszty inwestycyjne	134,87	134,87
Koszty eksploatacyjne	138,32	152,72
Koszty płac	19,97	106,67
Razem	293,16	394,26

Wykonano jednocześnie podobne analizy porównawcze, obejmujące koszty jednostkowe pracy tego harwestera. Podstawą porównań były koszty godzinowe oraz uzyskane wydajności pracy. Wielkości kosztów jednostkowych przedstawiają ryciny 3 i 4. W związku z tym, że godzinowe koszty pracy harvesterem w Austrii są większe, w tamtejszych warunkach koszty jednostkowe będą również większe. Wynoszą one od około 13 do 36 zł/m³. U nas natomiast byłyby one o około 25% niższe, wynosząc od 9 do 27 zł/m³. Zróżnicowanie tych kosztów zależne jest między innymi od rodzaju cięć, nachylenia terenu oraz miąższości wycinanych drzew. W łatwiejszych warunkach terenowych, odzwierciedlonych mniejszym nachyleniem stoku, w starszych drzewostanach, gdzie pozyskiwany surowiec drzewny jest większych rozmiarów, jednostkowe koszty pozyskania przyjmują wartości niższe. W drzewostanach młodszych, rosnących na stromych stokach, pracochłonność pozyskania 1 m³ drewna jest większa; wyższe będą zatem także koszty jednostkowe.

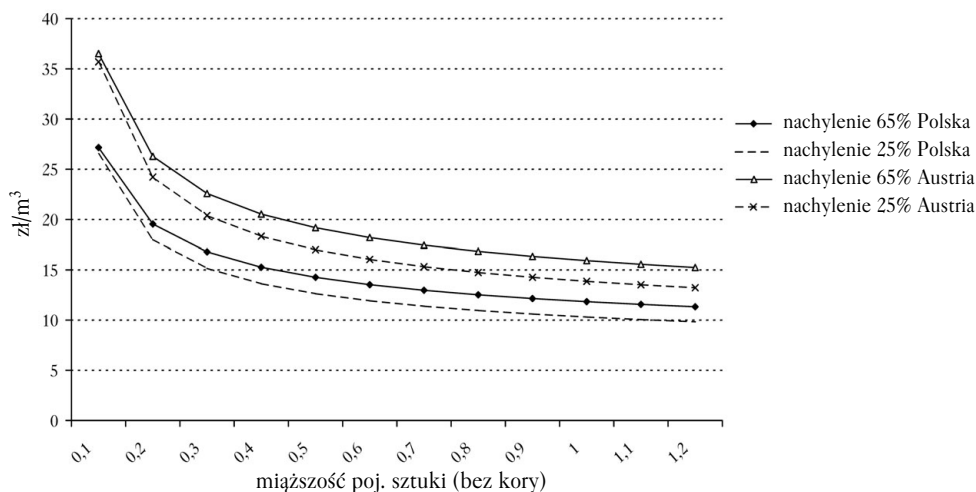
Dyskusja

Pozyskiwanie drewna w drzewostanach górskich charakteryzuje się, w porównaniu z terenami nizinnymi, znacznie większymi wymaganiami. Dotyczą one szczególnie doboru takich środków technicznych, które odznaczają się dużą mobilnością, przystosowaniem do poruszania się w warunkach zróżnicowanego reliefu i są efektywne ekonomicznie.

Analiza pracy harwestera Valmet 911 Snake wskazuje, iż jest to maszyna mogąca pracować z powodzeniem w drzewostanach górskich o znacznych nachyleniach stoku, sięgających nawet 70%. Jednak wraz ze wzrostem stopnia nachylenia terenu zmniejsza się wydajność pracy. Przy nachyleniu 25 i 65% różnice mogą sięgać kilkunastu procent. Duży wpływ na wydajność ma rodzaj cięć, np. zręb zupełny i trzebieże. W drzewostanach rębnych, ze względu na większe wymiary pozyskiwanych drzew i łatwiejsze warunki pracy, możliwe jest uzyskanie większych wydajności pracy maszyny w porównaniu z drzewostanami trzebieżowymi.

Stosowanie harwesterów w procesach pozyskiwania drewna w dużej mierze uzależnione jest od relacji kształtowania się kosztów w stosunku do pozyskania tradycyjnego, z wykorzystaniem pilarek spalinowych. Godzina pracy drwala w Polsce wynosi ok. 25 zł. W Austrii natomiast jest to wielkość sięgająca ok. 110 zł. Taki układ kosztów determinuje możliwość efektywnego wprowadzania maszyn, między innymi Valmeta 911 Snake.

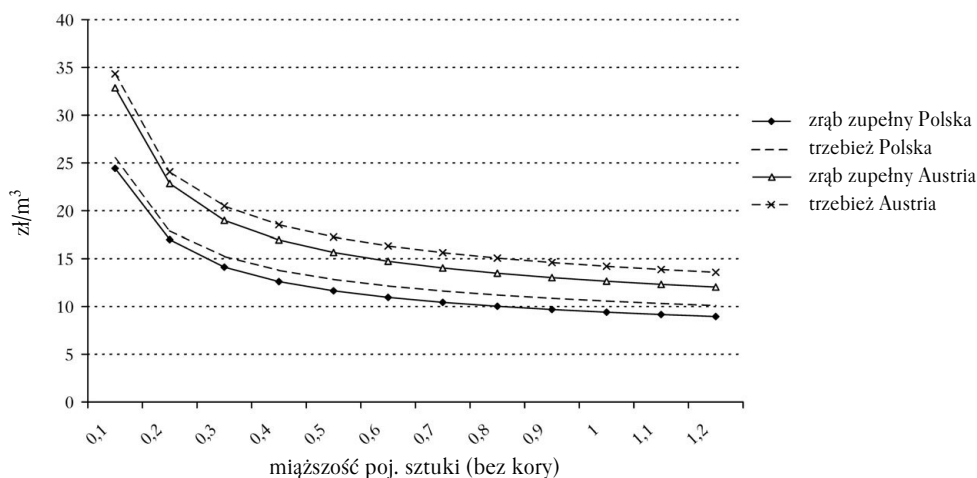
Kalkulacje ekonomiczne pokazują wyraźnie, że w Austrii harvester ten może pracować efektywnie zarówno w trzebieżach oraz w drzewostanach rębnych. W Polsce natomiast stawki godzinowe oferowane drwalom i operatorom harwesterów są ponad 5-krotnie niższe niż



Ryc. 3.

Jednostkowe, bezpośrednie koszty pracy harwestera Valmet 911 Snake z zależności od miąższości pojedynczego drzewa i nachylenia stołu w Austrii oraz Polsce

Direct unit costs of work of the harvester Valmet 911 Snake depending on the single tree volume and slope in Austria and in Poland



Ryc. 4.

Jednostkowe, bezpośrednie koszty pracy harwestera Valmet 911 Snake z zależności od miąższości pojedynczego drzewa i rodzaju cięcia w Austrii oraz Polsce

Direct unit costs of work of the harvester Valmet 911 Snake depending on the single tree volume and cutting system in Austria and in Poland

w Austrii. Sytuacja taka powoduje, że uzyskanie zadowalających wyników ekonomicznych przy pozyskiwaniu maszynowym jest trudne, aczkolwiek możliwe do osiągnięcia. Sukces wprowadzania maszyn tego typu w Polsce w chwili obecnej zależy w dużej mierze od zapewnienia im odpowiedniego frontu pracy, pozwalającego na uzyskanie dużych wydajności rocznych. W zależności od rodzaju cięcia są to wielkości rzędu 25-60 tys. m³ drewna.

Wnioski

Analiza pracy harwestera Valmet 911 Snake pozwala na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Zastosowany w harvesterze układ jezdny, w postaci czterech niezależnie poruszających się gąsienic, umożliwi mu bezpieczną pracę o nachyleniach stoku sięgających do 70%,
2. Osiągnięta wydajność pracy, wahająca się od 12 do 32 m³/h, uzależniona jest w dużej mierze od miąższości pozyskiwanych drzew, rodzaju prowadzonych cięć oraz od nachylenia stoku, na którym znajduje się drzewostan,
3. Bezpośrednie, jednostkowe koszty pracy maszyny w Austrii w zależności od uzyskanej wydajności pracy, zawierają się odpowiednio w przedziale 13-36 zł/m³. W Polsce natomiast koszty te wynosiłyby 9-27 zł/m³ przy założeniu, że osiągnięte wydajności pracy kształtowałyby się na tym samym poziomie,
4. Efektywność stosowania harwestera Valmet 911 Snake uzależniona jest w znacznym stopniu od warunków gospodarczo-społecznych danego kraju, szczególnie zaś od oferowanych operatorom maszyn płac godzinowych. Czynnikiem ten jest jednym z kryteriów determinujących w dużej mierze relacje pomiędzy opłacalnością stosowania tradycyjnego i maszynowego pozyskiwania drewna.

Literatura

- Dürstein H., Stampfer K., 2000. Aktuelle Trends in der Forsttechnik. *Arbeits im Wald*. Öster. Forstztg 5: 5-6.
- Laurow Z., Trzeźniowski A., 2000. Pozyskanie drewna w lasach o zróżnicowanym reliefie. *Las Pol.* 5.
- Sauter U. H., Mehlin I., Grammel R. 1998. Vollmechanisierte Holzerte am Steilhang mit Vollerntertechnik. *AFZ/Der Wald* 14: 722-724.
- Schöttle R., Pfeil C., Sauter F. 1997. Leistung und Einsatzmöglichkeiten des Raupenharvesters in der Durchforstung. *AFZ/Der Wald* 22: 1179-1181.
- Sessions J. 1992. Cost Control in forest harvesting and road construction. *FAO Forestry Paper* 99, Rome.
- Stampfer K., Steinmüller T. 2001. A new approach to derive a productivity model for the harvester Valmet 911 Snake. *The International Mountains Logging and 11th Pacific Northwest Skyline Symposium*.

SUMMARY

Productivity of the harvester Valmet 911 Snake under the mountain conditions

Timber harvesting in the mountain forests is more demanding than that in the lowland forests. These demands are chiefly connected with the choice of such technical means that show high mobility, are adapted to move under different relief conditions and are economically effective.

The tests of the harvester Valmet 911 Snake have demonstrated that this machine can successfully work in the mountain forests even on the slopes with inclination of 70%.

The productivity ranging between 12 and 32 m³/h depends on a great degree on the volume of trees harvested, kind of the cutting system and inclination of the slope on which a stand is located. The productivity declines with the increasing inclination of the slope. With the slope of 25 and 65% the differences can reach a dozen or so percent. In mature stands higher productivity is possible due to the greater size of the harvested trees and more favourable work conditions as compared with the thinned stands.

The effectiveness of the harvester Valmet 911 Snake greatly depends on the social and economic situation of a given country, especially on the hourly rate offered to machine operators. The labour costs in Austria are by five times higher than in Poland. This element is one of

the factors seriously determining the relationships between the profitability of using the traditional and mechanized methods of timber harvesting.

The direct, unit costs of the harvester in Austria depend on productivity and range between 13 and 36 PLN/m³. In Poland these costs are 9-27 PLN/m³ at the assumption that the productivity stays at the same level.