

# WPŁYW DOBORU SPRZĘTU NA WYDAJNOŚĆ I KOMFORT PRACY PILARZA PRZY WYKONYWANIU ZABIEGU CZYSZCZEŃ PÓŹNYCH W DRZEWOSTANIE SOSNOWYM

Streszczenie

W pracy założono, że zabieg czyszczeń późnych wykonanych w drzewostanach sosnowych przy użyciu plecakowej podkrzesywarki Husqvarna 535 FBx pozwoli na wykonanie zabiegu z większą wydajnością oraz mniejszą czasochłonnością, a rozwiązania w budowie maszyny spowodują mniejsze obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego oraz większy komfort pracy, niż w przypadku użycia tradycyjnej pilarki spalinowej. Pomimo większego doświadczenia drwali w pracy pilarką, wykonywanie zabiegów czyszczeń późnych tą maszyną cechowało się mniejszą wydajnością, a tym samym większą czasochłonnością. Więcej dolegliwości w układzie mięśniowo-szkieletowym zgłoszono po pracy pilarką spalinową. Natomiast wydatek energetyczny kształtował się na zbliżonym poziomie.

**Słowa kluczowe:** pielęgnacja lasu, ergonomia pracy, czasochłonność, wydajność, podkrzesywarka plecakowa Husqvarna 535 FBx, technika leśna

## Wstęp

W ostatnich latach postęp techniczny w leśnictwie był szczególnie dynamiczny w obszarze związanym z maszynowym pozyskaniem surowca drzewnego. W 2006 roku w Polsce pracowało 26 harwesterów, w 2008 - 157, a w 2015 r. około 530 [4, 5]. Konieczność zwiększenia wydajności pozyskania, spowodowana wzrostem zapotrzebowania na drewno, przy jednoczesnym zapewnieniu pracownikom stosunkowo komfortowych i bezpiecznych warunków pracy, była bodźcem do opracowania i wprowadzenia nowych rozwiązań technologicznych. Pomimo znaczącego umaszynowania większość surowca pozyskiwana jest nadal za pomocą pilarek spalinowych [6, 7]. W tym obszarze zaobserwować można również szereg zmian. W nowych modelach pilarek czołowych producentów wprowadzono wiele nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych, próbując tym samym poprawić parametry eksploatacyjne oraz zmniejszyć uciążliwość pracy.

Pilarka spalinowa w leśnictwie wykorzystywana jest głównie do pozyskiwania drewna. Służy również do wykonywania zabiegów pielęgnacyjnych w drzewostanach młodszych klas wieku, w których surowca się nie pozyskuje. Konstrukcja pilarki wymusza na pracowniku przyjęcie wymuszonej pozycji roboczej, zazwyczaj z wyprostowanymi lub zgiętymi nogami, przy jednoczesnym silnym skręcie pleców w pozycji pochylonej [9, 10]. Postawa podczas pracy ma wpływ na obciążenie fizjologiczne robotnika oraz w przypadku pracy w pozycji zgiętej może w krótkim czasie doprowadzić do wystąpienia licznych dolegliwości w układzie mięśniowo-szkieletowym. Gdy pracownik pracuje w pozycji wyprostowanej, albo gdy przyjmuje właściwą pozycję, ryzyko wystąpienia dolegliwości zmniejsza się [2, 3].

Pracę w pozycji wyprostowanej lub z niewielkim pochylem ciała do przodu umożliwiają pilarki wysięgnikowe, które są przeznaczone do prac pielęgnacyjnych. Pilarki wysięgnikowe to maszyny przenośne, których urządzenie tnące umieszczone jest na wysięgniku o długości przekraczającej zwykle 1 m. Jeśli na końcu znajduje się piła łańcuchowa bądź tarczowa, mówi się wtedy o podkrzesywarkach, a także wyci-

narkach [12]. W gospodarce leśnej wycinarki wykorzystywane są do pielęgnacji młodników lub upraw. Jeśli średnica drzewek nie przekracza 20 cm średnicy w miejscu cięcia, za ich pomocą można wykonywać czyszczenia oraz trzebieże [9].

Nowością, która pojawiła się na polskim rynku w ostatnim czasie jest podkrzesywarka Husqvarna 535 FBx (rys. 1). Jej premiera odbyła się w 2009 na targach Elmia Wood [11]. Jest to urządzenie plecakowe, przystosowane do wykonywania prac pielęgnacyjnych, tj. formowania koron, podkrzesywania, zabiegu czyszczeń wczesnych oraz późnych.



Rys. 1. Husqvarna 535 FBx [14]

Fig. 1. Husqvarna 535 FBx [14]

W jej budowie zastosowano szereg rozwiązań mających zwiększyć komfort i wydajność pracy, w tym m.in.: „pazur” do obalania ściętych drzewek, gumę redukującą obciążenie, pas biodrowy oraz szelki, a układ tnący umieszczono na wysięgniku. Maszyna nie znalazła jednak szerokiego grona odbiorców.

Opinie dotyczące wprowadzania innowacyjnych technologii oraz rozwiązań technicznych w pozyskiwaniu surowca drzewnego są podzielone. Wykorzystywanie maszyn o wysokim poziomie technicznym, który niesie za sobą wysoką cenę zakupu, wywołują dużo kontrowersji [8]. W tym kontekście

celem pracy była analiza wydajności oraz ocena komfortu i wydatku energetycznego pracowników przy czyszczeniu późnym w drzewostanie sosnowym, wykonywanym z pomocą pilarki spalinowej oraz podkrzesywarki. W doświadczeniu założono, że praca podkrzesywarką, w porównaniu do pilarki spalinowej, będzie bardziej wydajna, komfortowa, a wydatek energetyczny pracowników będzie mniejszy.

## Metodyka badań

Badania przeprowadzono w 10-letnim drzewostanie sosnowym w oddziale 272n (szer. geogr.: 52.680774; dł. geogr.: 16.108321, wys. n.p.m. 61 m), położonym na terenie leśnictwa Lichwin, w nadleśnictwie Sieraków [13]. Prace wykonywano dwiema maszynami: podkrzesywarką Husqvarna 535 FBx oraz pilarką spalinową Stihl MS 362 (tab. 1).

Tab. 1. Zestawienie wybranych parametrów porównywanego sprzętu [14, 15]

Table 1. Specification of selected parameters of compared machines [14, 15]

Parametr	Model	
	Husqvarna 535 Fbx	Stihl MS 362
Pojemność cylindra [cm <sup>3</sup> ]	34,6	59
Moc [kW]	1,6	3,5
Masa bez paliwa i urządzenia tnącego [kg]	12,4	5,6
Drgania uchwyt przedni/tylni, lewy/prawy [m·s <sup>-2</sup> ]	1,8/1,2	3,5/3,5
Pojemność zbiornika paliwa [dm <sup>3</sup> ]	0,6	0,6

Powierzchnię badawczą podzielono na 8 dwudziestorowych powierzchni, charakteryzujących się podobnym zagęszczeniem niepożądanych gatunków domieszkowych, głównie olszy szarej (*Alnus glutinosa*) oraz czeremchy amerykańskiej (*Prunus serotina*).

W doświadczeniu wzięło udział czterech pilarzy o różnym stażu pracy w leśnictwie. Każdy wykonał zabieg czyszczenia późnego na dwóch poletkach próbnych. Na pierwszym, przy użyciu pilarki spalinowej, na drugim przy użyciu Husqvarna 535 FBx. Przy każdej próbie zmierzono czas, jaki robotnik potrzebował do wykonania zadania oraz jego wydatek energetyczny (WE).

Pomiaru WE dokonano stosując metodę pomiaru częstotliwości skurczów serca [2]. Do badań wykorzystano Polar WearLink H7 ActiGraph GT9X oraz oprogramowanie ActiLife v. 6.11.

Bezpośrednio przed rozpoczęciem zadania oraz bezpośrednio po jego zakończeniu pracownik określał stopień bólu jaki odczuwał w wyznaczonych miejscach ciała, w skali od 1 do 5 według podziału: 1 - brak bólu, 2 - w małym stopniu, 3 - średnio, 4 - mocno, 5 - bardzo mocno. Na koniec pracy przeprowadzono ankietę oceniającą pracę przy użyciu danego sprzętu, w której każdy z pracowników odpowiedział na 4 pytania:

1. Przy użyciu którego z testowanych urządzeń pracowało się Panu wydajniej oraz bardziej komfortowo?

Tab. 2. Zestawienie uzyskanych wyników

Table 2. Summary of results

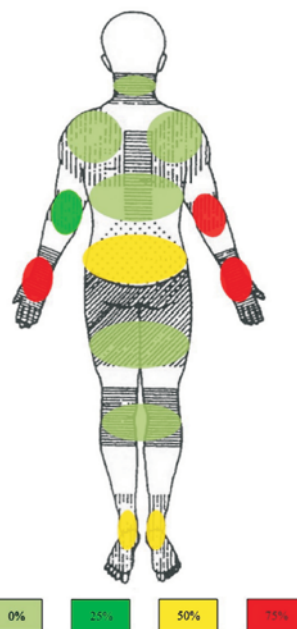
Pilarz	Czas (hh:mm)		Wydatek energetyczny hr/min		Stopień ciężkości pracy		Liczba zgłoszonych miejsc bólu po pracy	
	Husqvarna 535 FBx	Stihl MS 362	Husqvarna 535 FBx	Stihl MS 362	Husqvarna 535 FBx	Stihl MS 362	Husqvarna 535 FBx	Stihl MS 362
1.	01:04	01:19	127	117	ciężka	średnia	0	4
2.	01:03	01:15	129	138	ciężka	ciężka	0	3
3.	01:05	01:30	117	160	średnia	bardzo ciężka	0	5
4.	01:00	00:50	162	138	bardzo ciężka	ciężka	0	3
Średnia	X	X	134	138	ciężka	ciężka	0	4

2. Czy uważa Pan, że Husqvarna 535 FBx może sprawdzić się w wykonywaniu zabiegów pielęgnacyjnych?
3. Czy zastosowania ergonomiczne użyte w Husqvarna 535 FBx ułatwiły Panu pracę?
4. Czy chciałby Pan ponownie wykonać pracę przy użyciu Husqvarna 535 FBx?

## Wyniki

Trzech na czterech pilarzy wykonało zabieg szybciej używając Husqvarna 535 FBx. Średnio, czas pracy podkrzesywarką był krótszy o około 17 minut. Tylko w jednym przypadku sytuacja była odwrotna, czas pracy był dłuższy o 10 minut.

Wydatek energetyczny oraz stopień ciężkości pracy były porównywalne. Stopień ciężkości został określony jako praca ciężka. W dwóch przypadkach wydatek energetyczny podczas pracy pilarką był niższy niż podczas pracy podkrzesywarką. Po pracy pilarką pracownicy zgłaszali więcej dolegliwości, średnio 4 miejsca (tab. 2). Natomiast po pracy podkrzesywarką nie zgłoszono żadnego miejsca, w których zwiększyło się odczuwanie bólu. W przypadku pilarki najczęściej zgłoszeń dotyczyło łokci i nadgarstków, następnie dolnej części pleców, kostek oraz stóp. Dodatkowo po pracy pilarką pracownicy skarżyli się na mrowienie oraz drganie nadgarstków (rys. 2).



Źródło: opracowanie własne / Source: own elaboration

Rys. 2. Udział miejsc zgłaszanych przez pracowników dolegliwości mięśniowo-szkieletowych po pracy pilarką [%]

Fig 2. Share of places reported by workers of musculoskeletal disorders after working with a chainsaw [%]

Źródło: opracowanie własne / Source: own elaboration

W ankiecie oceniającej pracę wszyscy ankietowani scharakteryzowali pracę za pomocą *podkrzesywarki* Husqvarna 535 FBx jako: bardziej komfortową, wydajniejszą, cechującą się mniejszym spalaniem paliwa, pozwalającą na większą swobodę ruchów, łatwiejsze ścinanie i obalanie drzewek oraz mniejsze odczuwanie wibracji. Każdy z robotników chciałby ponownie wykonywać tego typu prace przy użyciu testowanego sprzętu. Ponadto pracownicy zaproponowali szereg innych działań z zakresu hodowli oraz użytkowania lasu, w których Husqvarna 535 FBx mogłaby znaleźć swoje zastosowanie: w czyszczeniach wczesnych, w podkrzesywaniu drzew dorodnych, w melioracji/wycinaniu podszytów, przy formowaniu koron.

## Dyskusja

Charakterystyka czynności, jakie pilarz wykonuje podczas pracy, ogranicza go głównie do używania pilarki spalinowej. Na bazie uzyskanych wyników stwierdzono, że przy niektórych czynnościach z zakresu hodowli oraz użytkowania lasu, przez dobór odpowiedniego sprzętu praca może być wydajniejsza. Jest to, jak twierdzi Suwała [8], istotny czynnik mogący obniżyć koszty pracy. Pomimo braku doświadczenia w operowaniu nową maszyną wszyscy ankietowani chcieliby pracować przy jej użyciu na co dzień. Warto przy tym podkreślić, że maszyna ta może być wykorzystywana nie tylko do wykonywania czyszczeń wczesnych i późnych, ale jak zauważyli ankietowani powinna sprawdzić się również w innych czynnościach, tj. podkrzesywanie, formowanie koron czy wycinaniu podszytów.

Bez wątpienia wpływ na wydajność pracy miała postawa ciała w jakiej wykonywane były procesy technologiczne (rys. 3a-b). Ścinka przy użyciu maszyny 535 FBx charakteryzowała się swobodą oraz płynnością ruchu. Cięcie i obalanie przebiegało zdecydowanie szybciej, niż w przypadku pracy pilarką spalinową, ponieważ pilarz bezpośrednio po cięciu obalał drzewka za pomocą „pazura”, bądź prowadnicy. Ponadto podczas przejścia torował sobie drogę podkrzesując przeszkadzające gałęzie. Podczas wykonywania tych samych prac

w sposób tradycyjny pilarz każdorazowo zatrzymywał się i obalał drzewka jedną ręką, co dodatkowo obciążało ramię trzymające pilarkę.

Kolejnym aspektem wpływającym na większy komfort oraz wydajność pracy jest konstrukcja maszyn. Husqvarna bez osprzętu tnącego oraz paliwa waży około 12 kg i jest cięższa od przeciętnej pilarki spalinowej. Jednak umieszczenie jednostki napędowej na plecach pozwala na rozłożenie ciężaru maszyny poprzez pas biodrowy oraz szelki, przez co ciężar jest mniej odczuwalny. Grzywiński i inni [1] stwierdzili, że pracownicy z sektora leśnego skarżą się najczęściej na dolegliwości w rękach oraz lędźwiowym odcinku kręgosłupa. Według Wójcika [12] jednostka tnąca umieszczona na wysięgniku wytwarza zdecydowanie mniejsze drgania, niż tradycyjna pilarka. Ponadto ciężar dźwazki został zmniejszony dzięki reduktorowi obciążenia zamontowanemu nad głową pilarza, co również miało wpływać na komfort oraz obciążenie rąk podczas pracy. Dowodem tego są wyniki zwiększenia odczuwalnego bólu po wykonanej pracy (rys. 2).

## Wnioski

1. Wprowadzone w testowanej podkrzesywarcie rozwiązania konstrukcyjne wpłynęły na komfort pracy, ponieważ po pracy pilarze nie zgłaszali żadnych dolegliwości w układzie mięśniowo-szkieletowym.
2. Pomimo większego doświadczenia pilarzy w pracy pilarką spalinową, wykonywanie zabiegów czyszczeń późnych tą maszyną cechowało się mniejszą wydajnością, a tym samym większą czasochłonnością.

## Bibliografia

- [1] Grzywiński W., Wandycz A., Tomczak A., Jelonek T., Szaban J., Jakubowski M.: Occurrence of musculoskeletal disorders in woodcutters. FORMEC 2010 Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment. July 11-14, 2010, Padova - Italy.
- [2] Grzywiński W.: Ergonomia i ochrona pracy w leśnictwie. Przewodnik do ćwiczeń. Wyd. AR, Poznań, 2010.



Fot. Karol Tomczak

Rys. 3. Pozycja ciała podczas ścinki drzewa w cięciu pielęgnacyjnym: a) Stihl MS 362, b) Husqvarna 535 FBx  
Fig. 3. Position of the body during tree felling in the intermediate cutting: a) Stihl MS 362, b) Husqvarna 535 FBx

- [3] Grzywiński W.: Wpływ pozycji roboczej podczas ściarki drzew na wydatek energetyczny operatora pilarki. Sylwan, 2015, 159 (10): 824-830.
- [4] Kusiak W.: Tendencje na rynku harwesterów i forwarderów w Polsce. W: Romankow J. [red.]: Bezpieczeństwo pracy w nowoczesnym leśnictwie. Katedra Inżynierii Środowiska Pracy UP, Poznań, 2008, 24-36.
- [5] Mederski P., Karaszewski Z., Rosińska M., Bembenek M.: Dynamika zmian liczby harwesterów w Polsce oraz czynniki determinujące ich występowanie. Sylwan, 2016, 160 (10), 795-804.
- [6] Sowa J. M., Leszczyński K.: Zmiany w poziomie zagrożeń operatorów maszyn przy pozyskiwaniu drewna. Materiały III Konferencji Leśnej "Stan i perspektywy badań z zakresu użytkowania lasu". Sękocin Las 30-31 marca 2000. IBL Warszawa, 412-424.
- [7] Stampfer K.: Humanisierungsmöglichkeiten bei der Waldarbeit im Gebirge. AFZ, Der Wald, 1997, 13, 700-702.
- [8] Suwała M.: Wydajność pracy i koszt pozyskiwania drewna w późnych trzebieżach w drzewostanach sosnowych. Prace Inst. Bad. Leś., 1999, seria A, 870, 75-94.
- [9] Tomczak A., Jelonek T., Grzywiński W.: Pozyskiwanie drewna pilarką. G&P Oficyna wydawnicza, Poznań, 2012.
- [10] Tomczak A.: Uchwyt pionowy do pilarki spalinowej. Drwal, 2014, 2, 41-43.
- [11] Tomczak K.: Husarz, czy drwal?. Drwal, 2017, 2, 36-39.
- [12] Wójcik K.: Analiza parametrów technicznych i eksploatacyjnych profesjonalnych wycięnikowych pilarek spaliniowych oferowanych na rynku europejskim. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2008, 3.
- [13] [www.bdl.lasy.gov.pl/portal/](http://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/).
- [14] [www.husqvarna.com](http://www.husqvarna.com).
- [15] [www.stihl.com](http://www.stihl.com).

Źródło finansowania: Środki na utrzymanie potencjału badawczego Wydziału Leśnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

#### Podziękowania:

Autorzy dziękują firmie Husqvarna Poland Sp. z o.o., Panu Ryszardowi Wójtowiczowi, za użyczenie sprzętu do badań oraz wszystkim osobom, które przyczyniły się do powstania opracowania, a w szczególności pracownikom Nadleśnictwa Sieraków.

## THE INFLUENCE OF THE EQUIPMENT SELECTION ON THE PRODUCTIVITY AND COMFORT OF THE WOODCUTTER DURING THE COMMERCIAL THINNING IN THE PINE STAND

### Summary

In our studies we assumed that intermediate treatment done in pine stands by Husqvarna 535 would enable it with higher performance, less time-consuming and the ergonomic solutions in build of machine would bring less loading of skeletal-muscle system and bigger comfort of work than in case of work by chainsaw. Despite of bigger experience in work with chainsaw the treatment done by means of this tool was characterized by lower efficiency and higher time consumption than this which was done by Husqvarna 535 FBx. Traditional method had also bigger impact on musculoskeletal disorders. Energy expenditure level was the same for both machines.

**Key words:** stands tending, ergonomics, time-consuming, performance, Husqvarna 535 FBx, forestry technique



# KOSZTY PRACY MASZYN LEŚNYCH

ISBN 978-83-927505-2-9

Książka adresowana jest przede wszystkim do prywatnych przedsiębiorców Leśnych, Służb Leśnych i pracowników technicznych w Nadleśnictwach, Dyrekcjach Regionalnych oraz Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i ma na celu przedstawienie sposobu wyliczenia kosztów usług maszynowych wykonywanych w lasach.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych  
60-963 Poznań, ul. Staroleśka 31  
tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;  
e-mail: [office@pimr.poznan.pl](mailto:office@pimr.poznan.pl); Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>