

DIETER FRANCISZEK GIEFING

# Wpływ pozyskiwania drewna w czyszczeniach późnych drzewostanów sosnowych na środowisko<sup>1</sup> Część 3. Hałas

The impact of wood harvest on the environment in late thinnings  
of pine stands. Part 3. Noise

**Abstract.** Noise was the matter of interest of up-to-date research almost exclusively from the point of ergonomics. In the presented elaboration there was variability searched out in environment disturbance with noise in relationship to technological processes used at wood harvesting in late thinnings. The research took into account the pressure made by emitted acoustic waves, their outreach and time of emission. There was a synthesis of the results made, using the formula of noisiness coefficient (WdB).

**Keywords:** environment, estimation of technological processes, noise, acoustic field.

## Wprowadzenie

**S**pośród wielu stresorów ocenianych w trakcie badania procesów technologicznych pozyskiwania drewna<sup>2</sup> na szczególną uwagę zasługuje hałas. Hałas jest jednym z nielicznych aspektów procesu pozyskiwania drewna, który powinien zostać oceniony zarówno z punktu widzenia ekologii jak i ergonomii. Stresujące oddziaływanie hałasu na robotników leśnych może być przyczyną chorób zawodowych, m.in. głuchoty, jako kon-

<sup>1</sup> Na Wydziale Leśnym AR w Poznaniu od 1985 r. są realizowane badania, w których analizuje się procesy technologiczne pozyskania drewna. W badaniach tych uwzględniono różnorodne ekologiczne względy pozyskiwania drewna, takie jak: uszkodzenia drzew, gleb, emisję substancji toksycznych i hałasu oraz wycofywanie ze środowiska niektórych pierwiastków. Ze względu na szerokie spektrum badanych zagadnień całość problemu jest przedstawiana w cyklu publikacji. Pierwszą – na temat uszkodzeń drzew – opublikowano w "Sylwaniu" w 1995 roku (4), drugą – na temat uszkodzeń gleb (x) – przekazano do druku. Do opracowania niniejszego cyklu publikacji wykorzystano wyniki badań zadania realizowanego w ramach CPBP 94.10.01.09. w latach 1985-1990 w Katedrze Mechanizacji Prac Leśnych AR w Poznaniu (Kubiak i zesp.) 1990)

<sup>2</sup> Procesy technologiczne pozyskiwania drewna są weryfikowane przez ocenę aspektów ekologicznych, ergonomicznych i ekonomicznych – "zasada 3xE" (Giefing 1997)

sekwencji jego bezpośredniego oddziaływania na zmysł słuchu robotnika oraz choroby wibracyjnej, jako jeden z synergentów, stymulujących jej rozwój. Wymienione ergonomiczne względy emisji hałasu w procesie pozyskiwania drewna, chociaż niezwykle ważne, zostaną pominięte w niniejszym opracowaniu, dokonana zostanie natomiast ocena jego stresującego oddziaływania na środowisko<sup>3</sup>. Wydaje się to szczególnie celowe, wobec całkowitego braku publikacji z tego zakresu w literaturze przedmiotu.

## Zakres i założenia metodyczne

Badaniom poddano procesy technologiczne pozyskiwania drewna w młodych (17 i 19-letnich) drzewostanach sosnowych. Badane technologie charakteryzowały się niskim poziomem zmechanizowania. Realizowano je wyłącznie z wykorzystaniem pracy ręczno-maszynowej (ryc. 1). Należy zaznaczyć, że w technologii pierwszej nie pozyskiwano drewna. Czyszczenia późne ograniczono do usunięcia drzew szkodliwych, które po wycięciu pozostawiono w drzewostanie.

Badanie zakłócenia środowiska hałasem w trakcie pozyskiwania drewna polegało na ocenie:

- widma i ciśnienia akustycznego. Dokonywano pomiaru ciśnienia "Lin" i widma akustycznego wywołanego pracą poszczególnych urządzeń w zakresie od 31,5 Hz do 16 000 Hz. Pomiarów wykonano za pomocą sonometru z filtrem oktawowym w odległości 1 m od źródła emisji;
- pola akustycznego przez pomiar ciśnienia fali dźwiękowej w podwojonych odległościach od źródła emisji (1, 2, 4, 8 m itd. aż do punktu, w którym poziom fali akustycznej wywołany badanym urządzeniem był wyższy od ciśnienia akustycznego tła). Określono jednocześnie średni spadek ciśnienia fali akustycznej w lesie (rozproszone pole akustyczne). Ponadto, przy wykorzystaniu rozdzielczości słuchu człowieka pomierzono zasięg fali dźwiękowej;
- czasu zakłócania środowiska hałasem z uwzględnieniem masy pozyskanego drewna i wielkości powierzchni manipulacyjnej. W tym celu na podstawie chronometrażu ciągłego sporządzono fotografię dnia roboczego. Ponadto pomierzono masę pozyskanego drewna i powierzchnię drzewostanu, na której wykonano prace.

Obliczono współczynniki hałaśliwości poszczególnych faz procesu technologicznego i całych procesów produkcyjnych. Umożliwiają one wymierne porównywanie badanych procesów technologicznych pozyskiwania drewna pod kątem zakłócania hałasem środowiska.

---

<sup>3</sup> W pracy będzie oceniana emisja hałasu w trakcie pozyskiwania drewna, bez analizy reakcji środowiska na hałas. Reakcja środowiska na hałas jest słabo poznana. Jej ocena wymaga wieloaspektowych specjalistycznych badań wykraczających poza zakres niniejszego opracowania.



### Technologia 1

Operacja	Przy pniu	Szlak zrywkowy	Droga wywozowa
Ścinka			
Okrzesywanie			
Zrywka			
Zrębowanie			

### Technologia 4

Operacja	Przy pniu	Szlak zrywkowy	Droga wywozowa
Ścinka			
Okrzesywanie			
Zrywka			
Zrębowanie			

### Technologia 2

Operacja	Przy pniu	Szlak zrywkowy	Droga wywozowa
Ścinka			
Okrzesywanie			
Zrywka			
Zrębowanie			

### Technologia 5

Operacja	Przy pniu	Szlak zrywkowy	Droga wywozowa
Ścinka			
Okrzesywanie			
Zrywka			
Zrębowanie			

### Technologia 3

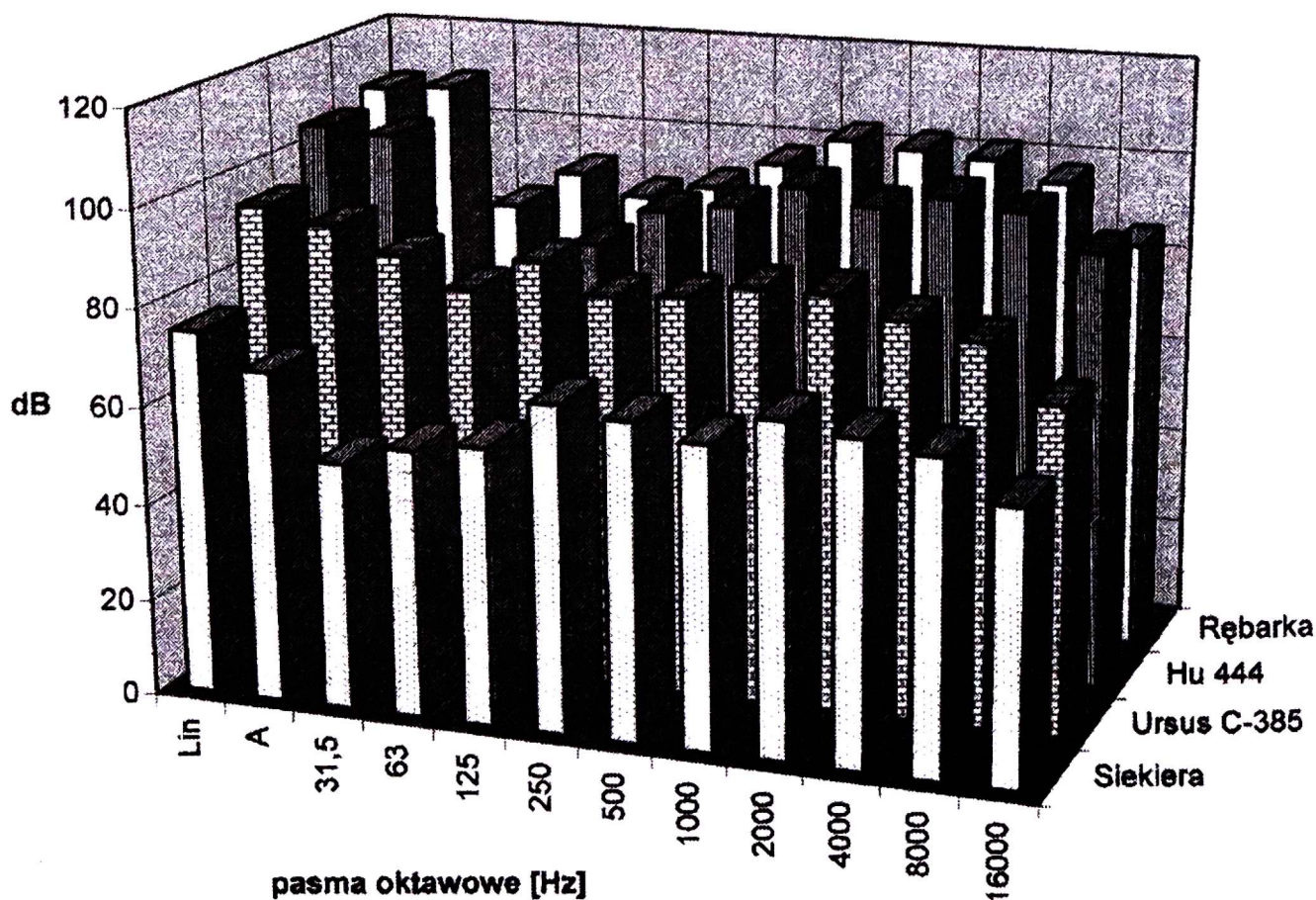
Operacja	Przy pniu	Szlak zrywkowy	Droga wywozowa
Ścinka			
Okrzesywanie			
Zrywka			
Zrębowanie			

RYC. 1. Poddane analizie modelowe procesy technologiczne pozyskiwania drewna

## Wyniki badań

Wartości ciśnienia i widma akustycznego są charakterystyczne dla poszczególnych urządzeń wykorzystanych w procesie technologicznym (ryc. 1)<sup>4</sup>. Szczególnie wysokie ciśnienie fali akustycznej odnotowano w czasie pracy rębarki (108 dB) i pilarki Husquarna 444 (105 dB)<sup>5</sup>. Zgodnie z oczekiwaniem w widmie akustycznym pilarek obserwuje się stały spadek ciśnienia akustycznego w częstotliwościach poniżej 1000 Hz, przy częstotliwości 31,5 Hz jego wartość (słupki niewidoczny na rycinie) osiągnęła zaledwie 51 dB.

Widmo akustyczne ciągników (rębarka, ciągnik zrywkowy) przy takich częstotliwościach miało jedne z największych wartości ciśnienia akustycznego. W widmie akustycznym tych urządzeń obserwuje się stopniowy spadek ciśnienia wraz ze wzrostem częstotliwości pasma. Mimo to przy częstotliwościach najwyższych (16 000 Hz) ciśnienie fali akustycznej osiągało poziom 65 dB, co należy uznać za znaczną ingerencję w środowisko leśne wobec poziomu tła, które w tym paśmie częstotliwości wynosiło od 5 do 20 dB. Interesujące jest

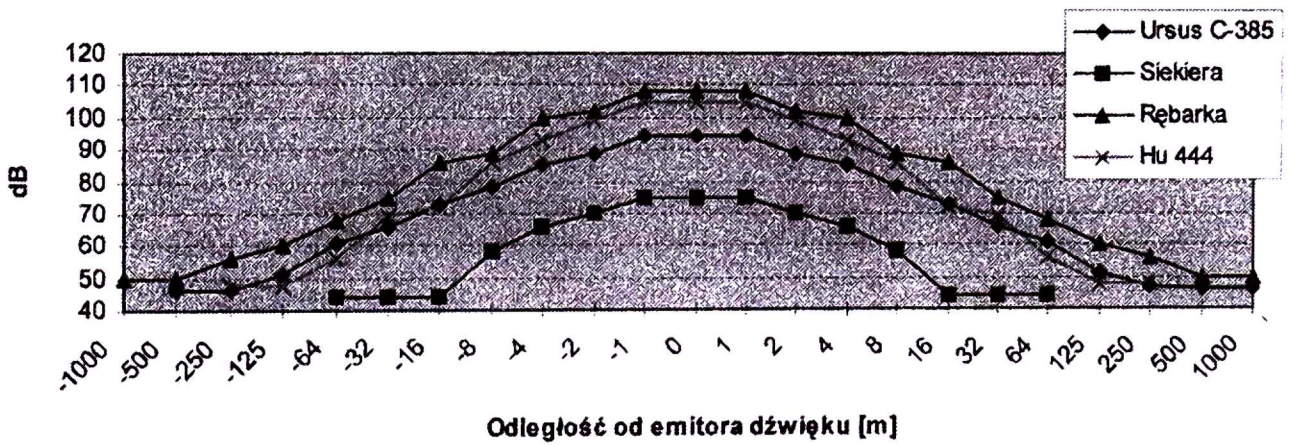


RYC. 2. Widmo akustyczne i ciśnienie akustyczne emitowane przez badane maszyny

<sup>4</sup> W niniejszym opracowaniu nie analizowano ciśnienia akustycznego zarejestrowanego z użyciem filtra korekcyjnego "A". Wyniki tego pomiaru są istotne jedynie dla pominiętych tu badań ergonomicznych, które nie wchodzi w zakres opracowania.

<sup>5</sup> W pracy omówiono cztery charakterystyczne spośród wielu przebadanych urządzeń. Wyniki badań są reprezentatywne dla badanego zjawiska i umożliwiają przybliżenie poruszanej problematyki.





RYC. 3. Zasięg fali akustycznej (zasięg fali o ciśnieniu akustycznym mniejszym od poziomym tła wyznaczają linie poziome)

widmo i ciśnienie fali akustycznej wywołanej pracą siekiery. Ciśnienie akustyczne fali emitowanej przy okrzesywaniu siekierą drzew w czyszczeniach późnych i trzebieżach wczesnych było niższe od poziomym tła (40-50 dB) (ryc. 2). Dopiero przy obcinaniu wierzchołków, ciśnienie akustyczne przekraczało poziom tła osiągając wartości do 75 dB. Pracę tym urządzeniem można więc uznać za neutralną dla środowiska.

Ingerencja w środowisko leśne dźwiękiem jest szczególnie niekorzystna, gdyż fala akustyczna obejmuje szeroki teren, w przeciwieństwie do mechanicznego oddziaływania maszyn, których stresujący wpływ jest ograniczony do miejsc bezpośredniego kontaktu z drzewostanem lub glebą. Największy zasięg fali akustycznej obserwowano u rębarki (ryc. 3), która była też emitorem hałasu o najwyższym ciśnieniu akustycznym.

W rozproszonym polu akustycznym jakim jest las, wielkość tego pola akustycznego nie musi być liniowo skorelowana z poziomem emitowanego przez maszynę ciśnienia akustycznego, np. pole akustyczne ciągnika jest ponad dwukrotnie większe od pola akustycznego

TABELA 1  
Niektóre parametry akustyczne fali dźwiękowej emitowanej przez pracujące urządzenia

Emitor dźwięku	Max. ciśnienie fali akust. dB	Średni spadek ciśnienia akust. dB	Zasięg <sup>1</sup> m	Pole akust. <sup>1</sup> ha	Słyszalność <sup>2</sup> m	Pole akust. <sup>2</sup> ha
Siekiera	75	7,8	8	0,02	60	1,13
Pilarka	105	6,9	160	8,04	250	19,62
Ciągnik rolniczy	94	6,0	250	19,62	400	50,24
Rębarka	108	6,4	500	78,50	900	254,34 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zasięg i pole akustyczne charakteryzujące się ciśnieniem akustycznym wyższym od poziomym tła.

<sup>2</sup> Zasięg i pole akustyczne określone w oparciu o możliwości rozdzielcze ucha ludzkiego.



pilarki (tab. 1), mimo iż ciśnienie fali akustycznej emitowanej przez ciągnik było o 10 dB niższe. Przyczyną jest zróżnicowana izolacyjność akustyczna drzewostanu w stosunku do dźwięków niskiej i wysokiej częstotliwości. O powierzchni pól akustycznych pilarki i ciągnika zdecydowały więc poziomy ciśnienia pasm niskiej częstotliwości. Zjawiska te dotyczyły zarówno możliwego do pomierzenia ciśnienia fali akustycznej jak i całego pola akustycznego, wyznaczonego z wykorzystaniem rozdzielczości ludzkiego ucha.

W swobodnym polu akustycznym, przy podwajaniu odległości od źródła dźwięku, obserwujemy obniżenie amplitudy fali o połowę, co odpowiada obniżeniu ciśnienia akustycznego o 6 dB. W badaniach spadek ciśnienia fali akustycznej emitowanej przez ciągniki odpowiada zmianom właściwym dla swobodnego pola akustycznego.

Czynnikiem stresującym środowisko leśne, poza poziomem ciśnienia i wielkością pola akustycznego jest czas trwania emisji. Aby umożliwić porównywanie stresującego oddziaływania pozyskiwania drewna na środowisko obliczono współczynnik hałaśliwości (poszczególnych faz procesu technologicznego)  $W_{dB}$ . Sumę współczynników obliczonych dla wszystkich faz procesu technologicznego uznano za miarę hałaśliwości realizowanych cięć pielęgnacyjnych.

$$W_{dB} = 0,01 dB_1 \cdot P_A \cdot T$$

gdzie:

- $W_{dB}$  – współczynnik hałaśliwości (charakteryzujący stresujące oddziaływanie hałasu na środowisko w badanym procesie technologicznym),
- $dB_1$  – ciśnienie fali akustycznej w odległości 1 m od źródła hałasu,
- $P_A$  – wielkość pola akustycznego w ha,
- $T$  – czas emisji przy pielęgnacji 1 ha drzewostanu lub przy pozyskiwaniu 1 m<sup>3</sup> drewna.

Określano wartość współczynnika z uwzględnieniem wielkości powierzchni manipulacyjnej ( $W_{dB}/1ha$ ) jak i miąższości pozyskanego drewna ( $W_{dB}/1m^3$ ). Zestawienie współczynników hałaśliwości (tab. 2) dla wybranych urządzeń umożliwia ich klasyfikację pod kątem środowiskowej uciążliwości emitowanego przez nie hałasu. Pozwalają one także na weryfikację całych technologii z punktu widzenia ich hałaśliwości.

Umożliwiają one zarówno ocenę badanych procesów technologicznych, jak i przewidywanie stopnia zakłócania środowiska hałasem (ryc. 4a, b) w trakcie realizacji zaplanowanego procesu technologicznego pozyskiwania drewna w czyszczeniach późnych z użyciem przebadanych urządzeń. Zakłócenie środowiska hałasem, wyrażone współczynnikiem hałaśliwości, w przebadanych technologiach prac wynosiło od 241,97/ha (13,36/1 m<sup>3</sup>) do 1040,78/ha (57,49/1 m<sup>3</sup>). Tak silne zróżnicowanie wyników wskazuje na duże możliwości ograniczenia zakłócenia środowiska hałasem w procesie pozyskiwania drewna.

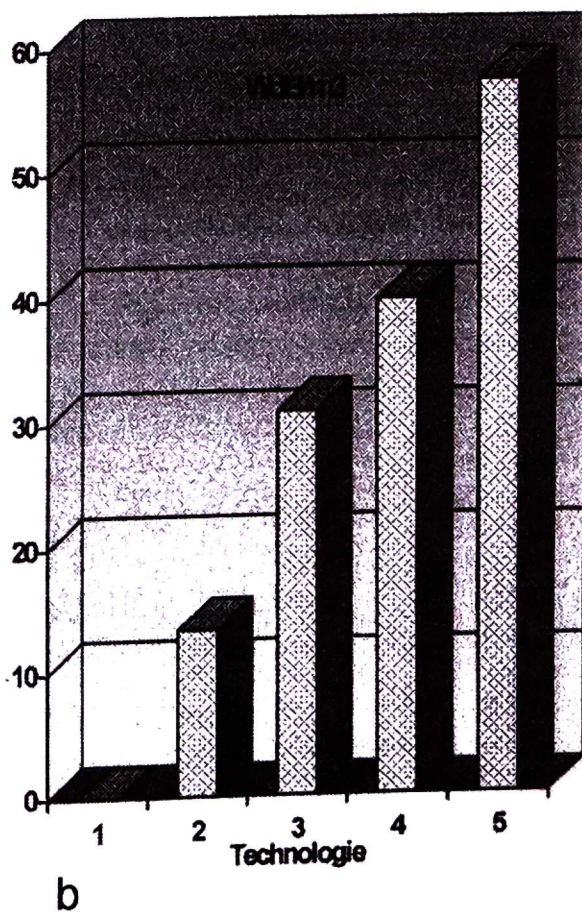
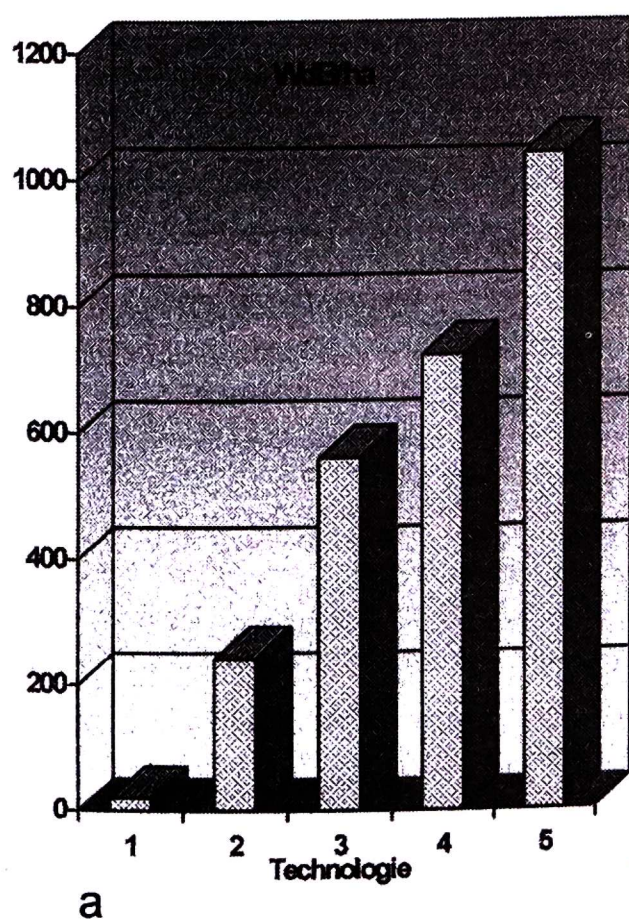
Zmiana procesu technologicznego dzięki wprowadzeniu kolejnych urządzeń mechanicznych spowodowała zwielokrotnienie jego hałaśliwości. Nie należy jednak traktować tego zjawiska jako prawidłowość, która musi się sprawdzić przy wprowadzeniu do procesu wyspecjalizowanych maszyn wielooperacyjnych. W takim przypadku, skrócenie czasu realizacji zadania w wyniku osiągniętej przez nie wysokiej wydajności pracy, może wpłynąć na spadek hałaśliwości procesu technologicznego. Warto jednak zauważyć, że stosowanie



**TABELA 2**  
**Współczynniki hałaśliwości poszczególnych faz ręczno-maszynowego procesu technologicznego pozyskiwania drewna w czyszczeniach późnych**

Faza procesu technologicznego	Urządzenie	Średni czas emisji fali akustycznej o ciśnieniu większym od poziomu tła	Współcz. hałaśliwości na 1 ha ( $W_{dB}/1ha$ )	Współczy. hałaśliwości na 1 m <sup>3</sup> ( $W_{dB}/1m^3$ )
Ścinka	pilarka (Husquarna 444)	10,28 h	86,78	4,79
Okrzesywanie	pilarka (Husquarna 444)	37,72 h	318,43	17,59
	siekiera	3,23 h	0,05	0,00
Zrywka	ciągnik rolniczy (Ursus C-385)	26,05 h	480,43	26,54
	koń	0,00 h	0,00	0,00
Zrębkowanie	rębarka DVWB	1,83	155,14	8,57

Uwaga! Pozyskiwano średnio 18,1 m<sup>3</sup> drewna z hektara.



RYC. 4a, b. Hałaśliwość modelowych procesów technologicznych wyrażona współczynnikiem hałaśliwości  $W_{dB}$ : a –  $W_{dB}/ha$ , b –  $W_{dB}/m^3$



wielkiej mechanizacji w procesach technologicznych realizowanych w czyszczeniach późnych jest niecelowe ze względu na wysokie koszty jej stosowania w porównaniu z niewielką wartością pozyskiwanego surowca drzewnego, natomiast silne zwarcie młodych drzewostanów ogranicza możliwość jej wprowadzenia do okrzesywania i zrywki.

## Wnioski

- Pola akustyczne powstające w czasie pozyskiwania drewna charakteryzują się dużą powierzchnią, która może dochodzić do kilkudziesięciu (przy ciśnieniu fali akustycznej wyższym od poziomu tła) lub kilkuset hektarów (w przypadku uwzględnienia rozdzielczości słuchu człowieka).
- Młody drzewostan sosnowy charakteryzuje się znaczną zdolnością tłumienia dźwięków o dużej częstotliwości. Dźwięki o małej częstotliwości przenikają przez drzewostan podobnie jak w swobodnym polu akustycznym.
- Ciśnienie akustyczne impulsowych dźwięków emitowanych w czasie okrzesywania drzewek w czyszczeniach późnych siekierą jest niższe od poziomu tła. Fala akustyczna emitowana w czasie obcinania siekierą wierzchołków osiąga ciśnienie dochodzące do 75 dB.
- Obliczany współczynnik hałaśliwości daje dobry pogląd na poziom stresującego oddziaływania hałasu emitowanego w procesie pozyskiwania drewna na środowisko.
- Badania wykazały duże (kilkusetprocentowe) zróżnicowanie stopnia zakłócenia środowiska hałasem w zależności od zastosowanych technologii prac.

*Katedra Użytkowania Lasu  
Akademia Rolnicza  
ul. Wojska Polskiego 71a, 60-625 Poznań  
e-mail: giefing@au.poznan.pl*

## Literatura

1. **Giefing D. F.:** Wpływ pozyskiwania drewna w czyszczeniach późnych drzewostanów sosnowych na środowisko, Część 1. Uszkodzenia drzew. *Sylwan* 139, 6, s. 55-62, 1995.
2. **Giefing D.F.:** Untersuchungen von technologischen Prozessen der Holzgewinnung im Pflegehieben (Die methodologischen Fragen der Untersuchungen). *Technológia spracovania dreva a využitie dreva v komplexnom interiéri*, s. 213-218, TU Zvolen, 1997.
3. **Giefing D. F.:** Wpływ pozyskiwania drewna w czyszczeniach późnych drzewostanów sosnowych na środowisko, Część 2. Gleby. *Sylwan* (w druku), 1999.
4. **Kubiak M., Giefing D. F., Gornowicz R., Grodecki J., Róžański H., Wojtkowiak R., Jabłoński K., Kusiak W., Tabaka P.:** Wpływ technologii pozyskiwania i transportu drewna w cięciach przedrębnych na szkody i jakość techniczną pozostających drzewostanów sosnowych. *Dokumentacja PAN*, s. 1-111, Warszawa, 1990.



## Summary

### The impact of wood harvest on the environment in late thinnings of pine stands Part 3. Noise

Noise is one of few aspect of technological process of wood harvesting that should be estimated not only from the point of ecology but also ergonomy. In this report prepared in the cycle containing environmental aspects of wood harvest there was the impact discussed of the selected technological process of wood harvest on disturbance of the environment with noise.

Technological processes of wood harvest in 17 and 19-year-old pine stands were studied. There were cuttings made with the use of five manual-machine technologies of wood harvest.

The investigation covered the assessment of: spectral analysis and the pressure of acoustic wave emitted by individual machines (chopper 108dB, chainsaw 105 dB, tractor 94 dB, axe 75 dB), the outreach of emitted noise and emission time. The acoustic field of working machines with the pressure of acoustic wave higher than the background level can cover several dozen hectares. The acoustic field of tractor was greater than that of chainsaw. Noise with the prevailing share of high frequency sounds is strongly tamed by forest. Acoustic wave emitted by tractors (low frequencies) corresponds with changes proper for free acoustic field.

The synthesis of attained results made possible a comparison of individual technologies of wood harvest. There were calculations made of the noisiness coefficient  $W_{dB}$ , in which  $dB_1$  is intensity of emitted noise,  $PA$  is the size of acoustic field in ha, and  $T$  is time of sound emission at harvesting  $1m^3$  of wood or tending of 1 ha of stand. The calculated value of the noisiness coefficient was from  $13,36/m^2$  (technology with cutting branches with axe and horse skidding) to  $57,49/m^2$  (technology with cutting branches with chainsaw and skidding with agriculture tractor) and respectively 241,97/ha and 1040,78/ha. The study documented strong variability (several hundred percents) of the degree of environmental disturbance with noise, depending on working technology used.