

# PRACE ORYGINALNE

Barbara Harazin  
Grzegorz Zieliński

## ZAWODOWA EKSPOZYCJA NA MIEJSCOWE WIBRACJE W POLSCE\*

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO HAND-TRANSMITTED VIBRATION IN POLAND

Z Zakładu Ochrony Zdrowia w Środowisku Pracy  
Wydziału Zdrowia Publicznego  
Śląskiej Akademii Medycznej  
w Katowicach

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Zawodowa ekspozycja na miejscowe drgania mechaniczne może wywołać zaburzenia w kończynach górnych zwanych zespołem wibracyjnym. Dlatego istotne jest ujawnienie źródeł wibracji, ekspozowanych grup zawodowych i wielkość ekspozowanej populacji. Celem pracy było określenie liczebności mężczyzn i kobiet ekspozowanych na miejscowe drgania mechaniczne w Polsce. **Materiał i metody.** Ankiety z pytaniami obejmującymi: nazwę stanowiska pracy, nazwę i typ źródła wibracji, płeć pracownika, liczbę pracowników ekspozowanych na wibracje o zmierzonych wartościach odniesionych do trzech najwyższych dopuszczalnych natężeń ( $< 0,5$  NDN;  $0,5 < \text{NDN} < 1$  i  $> 1$  NDN) oraz liczbę pracowników ekspozowanych na nieudokumentowane pomiarami miejscowe drgania mechaniczne na stanowiskach pracy odniesionych do trzech ekspozycji (sporadycznie, okresowo i stale) uzyskano z 265 (80%) jednostek inspekcji sanitarnej. **Wyniki i wnioski.** Najczęstszymi źródłami wibracji miejscowych były ręczne narzędzia wibracyjne stosowane przez szlifiery, monterów, ślusarzy, drwali, formierzy, robotników drogowych, stolarzy i kowali. Operatorzy tych narzędzi stanowili 78,6% narażonych mężczyzn na ponadnormatywne wibracje miejscowe. Badania pokazały także, że liczba pracowników narażonych na ponadnormatywne wibracje wynosi prawie 17 000 tysięcy osób. Wśród nich było 1700 kobiet. Med. Pr. 2004; 55 (3): 217–225

**SŁOWA KLUCZOWE:** miejscowa wibracja, grupy zawodowe, ocena liczebności ekspozowanych pracowników

### ABSTRACT

**Background:** Occupational exposure to hand transmitted vibration may cause disorders in upper extremities known as hand-arm vibration syndrome. Therefore it is essential to know the sources of vibration, occupational groups exposed to vibration and the number of exposed workers. The aim of the study was to estimate the number of men and women exposed to hand-transmitted vibration in Poland. **Materials and Methods:** The completed questionnaires were obtained from 265 (80%) sanitary inspection stations. They included questions on: the name of workplaces, the name and the type of vibration sources, workers' gender, the number of workers exposed to vibration, indicating the extent of exposure measured against the three threshold limit values ( $< 0.5$  TLV;  $0.5 < \text{TLV} < 1$  and  $> 1$  TLV), and the number of workers exposed to hand-transmitted vibration not documented by measurements in a particular workplaces, indicating one of the three possible kinds of exposure (occasional, periodical and constant). The questionnaire data were based on measurements and analyses performed in 1997–2000. **Results and Conclusions:** The results of the study showed that vibrating tools used by grinders, fitters, locksmiths, rammers, road workers, carpenters and smiths proved to be the most frequent sources of hand-transmitted vibration. It was revealed that 78.6% of operators of these tools were exposed to vibration exceeding 1 TLV. The study also indicated that 17 000 workers, including 1700 women, were exposed to vibration exceeding the threshold limit values. Med Pr 2004; 55 (3): 217–225

**KEY WORDS:** hand-transmitted vibration, occupational groups, estimation of number of exposed workers

Adres autorów: Medyków 18, 40-752 Katowice, e-mail: bharazin@slam.katowice.pl  
Nadesłano: 8.01.2004  
Zatwierdzono: 4.05.2004  
© 2004, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi

## WSTĘP

W środowisku pracy szkodliwości zawodowe są ubocznym i niepożądanym skutkiem stosowanych przemysłowych procesów technologicznych, medycznych zabiegów leczniczych lub terapeutycznych. Istnieją jednakże sytuacje, w których szkodliwe czynniki fizyczne specjalnie wykorzystuje się celem ułatwienia wykonania pracy, np. wprowadzając mechanizację ręcznych prac. Jednym z takich fizycznych czynników są wibracje miejscowe, tj. drgania mechaniczne, wnika-

do kończyn górnych, wytwarzane przez ręczne narzędzia o napędzie pneumatycznym lub elektrycznym. Narzędzia wibracyjne, pracujące na zasadzie ruchu posuwisto-zwrotnego, generują drgania typu wstrząsów mechanicznych, np. młotki elektryczne i mechaniczne, ubijaki formierskie, klucze pneumatyczne, itp. (1,2). Źródłem wibracji miejscowych są również ręczne narzędzia pracujące na zasadzie ruchu obrotowego, takie jak: szlifiery, wiertarki, polerki, pilarki, a także elementy obrabiane na urządzeniach drgających (3). Intensywne wibracje, przenoszone bezpośrednio do rąk operatorów z uchwytów i korpusu narzędzi, rozprzestrzeniają się nie tylko wzdłuż kończyn górnych, lecz często docierają do górnej części korpusu oraz do głowy.

\* Praca wykonana w ramach umowy zawartej między Ministerstwem Zdrowia i Instytutem Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu nr SP-257/99 pt. „Prowadzenie monitoringu wielkości populacji narażonej zawodowo na ogólne i miejscowe wibracje” oraz badania własnego nr NN-5-360/02 pt. „Ocena wielkości populacji narażonej zawodowo na drgania mechaniczne. Cz. II. Drgania miejscowe”. Kierownik badań: dr hab. med. B. Harazin

Konsekwencją długotrwałego przeciążenia organizmu drganiami miejscowymi może być rozwój nieswoistego procesu chorobowego, zwanego zespołem wibracyjnym, który został uznany za chorobę zawodową (4). Od szeregu lat stwierdza się w Polsce rocznie ponad 200 przypadków zespołu wibracyjnego, głównie orzeczanego u pracowników ekspozowanych na wibracje miejscowe (5–8), rzadziej u pracowników narażonych na ogólne drgania mechaniczne, tj. drgania działające na całe ciało człowieka z drgającego podłoża lub siedzisk pojazdów maszyn roboczych. Dane Głównego Urzędu Statystycznego z ostatnich kilku lat określają liczbę pracowników zawodowo narażonych na wibracje ogólne i miejscowe w przybliżeniu na poziomie 20 tys. osób. Powyższa liczba obejmuje tylko pracowników ekspozowanych na wibracje, które zostały zmierzone w danym roku sprawozdawczym w zakładach zatrudniających ponad dziewięć osób (9). Na podstawie przeprowadzonej własnej analizy liczebności pracowników zatrudnionych w warunkach przekroczenia dopuszczalnej ekspozycji na ogólne drgania mechaniczne oszacowano, że w warunkach zagrożenia zdrowia pracowało w Polsce w 1999 r. około 50 tys. osób (10). Niniejsza praca jest kontynuacją próby oszacowania liczebności pracowników narażonych na drgania mechaniczne w odniesieniu do wibracji miejscowej.

Celem pracy było przeanalizowanie w skali całego kraju rzeczywistego ryzyka zawodowego, powodowanego działaniem wibracji miejscowych, a w szczególności ujawnienie takich ważnych danych, jak: liczebność narażenia na wibracje miejscowe w odniesieniu do różnych grup zawodowych, odsetek kobiet ekspozowanych na wibracje miejscowe w porównaniu do mężczyzn oraz ocena proporcji pracowników ekspozowanych na zmierzone oraz nieudokumentowane pomiarami ekspozycje na wibracje miejscowe.

## MATERIAŁ I METODY

Dane dotyczące liczby pracowników ekspozowanych na wibracje miejscowe i warunków ekspozycji uzyskane zostały drogą ankietyzacji z wojewódzkich, powiatowych, miejskich i zamiejscowych, a także kolejowych i portowych stacji sanitarno-epidemiologicznych.

Ankiety wysłano do wszystkich wojewódzkich stacji sanitarno-epidemiologicznych. Inspektoraty wojewódzkie przesyłały ankiety do podległych jednostek inspekcji sanitarnej. W ankiecie przygotowanej w formie tabelarycznej podano przykładowy sposób wpisywania danych do wzorcowej tabeli, w której podawano liczbę osób, zarówno ekspozowanych na zmierzone wibracje miejscowe, jak też liczbę osób posługujących się ręcznymi urządzeniami wibracyjnymi o nieudokumentowanych pomiarowo wartościach drgań mechanicznych.

W ankiecie uwzględniono następujące dane, charakteryzujące narażenie pracowników na wibracje miejscowe: nazwę stanowiska pracy, nazwę, typ i numer fabryczny źródła wibracji, płeć pracownika, liczbę pracowników ekspozowanych

na wibracje o zmierzonych i poklasyfikowanych ekspozycjach na trzy możliwe stopnie ryzyka zawodowego, tj.: ekspozycje nieprzekraczające połowy najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN), ekspozycje większe od połowy NDN, ale nieprzekraczające dopuszczalnych wartości oraz ekspozycje przekraczające najwyższe dopuszczalne natężenia. W tabeli należało podać nazwę instytucji, która oceniła pomiarowo wibracje oraz datę wykonania ostatnich pomiarów na stanowisku pracy.

Mając na uwadze wysokie prawdopodobieństwo istnienia pewnych grup pracowników ekspozowanych na wibracje miejscowe nieudokumentowane pomiarami na stanowiskach pracy, w ankiecie tej dodatkowo uwzględniono dokładny wywiad zawodowy, obejmujący również takich pracowników. W tabeli należało podać dane identyfikujące źródła drgań mechanicznych według wyżej podanego sposobu, czas i charakter ekspozycji na wibracje oraz płeć pracownika. Pracownicy nieujawniani dotychczas w statystykach oceny narażenia na wibracje, tj. ekspozowani na drgania nieudokumentowane pomiarowo podzieleni zostali w ankiecie na trzy grupy, a mianowicie ekspozowani: sporadycznie, okresowo i stale (codziennie). Dane z tej drugiej części wywiadu pozwoliły na oszacowanie stopnia narażenia na wibracje miejscowe wybranych grup zawodowych.

Dane z wypełnionych ankiet ujawniły, że pomiary wibracji zostały wykonane jednokrotnie w latach 1997–2000 przez takie instytucje uprawnione do prowadzenia badań środowiskowych jak: działy higieny pracy inspekcji sanitarnej, laboratoria zakładowe i firmy prywatne. Uzyskane dane pochodziły z 265 (80%) jednostek inspekcji sanitarnej.

W badaniach zastosowano specjalnie przygotowany komputerowy program pozwalający na analizę liczebności osób pogrupowanych w sześć klas ekspozycji na wibrację, tj.: < 0,5 NDN; 0,5–1 NDN; >1 NDN oraz nieocenione pomiarowo ekspozycje na wibrację, a mianowicie: sporadyczne, okresowe lub stale, tzn. codzienne.

## WYNIKI

Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono, że ogólna liczba pracowników ekspozowanych na miejscowe drgania mechaniczne określone pomiarowo na stanowiskach pracy wynosiła 17 162 osób, w tym 14 685 mężczyzn i 2477 kobiet (tab. 1).

W warunkach przekroczenia najwyższych dopuszczalnych wartości wibracji oraz powyżej połowy normatywu zatrudnionych było odpowiednio 5300 i 5743 pracowników, w tym 212 i 1119 kobiet. Łącznie w warunkach około- i ponadnormatywnych pracowało 12 374 pracowników, w tym 1331 kobiet. Biorąc pod uwagę aktualnie zweryfikowane wartości NDN wibracji miejscowych a obowiązujące od 1 lipca 2001 r., w odniesieniu do poprzednich wartości NDN stosowanych do 30 czerwca 2001 r. przyjęto, że obie wyżej wymienione grupy pracowały w warunkach ryzyka zdrowotnego (tab. 2).

**Tabela 1.** Ocena liczby pracowników ekspozowanych na miejscowe drgania mechaniczne zmierzone na stanowiskach pracy w 16 województwach w kraju  
**Table 1.** Estimation of the numbers of workers exposed to hand-transmitted vibration measured at workposts in 16 voivodships

Płeć Gender	Liczba pracowników ekspozowanych na wibracje o poziomach odniesionych do najwyższych dopuszczalnych wartości (NDN) Number of workers exposed to vibration measured against the threshold limit values (TLV)			
	< 0,5 NDN < 0.5 TLV	0,5 < NDN < 1 0.5 < TLV < 1	> 1 NDN > 1 TLV	Ogółem Total
Mężczyźni Men	4 973	4 624	5 088	14 685
Kobiety Women	1 146	1 119	212	2 477
Ogółem Total	6 119	5 743	5 300	17 162

**Tabela 2.** Najwyższe dopuszczalne wartości przyspieszeń (NDN) drgań miejscowych według rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej  
**Table 2.** Threshold limit values (TLV) of hand-transmitted vibration acceleration according to those set in the Regulation issued by the Minister of Labor and Social

NDN wibracji według rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej Threshold limit values (TLV) of hand-transmitted vibration set in the Regulation issued by the Minister of Labour and Social Policy	Składowe drgań Vibration components	Ważone częstotliwościowo przyspieszenie drgań $a_w$ Frequency-weighted acceleration $a_w$ m/s <sup>2</sup>		
		$k \leq 2$	$2 < k \leq 3$	$k > 3$
Z dnia 17 czerwca 1998 r. DzU nr 79, poz. 513 Regulation of 17 June 1998. Journal of Laws No. 79, item 513	oś Z, X, Y axis Z, X, Y	0,8	1,8	2,8
Z dnia 2 stycznia 2001 r. DzU nr 4, poz. 36 In the Regulation of 2 January 2001. Journal of Laws No. 4, item 36	Suma wektorowa Vector sum	2,8		

k – współczynnik szczytu.  
k – crest factor.

**Tabela 3.** Ocena liczby pracowników ekspozowanych na nieudokumentowane pomiarami miejscowe drgania mechaniczne na stanowiskach pracy w 16 województwach w kraju  
**Table 3.** The estimated number of workers exposed to hand-transmitted vibration not documented by measurements at workposts in 16 voivodships

Płeć Gender	Liczba pracowników ekspozowanych na wibracje Number of workers exposed to vibration			
	sporadycznie Occasionally	okresowo Periodically	stale Constantly	ogółem Total
Mężczyźni Men	17 532	2 211	6 897	26 640
Kobiety Women	1 427	24	1 500	2 951
Ogółem Total	18 959	2 235	8 397	29 591

Liczba pracowników ekspozowanych na wibracje miejscowe o wartościach nieprzekraczających 0,5 NDN wynosiła 6119. W tej liczbie mieściło się 1146 kobiet.

Odnotowano 29 591 pracowników ekspozowanych na wibracje miejscowe, które nie zostały udokumentowane pomiarami, w tym 26 640 mężczyzn i 2951 kobiet. Stanowili oni 63,3% wszystkich pracowników zatrudnionych w warunkach ekspozycji na miejscowe drgania mechaniczne (ryc. 1). Z tej liczby stale ekspozowanych na wibracje było 8397 osób, w tym 6897 mężczyzn i 1500 kobiet (tab. 3). Zatem według danych inspekcji sanitarnej ponad 20 tys. pracowników było ekspozowanych na wibracje miejscowe.

Łączna liczba pracowników mających kontakt z drganiami mechanicznymi sporadycznie albo okresowo lub o małych intensywnościach dochodziła do 27 tysięcy osób. Kobiety w tej liczbie stanowiły niecałe 10% (tab. 1 i 3).

W tabelach 4 i 5 przedstawiono kolejno 9 grup zawodowych mężczyzn najczęściej narażonych lub ekspozowanych na nieudokumentowane wibracje miejscowe. Ujawniono następujące grupy zawodowe najczęściej ekspozowane na wibracje o istotnych poziomach dla ryzyka zawodowego lub ekspozowanych codziennie na nieznane wartości wibracji: szlifierze – 2987 osób, drwale – 2913 osób, ślusarze – 2071 osób, monterzy – 1959, formierze – 1138, robotnicy drogowi

**Tabela 4.** Grupy zawodowe mężczyzn ekspozowane na miejscowe drgania mechaniczne  
**Table 4.** Occupational groups exposed to hand-transmitted vibration

Stanowisko Workpost	Liczba pracowników ekspozowanych na wibracje o poziomach odniesionych do najwyższych dopuszczalnych wartości (NDN) Number of workers exposed to vibration measured against the threshold limit values (TLV)			Ogółem Total	
	< 0,5 NDN < 0.5 TLV	0,5 < NDN < 1 0.5 < TLV < 1	>1 NDN >1 TLV	liczba pracowników Number of workers	%
Szlifierz Grinder	1 163	1 353	608	3 124	26,0
Monter Fitter	1 228	694	478	2 400	20,0
Ślusarz Locksmith	1 029	747	438	2 214	18,5
Drwal Woodcutter	241	541	717	1 499	12,5
Formierz Rammer	222	247	638	1 107	9,2
Robotnik drogowy Road worker	151	170	436	757	6,3
Stolarz Carpenter	187	190	88	465	3,9
Kowal Smith	98	79	109	286	2,4
Murarz Bricklayer	51	52	44	147	1,2
Ogółem Total	4 370	4 073	3 556	11 999	100

**Tabela 5.** Grupy zawodowe mężczyzn ekspozowane na nieudokumentowane pomiarowo miejscowe drgania mechaniczne  
**Table 5.** Occupational groups of males exposed to hand-transmitted vibration not documented by measurements

Stanowisko Workpost	Liczba pracowników ekspozowanych na wibracje Number of workers exposed to vibration			Ogółem Total	
	sporadycznie Occasionally	okresowo Periodically	stale Constantly	liczba pracowników Number of workers	%
Monter Fitter	5 937	449	787	7 173	31,5
Ślusarz Locksmith	4 328	377	886	5 591	24,5
Drwal Woodcutter	760	153	1 655	2 568	11,3
Szlifierz Grinder	996	139	1 026	2 161	9,5
Stolarz Carpenter	1 326	80	673	2 079	9,1
Robotnik drogowy Road worker	1 052	372	260	1 684	7,4
Murarz Bricklayer	668	26	94	788	3,5
Formierz Rammer	247	7	253	507	2,2
Kowal Smith	98	13	126	237	1,0
Ogółem Total	15 412	1 616	5 760	22 788	100

**Tabela 6.** Grupy zawodowe kobiet ekspozowane na miejscowe drgania mechaniczne  
**Table 6.** Occupational groups of females exposed to hand-transmitted vibration

Stanowisko Workpost	Liczba pracowników ekspozowanych na wibracje o poziomach odniesionych do najwyższych dopuszczalnych wartości (NDN)			
	Number of workers exposed to vibration measured against the threshold limit values (TLV)			
	< 0,5 NDN < 0.5 TLV	0,5 < NDN < 1 0.5 < TLV < 1	>1 NDN >1 TLV	ogółem Total
Szwaczka Seamstress	636	177	32	845
Szlifierz Grinder	178	584	73	835
Stomatolog Dentist	121	54	5	180
Technik dentystyczny Dental technician	153	90	51	294
Monter Fitter	18	206	47	271
Ogółem Total	1 106	1 111	208	2 425

**Tabela 7.** Grupy zawodowe kobiet ekspozowane na nieudokumentowane pomiarowo miejscowe wibracje  
**Table 7.** Occupational groups of females exposed to hand-transmitted vibration not documented by measurements

Stanowisko Workpost	Liczba pracowników ekspozowanych na wibracje			ogółem Total
	Number of workers exposed to vibration not documented by measurements			
	sporadycznie Occasionally	okresowo Periodically	stale Constantly	
Szwaczka Seamstress	719	–	1 005	1 722
Stomatolog Dentist	333	3	86	422
Szlifierz Grinder	65	20	199	284
Monter Fitter	203	–	12	215
Technik dentystyczny Dental technician	51	–	32	83
Ogółem Total	1 371	23	1 332	2 726

– 866, stolarze – 951 osób, kowale – 308 osób i murarze – 190 osób.

W tabelach 6 i 7 przedstawiono liczebność pięciu najczęściej spotykanych grup zawodowych kobiet ekspozowanych na wibracje miejscowe. Do zawodów najliczniej narażonych na wibracje około- i ponadnormatywne lub ekspozowanych codziennie zaliczono: szwaczki – 1212 osób, szlifierzy – 856 osób, monterów – 265 osób, techników dentystycznych – 173 osoby i stomatologów – 145 osób.

#### OSZACOWANIE LICZBY OSÓB NARAŻONYCH NA WIBRACJE MIEJSCOWE

Stosowany system zbierania danych przesyłanych do Głównego Urzędu statystycznego, dotyczących liczby narażonych pracowników na wibracje, nie obrazuje faktycznego stanu liczbowego narażonej populacji, ponieważ nie obejmuje znacznej liczby pracowników zatrudnionych w warunkach

ekspozycji na wibracje. Aby określić rzeczywistą liczbę pracowników ekspozowanych na wibracje należy bowiem wziąć pod uwagę trzy grupy narażonych: I – znana liczba pracowników ekspozowanych na zmierzone wibracje miejscowe na stanowiskach pracy, II – znana liczba pracowników ekspozowanych na nieudokumentowane pomiarowo wibracje miejscowe oraz III – nieznaną liczbę pracowników o nierozpoznanej narażeniu (11).

W niniejszej pracy podjęto próbę oszacowania liczebności dwóch pierwszych grup pracowników ekspozowanych na wibracje. Uwzględniono dane odnoszące się nie tylko do danego roku sprawozdawczego, ale do zbioru gromadzonego w jednostkach inspekcji sanitarnej w przeciągu kilku lat, ponieważ tylko w dłuższym przedziale czasu bardziej realna jest możliwość wykonania pomiarów obejmujących większą liczbę zakładów pracy i stanowisk pracy (12). Uzyskane dane pochodzą z 4088 zakładów pracy zatrudniających pracowników ekspozowanych na wibracje miejscowe. W każdym

z dwunastu województw zlokalizowanych było ponad 200 takich zakładów. Jedynie w trzech województwach osiągalne dane pochodziły z mniej niż 100 zakładów pracy.

#### Oszacowanie liczby osób narażonych na wibracje miejscowe o ocenionych pomiarowo warunkach ekspozycji

Średnia wojewódzka liczba narażonych na wibracje miejscowe wynosiła 331 osób. Po wyeliminowaniu z dalszej analizy czterech województw znacznie odbiegających od tej średniej, w których odnotowywano niewielkie liczby narażonych, ponownie wyznaczona średnia zwiększyła się do 427 narażonych. Zatem przybliżona liczba narażonych pracowników w kraju wyniosła 6832 ( $16 \cdot 427$ ) i różniła się o 1532 osoby w porównaniu do łącznej liczby podanej przez jednostki inspekcji sanitarnej.

#### Oszacowanie liczby osób narażonych na wibracje miejscowe o nieudokumentowanych pomiarowo warunkach ekspozycji

Średnia wojewódzka liczba osób stale, tzn. codziennie ekspozowanych na nieudokumentowane pomiarami poziomy wibracji miejscowej, wynosiła 525 pracowników. Natomiast po wyłączeniu z tej analizy czterech województw znacznie odbiegających od średniej, w których nie podano wcale lub odnotowano bardzo małe liczby ekspozowanych na miejscowe wibracje, średnia w województwie zwiększyła się do 817 stale ekspozowanych pracowników. Oszacowana nowa liczba pracowników ekspozowanych stale na drgania miejscowe w kraju zwiększyła się do 13 072 osób ( $16 \cdot 817$ ) i różniła o 4675 osób od oceny liczebności tych pracowników dokonanej przez jednostki inspekcji sanitarnej.

Spośród osób codziennie ekspozowanych na wibracje miejscowe, część pracowników mogła pracować w warunkach ekspozycji nieprzekraczającej 0,5 NDN. Aby ocenić jaki procent pracowników o nieudokumentowanych pomiarowo ekspozycjach jest narażonych na ponadnormatywne drgania mechaniczne przeanalizowano w niniejszej pracy 9 grup zawodowych operatorów różnych urządzeń wibracyjnych, najczęściej ocenianych we wszystkich województwach przez jednostki inspekcji sanitarnej (tab. 4 i 5). W każdej grupie zawodowej porównano łączne liczby pracowników ekspozowanych na drgania o poziomach powyżej 1 NDN oraz pracowników ekspozowanych stale o nieudokumentowanych pomiarowo wartościach wibracji. Z porównania tak dobranych liczebności, wynoszących odpowiednio 3556 i 11 999 osób wynika, że średnio 29,6% stale ekspozowanych na wibracje miejscowe pracowników, było narażonych na drgania przekraczające 1 NDN. Zatem spośród 8397 osób codziennie ekspozowanych na drgania o nieznanym parametrach, 5912 mogło nie być narażone na wibracje miejscowe przekraczające NDN.

#### Oszacowanie łącznej liczby pracowników narażonych na wibracje ogólne

Na podstawie przeprowadzonej analizy liczebności pracowników poddanych ekspozycji na miejscowe wibracje przyjęto

następujący algorytm, pozwalający oszacować liczbę pracowników narażonych na ponadnormatywne drgania mechaniczne:

$$L = N + \Delta N + S + \Delta S1 - \Delta S2 + \Delta L + X \quad [1]$$

gdzie:

L - łączna liczba osób narażonych na wibracje miejscowe,

N - liczba osób narażonych na udokumentowane pomiarami wibracje,

$\Delta N$  - poprawka w liczbie osób narażonych na określone pomiarowo wibracje, wynikająca ze zmodyfikowanej średniej krajowej w stosunku do danych z województw znacznie odbiegających od tej średniej,

S - liczba osób ekspozowanych stale na nieudokumentowane pomiarami wibracje,

$\Delta S1$  - poprawka w liczbie osób ekspozowanych stale na nieudokumentowane pomiarami wibracje, wynikająca ze zmodyfikowanej średniej krajowej, w stosunku do danych z województw znacznie odbiegających od średniej krajowej,

$\Delta S2$  - poprawka w liczbie osób ekspozowanych na nieudokumentowane pomiarami wibracje, wynikająca z oszacowania liczby osób zatrudnionych w warunkach ekspozycji na drgania o wartościach mniejszych od 0,5 NDN,

$\Delta L$  - poprawka wynikająca z braku danych uzyskanych z określonej liczby jednostek inspekcji sanitarnej,

X - nieznaną liczbą pracowników o nierozpoznanych zagrożeniach.

Uwzględniając fakt, że z prawie 20% jednostek inspekcji sanitarnych nie uzyskano danych o liczbie pracowników ekspozowanych na drgania mechaniczne, poprawkę DL wyznaczono z następującego wzoru:

$$\Delta L = 0,2(N + \Delta N + S + \Delta S1 - \Delta S2). \quad [2]$$

Stosując wzór [1] wyznaczono następującą liczbę pracowników narażonych na ponadnormatywne miejscowe drgania mechaniczne

$$L = (5300 + 1532 + 8397 + 4675 - 5912 + 2798 + X) \text{ osób} \\ = (16\ 790 + X) \text{ osób.} \quad [3]$$

Przy założeniu, że nierozpoznana liczba pracowników narażonych na miejscowe wibracje kształtuje się w granicach minimum kilkuset osób, można przyjąć w niniejszej pracy łączną liczbę pracowników zatrudnionych w warunkach dużego ryzyka zawodowego wynoszącą ponad 17 tys.

## OMÓWIENIE

Oszacowanie rzeczywistej liczby zatrudnionych w warunkach ekspozycji na drgania mechaniczne, stwarzającej istotne ryzyko zawodowe, wiąże się zarówno z przyjętą higieniczną oceną stanowisk pracy, jak też z zasadami i sposobem zbierania informacji o narażonych pracownikach.

Najwyższe dopuszczalne wartości (NDN) wibracji miejscowej, podane w Polskiej Normie PN-91/N-01353 (13) i w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 17 czerwca 1998 r. (14), zostały zmienione w 2001 r. W związku z powyższym w niniejszej pracy dane z inspekcji

sanitarnych, dotyczące oceny higienicznej stanowisk pracy, zostały zweryfikowane pod kątem uaktualnienia z obecnie przyjętymi wartościami NDN wibracji, określonymi w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 stycznia 2001 r. (15). Dozwolone wartości przyspieszeń dla 8-godzinnego działania drgań mechanicznych porównano w tabeli 6.

Wcześniejsze wartości NDN drgań mechanicznych powiązano z trzema wartościami współczynników szczytu  $k$ , określając 3 wartości NDN dla drgań miejscowych niezależnie od ich kierunku działania. Przyjęto zasadę, że większym wartościom współczynnika szczytu sygnału wibracyjnego odpowiadają większe wartości normatywne, zakładając w ten sposób osłabienie ujemnych skutków zdrowotnych ze wzrostem tego parametru wibracji. Jednakże wartość współczynnika szczytu stanowi o charakterze drgań typu wstrząsów mechanicznych, zatem jego wzrost oznacza, że drgania stają się drganiami impulsowymi, uznanymi jako bardziej niebezpieczne dla organizmu człowieka (16,17). W ocenie higienicznej brano pod uwagę drgania dominujące tylko w jednej osi, pomijając skutki działania wibracji, wynikające z jednoczesnego działania na kończyny w pozostałych dwóch osiach.

Obecnie określono jedną wartość NDN miejscowych drgań mechanicznych (18). Przyjęto zasadę, że w przypadku jednoczesnego działania drgań o zbliżonych wartościach przyspieszeń w kierunkach X, Y i Z ich wpływ na organizm człowieka jest większy niż działanie drgań o takiej samej intensywności, występujących tylko w jednym kierunku. W opracowanej dokumentacji dotyczącej oceny skutków zdrowotnych wzięto pod uwagę całkowitą wartość przyspieszenia jako sumę wektorową  $a_{ws}$  poszczególnych składowych, tj., przyspieszeń zmierzonych w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach  $a_{wx}$ ,  $a_{wy}$  i  $a_{wz}$ :

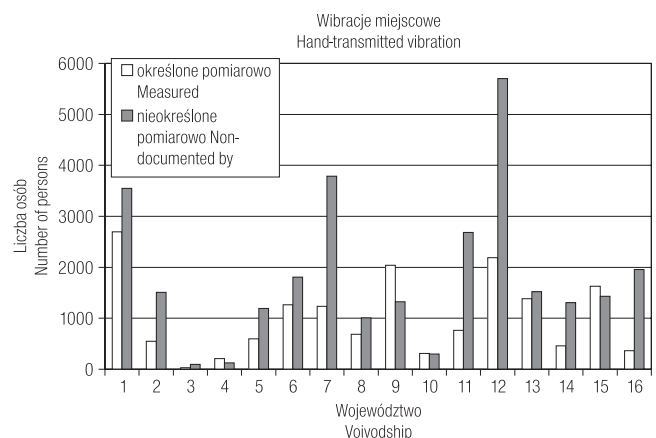
$$a_{ws} = \sqrt{(a_{wx})^2 + (a_{wy})^2 + (a_{wz})^2} \quad [4]$$

Obowiązująca od 1 lipca 2001 r. w Polsce wartość NDN miejscowych drgań mechanicznych jest sumą wektorową składowych przyspieszeń wynosząca  $2,8 \text{ m/s}^2$  dla 8-godzinnej dziennej ekspozycji. Narzędzia wibracyjne, pracujące na zasadzie ruchu obrotowego wokół jednej osi, najczęściej generują drgania mechaniczne o zbliżonych wartościach przyspieszenia w kilku kierunkach. Zatem suma wektorowa przyspieszenia jest znacznie większa od dominującej składowej. W urządzeniach tych współczynniki szczytu  $k$  są przeważnie większe od 2 (3,17–19). Suma wektorowa trzech składowych przyspieszeń, nieprzekraczających każda wartości NDN w odniesieniu do byłych normatywów dla współczynników szczytu większych od 2, a wynoszących na przykład  $1,7 \text{ ms}^{-2}$ , jest większa od obecnie obowiązującego normatywu. W przypadku narzędzi pracujących na zasadzie ruchów posuwisto-zwrotnych współczynniki szczytu przekraczają z reguły wartość 3. Zatem, jeżeli dominująca składowa drgań przekraczała poprzednio obowiązującą wartość NDN w świetle obowiązującego normatywu na takim stanowisku będzie również przekroczona wartość NDN. Należy wątpić,

by ocena drgań mechanicznych na stanowiskach pracy była często dokonywana w oparciu o tak niekorzystnie małą dla zakładów pracy wartość poprzedniego normatywu jak  $0,8 \text{ ms}^{-2}$ , przyjętą dla współczynnika szczytu mniejszego od 2 (tab. 2). Biorąc pod uwagę powyższe trzy fakty można stwierdzić, że zasadne jest przyjęcie w niniejszej pracy założenie o co najmniej zbliżonym, jeśli nie większym narażeniu pracowników na drgania mechaniczne, porównując poprzednią ocenę higieniczną do aktualnego normatywnego kryterium.

Z zebranych danych w niniejszej pracy wynika, że łącznie w skali całego kraju liczba pracowników ekspozowanych na zmierzone wibracje miejscowe, wynosząca 17 162 osób, była mniejsza od liczby pracowników ekspozowanych na nieudokumentowane pomiarowo wibracje, oszacowanej na 29 591 osób. Pracownicy o udokumentowanej pomiarami środowiskowymi ocenie stanowisk pracy stanowili więc 38% wszystkich osób objętych statystyką. W odniesieniu do kobiet te dwie analizowane grupy były bardziej zbliżone i wynosiły odpowiednio 2477 osób z udokumentowanymi pomiarami środowiskowymi oraz 2951 osób bez oceny higienicznej stanowisk pracy (tab. 1 i 3). Jedynie w czterech województwach odnotowano większe liczebności pracowników ekspozowanych na wibracje miejscowe o znanych parametrach w porównaniu do liczebności pracowników zatrudnionych w warunkach o nieznanym poziomie ekspozycji na wibracje (ryc. 1). W celu oszacowania liczby pracowników narażonych na ponadnormatywne drgania mechaniczne zawężono porównywane grupy do dwóch populacji, tj. do osób narażonych na wibracje oraz do osób stale ekspozowanych na wibracje o niezmiernych parametrach wibracji z pominięciem pracowników okresowo lub sporadycznie mających kontakt z drganiami mechanicznymi.

Z danych opracowanych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej wynika, że w kolejnych latach, tj.: 1999 r., 2000 r. i 2001 r. łącznie na wibracje miejscowe i ogólne narażonych było odpowiednio: 23,8 tys. osób, 20,1 tys. osób,



Ryc. 1. Porównanie liczby pracowników zatrudnionych w warunkach ekspozycji na wibracje miejscowe ocenione oraz nieudokumentowane pomiarami.

Fig. 1. Comparison of the numbers of workers exposed to hand-transmitted vibration measured and not documented by measurements.

i 21,1 tys. osób. Narażenie na drgania mechaniczne obejmowało więc od 3,6% do 3,7% osób narażonych na szkodliwość zawodową (5–7). Z danych Ministerstwa Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej, opracowanych w 2003 r. a odnoszących się do 2002 r. wynika, że narażonych na drgania mechaniczne było 18,5 tys. osób, co stanowiło 3,7% pracowników narażonych na szkodliwe czynniki środowiska pracy (20). Biorąc pod uwagę przeprowadzone wcześniej oszacowanie liczebności pracowników narażonych na ogólne drgania mechaniczne, niedoszacowanie rzeczywistej liczebności pracowników zatrudnionych w warunkach dużego ryzyka zawodowego przez dotychczas stosowane metody zbierania informacji byłoby ponad trzykrotne (10).

## KOBIETY NARAŻONE NA WIBRACJE MIEJSCOWE W POLSCE

Najwyższe dozwolone wartości drgań miejscowych dla kobiet zostały w Polsce trzykrotnie zmniejszone rozporządzeniami Rady Ministrów w porównaniu do przyjętych wartości NDN (tab. 8) (21,22). Najczęściej ekspozycje na wibracje przekraczające 0,5 NDN były kobiety reprezentujące pięć następujących zawodów: szlifierz, monter, szwaczka, technik dentystyczny i stomatolog (tab. 6). Zdziwienie wywołuje fakt stwierdzenia na stanowiskach 59 stomatologów wibracji o wartościach przekraczających 0,5 NDN, tym bardziej, że dzienna łączna ekspozycja na wibracje miejscowe sięga najwyżej kilkudziesięciu minut. Bliższa analiza danych pozwoliła na ujawnienie następujących danych, odnoszących się tylko do trzech województw: przekroczenie wartości 1 NDN na stanowiskach pięciu stomatologów odnotowano wyłącznie w jednym województwie, w drugim województwie odnotowano tylko jedno stanowisko, generujące wibracje poniżej 1 NDN, a w trzecim województwie zarejestrowano większość analizowanych w niniejszej pracy stanowisk, wytwarzających wibracje powyżej 0,5 NDN. Ponieważ stanowiska stomatologów są rozmieszczone w miarę równomiernie w poszczególnych województwach w kraju, wydaje się mało prawdopodobne występowanie nadmiernych wibracji wyjątkowo w dwóch

województwach. Według danych jednostek inspekcji sanitarnej najczęściej codziennie były ekspozycje na nieudokumentowane pomiarowo miejscowe wibracje kobiety na stanowiskach szwaczek i szlifierzy (tab. 7). Uwzględniając proporcje liczebności kobiet ekspozycje na trzy różne poziomy wibracji w odniesieniu do wartości NDN, odnotowanych na wymienianych najczęściej stanowiskach pracy, można przyjąć, że łącznie było ekspozycje ponad 1700 osób na wibracje o wartościach zbliżonych oraz przekraczających NDN dla kobiet.

## WNIOSKI

Analiza danych uzyskanych z jednostek inspekcji sanitarnych pozwoliła na wysunięcie następujących wniosków, dotyczących wielkości populacji zawodowo narażonej na miejscowe drgania mechaniczne w Polsce.

1. Większość pracowników zatrudnionych w warunkach ekspozycji na wibracje miejscowe nie posiadała udokumentowanej pomiarowo oceny higienicznej stanowisk pracy. Ponad 60% pracowników ekspozycje na wibracje nie miało udokumentowanej oceny warunków narażenia w środowisku pracy.

2. Pracownicy narażeni na ponadnormatywne wibracje stanowili około 64% spośród wszystkich ekspozycje na wibracje, których poziomy zostały pomiarowo ocenione na stanowiskach pracy.

3. Najczęstszymi źródłami wibracji miejscowych były ręczne narzędzia wibracyjne, stosowane przez szlifierzy, monterów, ślusarzy, drwali, formierzy, robotników drogowych, stolarzy i kowali. Operatorzy tych narzędzi stanowili 78,6% narażonych mężczyzn na ponadnormatywne wibracje miejscowe.

4. Kobiety stanowiły 10% pracowników spośród osób narażonych na wibracje przekraczające najwyższe dopuszczalne wartości miejscowych drgań mechanicznych.

5. Na podstawie przeprowadzonej analizy liczebności pracowników zatrudnionych na miejscowe drgania mechaniczne oszacowano, że łącznie było narażonych na ponadnormatywne wibracje miejscowe około 17 tys. osób.

**Tabela 8.** Najwyższe dopuszczalne wartości przyspieszeń (NDN) drgań miejscowych dla kobiet według rozporządzenia Rady Ministrów

**Table 8.** Threshold limit values (TLV) of hand-transmitted vibration acceleration for women according to those set in the Regulation issued by the Council of Ministers

NDN wibracji według rozporządzenia Rady Ministrów Threshold limit values (TLV) of hand-transmitted vibration according to those set in the Regulation issued by the Council of Ministers	Składowe drgania Vibration components	Ważone częstotliwościowo przyspieszenie drgań $a_w$ Frequency-weighted acceleration $a_w$ $m/s^2$		
		$k \leq 2$	$2 < k \leq 3$	$k > 3$
Z dnia 10 września 1996 r. DzU nr 114, poz. 545 In the Regulation on 10 September 1996. Journal of Laws, No. 114, item 545	oś Z, X, Y axis Z, X, Y	0,3	0,6	0,9
Z dnia 10 sierpnia 2002 r. DzU nr 127, poz. 1092 In the Regulation on 10 August 2002. Journal of laws, No. 127, item 1092	Suma wektorowa Vector sum	1,0		

k – współczynnik szczytu.

k – crest factor.



## PIŚMIENNICTWO

1. Harazin B.: Drgania mechaniczne. Ocena narażenia i ryzyka zawodowego oraz zapobieganie uszkodzeniom zdrowia. Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Sosnowiec 1996.
2. Christ E., Brusil H., Donati P., Griffin M., Hohmann B., Lundström R. i wsp.: *Vibration at work*. Institut National de Recherche et de Sécurité, Paris 1989.
3. Harazin B.: Narażenie na wibracje wybranych grup operatorów narzędzi ręcznych. *Bezp. Pr.* 1997; 9: 22–25.
4. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r. w sprawie wykazu chorób zawodowych, szczegółowych zasad postępowania w sprawach zgłaszania podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzania chorób zawodowych oraz podmiotów właściwych w tych sprawach. *DzU* 2002, nr 132, poz. 1115.
5. Ocena stanu bezpieczeństwa i higieny pracy w 2001 roku. Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej, Warszawa 2002.
6. Ocena stanu bezpieczeństwa i higieny pracy w 2000 roku. Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej, Warszawa 2001.
7. Ocena stanu bezpieczeństwa i higieny pracy w 1999 roku. Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej, Warszawa 2000.
8. Peplowska B., Szeszenia-Dąbrowska N., Szymczak W.: Sytuacja epidemiologiczna w zakresie chorób zawodowych w Polsce w roku 2002. *Med. Pr.* 2003; 54 (4): 311–318.
9. Kozajda A., Zielińska-Jankiewicz K.: Narażenie zawodowe na czynniki szkodliwe w zakładach pracy nadzorowanych przez państwową inspekcję sanitarną. *Med. Pr.* 2003; 54 (3): 215–219.
10. Harazin B.: Zawodowa ekspozycja na ogólne wibracje w Polsce. *Med. Pr.* 2002; 53 (6): 465–472.
11. Harazin B.: Próba oszacowania wielkości populacji narażonej na drgania mechaniczne w Polsce. *Materiały XXVII Szkoły Zwalczania Zagrożeń Wibroizolacyjnych*. Polskie Towarzystwo Akustyczne – Oddział Górnośląski, Gliwice – Ustroń 1999, ss. 51–54.
12. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 9 lipca 1996 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU* 1996, nr 86, poz. 394.
13. PN-91/N-01353.: Drgania. Dopuszczalne wartości przyspieszenia drgań oddziałujących na organizm człowieka przez kończyny górne i metody oceny narażenia. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości, Warszawa 1991.
14. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU* 1998, nr 79, poz. 513.
15. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 2 stycznia 2001 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU* 2001, nr 4, poz. 36.
16. Harazin B.: Ocena i interpretacja wyników pomiarów drgań mechanicznych na stanowiskach pracy. *Bezp. Pr.* 1996; 1: 19–22.
17. Harazin B.: Zagrożenia zdrowia wywołane działaniem drgań mechanicznych. Aktualne kryteria dla określenia najwyższych dopuszczalnych wartości drgań o działaniu ogólnym i na kończyny górne. Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Sosnowiec 2000.
18. Harazin B.: Drgania mechaniczne – dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych narażenia zawodowego. *Pods. Met. Oceny Środ.* Pr. 2001; 27 (1): 177–212.
19. Harazin B., Langauer-Lewowicka H.: Ryzyko zdrowotne szlifiery narażonych na wibracje w przemyśle metalurgicznym. *Bezp. Pr.* 1998; 9: 17–21.
20. Ocena stanu bezpieczeństwa i higieny pracy w 2002 roku. Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej, Warszawa 2003.
21. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 1996 r. w sprawie wykazu pac wzbronionych kobietom. *DzU* 1996, nr 114, poz. 545.
22. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu pac wzbronionych kobietom. *DzU* 2002, nr 127, poz. 1092.