

LESZEK SOLECKI

Zakład Fizycznych Szkodliwości Zawodowych
Instytut Medycyny Wsi im. Witolda Chodźki w Lublinie

CHARAKTERYSTYKA CAŁOROCZNEJ EKSPOZYCJI ROLNIKÓW INDYWIDUALNYCH NA WIBRACJĘ OGÓLNĄ W ASPEKTCIE RODZAJU WYKONYWANYCH PRAC ROLNYCH I TRANSPORTOWYCH

PRIVATE FARMERS' ANNUAL EXPOSURE TO WHOLE BODY VIBRATION
FROM THE ASPECT OF THE TYPE OF AGRICULTURAL AND TRANSPORT
ACTIVITIES PERFORMED

Streszczenie. Celem pracy była ocena higieniczna ekspozycji rolników na wibrację ogólną w aspekcie rodzaju wykonywanych prac rolnych i transportowych w okresie całego roku. Do badań wytypowano 20 gospodarstw rolnych użytkujących ziemię orną, o powierzchni powyżej 10 ha, prowadzących produkcję mieszaną (roślinno-zwierzęcą). Zakres badań obejmował: pomiary drgań mechanicznych (przyspieszenie) na siedziiskach pojazdów rolniczych podczas różnych prac polowych i transportowych, chronometraż czasu ekspozycji na drgania, określenie stopnia udziału ekspozycji cząstkowej na drgania podczas określonych prac rolnych i transportowych względem całkowitej miesięcznej ekspozycji na drgania ogólne (dawki drgań). Badania wykazały, że największe wartości przyspieszeń drgań są emitowane podczas prac rolnych i transportowych odbywających się ze zwiększoną prędkością roboczą po utwardzonych i nierównych podłożach i umiejscowione są głównie w płaszczyźnie pionowej. Obliczone średnie wartości dawek drgań (d) w poszczególnych miesiącach roku oraz średnie czasy trwania ekspozycji na drgania w tych miesiącach wykazują, że rolnicy najbardziej są narażeni na drgania ogólne występujące w miesiącach letnio-jesiennych (od sierpnia do listopada) oraz w kwietniu. Najmniejsze wartości dawek drgań przypadają na miesiące zimowe: grudzień, styczeń i luty. Analiza stopnia udziału ekspozycji cząstkowej na drgania ogólne podczas poszczególnych prac rolnych i transportowych pozwala stwierdzić, że wielkość uzyskiwanych dawek jest zależna przede wszystkim od poziomu drgań powstających podczas wykonywania określonej pracy rolnej czy transportowej, w mniejszym zaś stopniu od czasu trwania ekspozycji na drgania. Uzyskane wyniki badań mają duży wymiar poznawczy oraz praktyczny (w zakresie zapobiegania nadmiernej ekspozycji na drgania).

Słowa kluczowe: wibracja ogólna, ekspozycja całoroczna, prace rolne i transportowe, przyspieszenie drgań, dawka drgań, rolnicy indywidualni

Wstęp

Drgania mechaniczne o oddziaływaniu ogólnym (na całe ciało) stanowią istotny fizyczny czynnik szkodliwy występujący w środowisku pracy rolnika. Na szkodliwe oddziaływanie tych drgań na organizm rolnika, zwłaszcza w aspekcie pojawiających się bólów pleców w dolnej części kręgosłupa, zwracają uwagę tacy badacze, jak: DUPUIS i ZERLETT (1987), BOSHUIZEN i IN. (1990 a, 1990 b), BOVENZI i BETTA (1994), MANINEN i IN. (1995), LANGAUER-LEWOWICKA i IN. (1996), FUTATSUKA i IN. (1998), BOVENZI i HULSHOF (1999) oraz PALMER i IN. (2003).

Zasadniczymi źródłami tych drgań są pojazdy rolnicze, do których należą przede wszystkim kołowe ciągniki rolnicze różnych typów (producentów krajowych i zagranicznych), o dużej gamie użytkowanej mocy, oraz samobieżne maszyny rolnicze (głównie kombajny zbożowe, a także siewczarnie czy kosiarki pokosowe oraz kombajny do buraków).

Jak do tej pory literatura, zarówno krajowa, jak i zagraniczna, dotycząca rozpoznania zagrożenia rolników drganiami mechanicznymi o działaniu ogólnym jest dość uboga. Wiąże się to przede wszystkim z dużą złożonością i zmiennością zjawisk wibracyjnych w środowisku wiejskim (duża liczba różnych prac rolnych wykonywanych na zmiennych podłożach terenowych przez różnorodne pojazdy rolnicze w przeciągu całego roku) oraz dużymi kosztami realizacji badań. Próbe rozpoznania tego zjawiska podjęli m.in. GRIFFIN (1990), FAIRLEY (1995), SORAINEN i IN. (1998) oraz SOLECKI (2007).

Podstawowym celem zrealizowanego tematu badawczego (SOLECKI i IN. 2008) było dokonanie charakterystyki całorocznej ekspozycji rolników indywidualnych na drgania mechaniczne oddziałujące na całe ciało w aspekcie rodzaju wykonywanych prac rolnych i transportowych. Analiza taka pozwoli w przyszłości na przeprowadzenie bardziej dokładnej oceny stopnia zagrożenia organizmu ludzkiego tym czynnikiem.

Material i metody

Do badań wytypowano 20 gospodarstw rolnych z terenu pięciu gmin województwa lubelskiego użytkujących ziemię orną, o powierzchni powyżej 10 ha, prowadzących produkcję mieszaną (roślinno-zwierzęcą) i wyposażonych w ciągniki rolnicze, podstawowy zestaw maszyn rolniczych współpracujących z ciągnikami, z częściowym udziałem samojezdnych maszyn rolniczych. Zakres badań obejmował: pomiary drgań mechanicznych (przyspieszenie) na siedziskach pojazdów rolniczych podczas różnych prac polowych i transportowych odbywających się w okresie całego roku, chronometraż czasu ekspozycji na drgania, określenie stopnia udziału ekspozycji cząstkowej na drgania podczas określonych prac rolnych i transportowych względem całkowitej miesięcznej ekspozycji na drgania ogólne (dawki drgań).

Dla oceny ekspozycji rolników indywidualnych na drgania mechaniczne oddziałujących na całe ciało został wykorzystany podstawowy parametr wibracyjny, jakim jest przyspieszenie drgań (m/s^2), określane wartością skuteczną (RMS), w zakresie detektora Slow. Pomiary przebiegów wibracyjnych zostały przeprowadzone na siedziskach pojazdów rolniczych, jednocześnie w trzech kierunkach drgań (z zastosowaniem czuj-

nika siedziskowego i czterokanałowego modułu wejściowego). W badaniach wykorzystano następującą aparaturę naukowo-badawczą firmy Svantek: przenośny analizator dźwięku i drgań typu Svan 912 AE, czterokanałowy moduł pomiarowy typu SV 06A oraz trójosiowy czujnik siedziskowy typu PD 3s produkcji Emsonmat. Dzięki wyposażeniu tej aparatury w interfejs RS 232 i w program komputerowy Svan PC każdorazowo przeprowadzano transmisję danych zarejestrowanych w pamięci aparatu pomiarowego do komputera celem dalszej ich archiwizacji.

Podstawą analizy higienicznej zarejestrowanych przebiegów wibracyjnych były wartości tzw. ważonych (skorygowanych) częstotliwościowo przyspieszeń drgań uzyskane z wykorzystaniem filtrów korekcyjnych, odnoszące się do trzech kierunków drgań, oznaczonych symbolami: W_k (drgania ogólne, pionowe, oś z) oraz W_d (drgania ogólne poziome, oś x lub y). Do oceny higienicznej (stopnia narażenia na drgania) wybierano składową dominującą wśród zmierzonych w trzech kierunkach skorygowanych przyspieszeń drgań ($a_{w,max}$), z uwzględnieniem odpowiednich współczynników ($k_x = k_y = 1,4$ dla kierunków x i y ; $k_z = 1$ dla kierunku z).

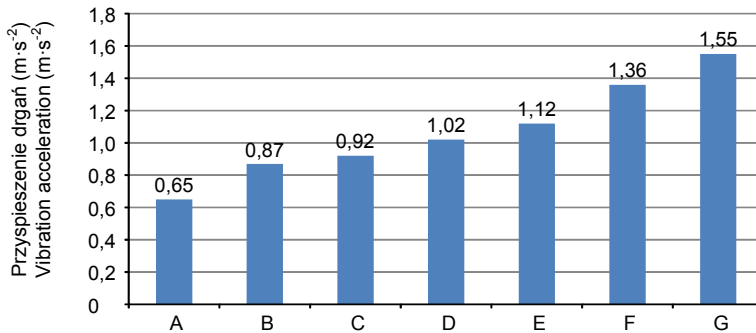
W przypadku oceny poziomu szkodliwości drgań ogólnych występujących w pojazdach rolnych (na siedziskach) w okresie całorocznym oraz stopnia udziału ekspozycji cząstkowej na drgania mechaniczne, dla wytypowanych prac rolnych, zasadniczym parametrem określającym szkodliwość tych drgań była tzw. dawka drgań (d), określana wzorem:

$$d = \sum_{i=1}^n a_{w,i}^2 \cdot t_i$$

Definicja dawki drgań (d) zawiera w sobie dwie wielkości fizyczne: intensywność drgań, wyrażaną przez ważoną częstotliwościowo wartość przyspieszenia a_w , i czas działania drgań t w określonych przedziałach czasowych i . Jednostką dawki drgań jest metr kwadratowy razy sekunda do potęgi minus czwartej razy godzina ($m^2 \cdot s^{-4} \cdot h$).

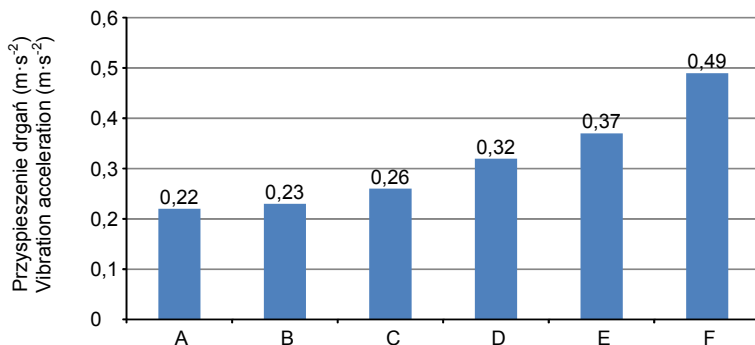
Wyniki

Przeprowadzone pomiary równoważnych wartości przyspieszeń drgań (ważonych częstotliwościowo) wykazały, że szczególne zagrożenie dla zdrowia rolników mogą stwarzać przebiegi wibracyjne występujące na siedziskach pojazdów rolnych podczas wykonywania takich prac, jak: talerzowanie, rozsiewanie nawozów, koszenie trawy, transport liści po drodze polnej, bronowanie, przetrząsanie i zgrabianie siana oraz transport dwóch załadowanych przyczep po drodze asfaltowej. Są to prace odbywające się przy zwiększonych prędkościach roboczych ciągników, najczęściej po utwardzonym i nierównym podłożu (rys. 1). Znacznie mniejsze wartości przyspieszeń drgań zanotowano podczas zbioru zbóż kombajnem, kopania buraków, wypychania obornika z obory ładowaczem czołowym, siewu zboża, koszenia i rozdrabniania kukurydzy oraz ładowania wapna ładowaczem. Prace te są realizowane z małą prędkością roboczą agregatów (ciągnik + maszyna rolna) po miękkim podłożu (rys. 2).



Rys. 1. Wybrane wyniki największych równoważnych wartości przyspieszeń drgań (ważonych częstotliwościowo) zarejestrowanych na siedziakach pojazdów rolnych – siedem prac: A – talerzowanie, B – rozsiewanie nawozów, C – koszenie trawy, D – transport (droga polna), E – bronowanie, F – przetrząsanie siana, G – transport (droga asfaltowa)

Fig. 1. Selected results of the highest equivalent values of vibration accelerations (frequency weighted) registered on seats of agricultural vehicles – seven work activities: A – disc harrowing, B – spreading of fertilizers, C – grass mowing, D – transport (field road), E – harrowing, F – hay tedding, G – transport (asphalt road)



Rys. 2. Wybrane wyniki najmniejszych równoważnych wartości przyspieszeń drgań (ważonych częstotliwościowo) zarejestrowanych na siedziakach pojazdów rolnych – sześć prac: A – zbiór zbóż kombajnem, B – kopanie buraków, C – wypychanie obornika, D – siew zboża, E – koszenie i rozdrabnianie kukurydzy, F – załadunek wapna

Fig. 2. Selected results of the lowest equivalent values of vibration accelerations (frequency weighted) registered on seats of agricultural vehicles – six work activities: A – combine harvesting of cereal crops, B – beetroots digging, C – pushing manure, D – cereal sowing, E – corn mowing and cutting, F – lime loading

Z analizy rozkładu przestrzennego mierzonych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wynika, że zdecydowanie największe wartości przyspieszeń występują

w płaszczyźnie pionowej (kierunek Z), w płaszczyźnie poziomej zaś wartości te rozkładają się nierównomiernie, niezależnie, czy jest to kierunek wzdłużny (X), czy poprzeczny (Y). Z kolei analiza drgań w aspekcie stosowania różnych typów ciągników podczas wykonywania takiego samego rodzaju prac nie wykazała znaczącego zróżnicowania.

Aby ocenić stopień szkodliwości drgań ogólnych występujących w pojazdach rolnych (na siedziskach) w okresie całorocznym, obliczano tzw. dawkę drgań (d), na podstawie zmierzonych ważonych częstotliwościowo wartości przyspieszeń drgań a_w i określonych czasów trwania ekspozycji na te drgania t w odpowiednich przedziałach czasowych i . Obliczone wartości czasu trwania ekspozycji na drgania (wartości średnie, minimalne i maksymalne) w poszczególnych miesiącach roku oraz wartości dawek drgań w tych miesiącach przedstawiono w tabeli 1. Jak z niej wynika, rolnicy najbardziej są narażeni na drgania ogólne występujące w miesiącach letnio-jesiennych (od sierpnia do listopada, w przedziale od 42,77 dawki drgań w listopadzie do 54,77 dawki w sierpniu) oraz w kwietniu (50,47 dawki) i maju (45,07 dawki). Te największe wartości dawek drgań uzyskane w tych miesiącach pokrywają się z największymi średnimi wartościami czasów trwania ekspozycji: od 67,24 h w listopadzie do 81,93 h w sierpniu oraz 79,67 w kwietniu i 54,79 w maju. Najmniejsze wartości dawek drgań przypadają na miesiące zimowe: grudzień, styczeń i luty (8,63-10,44 dawki), co odpowiada krótkim średnim czasom ekspozycji w tych miesiącach (9,66-10,09 h).

Tabela 1. Obliczone wartości czasu narażenia rolników na drgania ogólne oraz wartości dawek drgań w poszczególnych miesiącach roku

Table 1. Calculated values of duration of farmers' exposure to whole body vibrations and values of vibration doses in individual months of the year

Miesiąc Month	Czas narażenia Duration of exposure (h)			Dawka drgań Vibration dose ($m^2 \cdot s^{-4} \cdot h$)		
	średni mean	min.	maks. max.	średni mean	min.	maks. max.
Styczeń – January	10,09	1,50	35,5	8,63	1,24	24,36
Luty – February	9,66	1,00	31,37	10,44	1,10	34,39
Marzec – March	28,43	3,00	85,88	24,28	3,30	66,90
Kwiecień – April	79,67	26,00	225,00	50,47	12,51	145,04
Maj – May	54,79	18,00	112,67	45,07	13,26	109,69
Czerwiec – June	46,18	17,00	103,50	35,25	9,98	79,74
Lipiec – July	76,62	22,50	162,00	31,02	9,78	62,44
Sierpień – August	81,93	32,50	146,50	54,77	29,90	93,80
Wrzesień – September	71,43	38,00	161,00	49,03	19,15	90,72
Październik – October	78,83	27,00	185,00	46,53	18,86	87,67
Listopad – November	67,24	12,68	148,00	42,77	8,41	104,29
Grudzień – December	9,67	2,00	35,00	9,92	2,20	36,80

Dla dokonania analizy stopnia udziału ekspozycji cząstkowych na drgania mechaniczne, odnoszących się do określonych prac rolnych wykonywanych przez rolników w poszczególnych miesiącach roku, w całkowitej ekspozycji miesięcznej przeprowadzono obliczenia dawek drgań, obejmujące poszczególne prace rolne i transportowe oraz odpowiadające im czasy trwania ekspozycji (tab. 2). Stopień udziału poszczególnych prac rolnych i transportowych (w aspekcie czasowym) oraz wielkość uzyskanych dawek są bardzo zróżnicowane, zależne od konkretnego miesiąca.

Tabela 2. Obliczone wartości czasu narażenia rolników na drgania ogólne oraz wartości dawek drgań odpowiadające pracom rolnym i transportowym wykonywanym w poszczególnych miesiącach roku

Table 2. Calculated values of duration of farmers' exposure to whole body vibrations and values of vibration doses equivalent to field and transport activities performed in individual months of the year

Rodzaj pracy Type of work	Czas narażenia Duration of exposure				Dawka drgań Vibration dose			
	średni mean (h)	min. (h)	maks. max. (h)	odsetek względem całości wartości średniej percentage of total mean value (%)	średnia mean ($m^2 \cdot s^{-4} \cdot h$)	min. ($m^2 \cdot s^{-4} \cdot h$)	maks. max. ($m^2 \cdot s^{-4} \cdot h$)	odsetek względem całości wartości średniej percentage of total mean value (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Styczeń – January								
Transport	7,03	1,00	22,21	69,7	7,76	1,10	24,34	90,0
Pozostałe prace Other works	3,06	0,14	25,00	30,3	0,86	0,14	7,00	10,0
Luty – February								
Transport	9,39	1,00	31,37	97,2	10,28	1,10	34,39	98,4
Pozostałe prace Other works	0,27	0,63	1,63	2,8	0,16	0,34	1,63	1,6
Marzec – March								
Transport	6,81	1,00	20,50	24,4	7,32	1,10	21,46	30,2
Bronowanie Harrowing	5,01	1,00	16,50	17,5	6,27	1,25	20,62	25,8
Rozsiewanie nawozów Spreading of fertilizers	8,10	1,50	44,00	28,5	6,05	0,42	33,44	25,0
Kultywacja Cultivation	3,40	1,00	22,00	12,0	2,14	0,63	13,86	8,8
Pozostałe prace Other works	5,10	0,30	26,00	18,00	2,50	0,88	10,81	10,2

Solecki L., 2012. Charakterystyka całorocznej ekspozycji rolników indywidualnych na wibrację ogólną w aspekcie rodzaju wykonywanych prac rolnych i transportowych. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 3, #53.

Tabela 2 – cd. / Table 2 – cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kwiecień – April								
Transport	8,12	1,00	23,89	10,2	9,00	1,10	27,36	17,8
Opryski Spraying	11,20	4,00	32,00	14,0	8,51	3,04	24,32	16,9
Kultywacja Cultivation	10,63	5,00	68,00	13,3	6,70	3,15	42,84	13,3
Rozsiewanie nawozów Spreading of fertilizers	7,86	1,50	26,00	9,9	5,97	1,14	19,76	11,8
Bronowanie Harrowing	4,05	1,50	34,00	5,1	5,03	1,88	42,50	10,0
Agregatowanie Aggregation	8,51	1,00	51,00	10,7	5,05	0,59	30,09	10,0
Siew zboża Cereal sowing	14,74	2,00	58,00	18,5	3,41	0,46	13,34	6,8
Orka Ploughing	5,39	1,17	13,50	6,8	2,48	0,54	6,21	4,9
Pozostałe prace Other works	9,17	1,00	28,00	11,5	4,33	0,46	13,36	8,5
Maj – May								
Opryski Spraying	21,61	6,00	50,00	39,4	16,43	4,56	38,00	36,4
Transport	9,49	3,00	28,00	17,3	10,43	3,30	30,80	23,2
Przetrzęsanie i grabienie siana Hay tedding and raking	3,84	3,00	18,00	7,0	7,14	5,58	33,48	15,8
Pozostałe prace Other works	19,85	2,50	81,00	36,3	11,07	0,70	60,11	24,6
Czerwiec – June								
Transport	6,08	1,67	22,00	13,2	8,88	1,84	24,20	25,2
Opryski Spraying	9,63	7,00	29,00	20,8	7,32	5,32	22,04	20,8
Przetrzęsanie i grabienie siana Hay tedding and raking	2,44	1,50	15,00	5,3	6,88	2,79	27,90	19,5
Rozsiewanie nawozów Spreading of fertilizers	3,16	2,50	10,00	6,8	2,40	1,90	7,60	6,8
Pozostałe prace Other works	24,88	1,67	68,00	53,9	9,79	0,58	33,20	27,2

Tabela 2 – cd. / Table 2 – cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lipiec – July								
Transport	15,05	0,67	34,00	19,6	17,32	0,74	37,40	55,8
Zbiór zboża kombajnem Combine harvesting of cereal crops	39,93	11,00	123,50	52,1	3,99	1,10	12,35	12,9
Opryski Spraying	4,88	0,50	18,16	6,4	3,71	0,38	13,80	12,0
Pozostałe prace Other works	16,76	4,17	49,00	21,9	6,00	0,84	23,25	19,3
Sierpień – August								
Transport	16,06	1,50	58,00	19,6	17,67	1,65	63,50	32,3
Orka Ploughing	18,79	3,00	95,00	22,9	8,64	1,38	43,70	15,8
Bronowanie Harrowing	4,52	0,67	19,00	5,5	5,65	0,84	23,75	10,2
Przetrzęsanie siana Hay tedding	2,50	1,00	17,00	3,1	4,64	1,86	31,62	8,5
Talerzowanie Disc harrowing	3,55	2,00	14,00	4,3	4,47	2,52	17,64	8,2
Pozostałe prace Other work	36,52	7,00	81,00	44,6	13,70	3,18	37,75	25,00
Wrzesień – September								
Transport	21,89	1,00	80,17	30,7	24,08	1,10	88,19	49,1
Orka Ploughing	15,89	4,00	76,00	22,2	7,31	1,84	34,96	14,9
Bronowanie Harrowing	3,17	0,66	17,09	4,4	3,98	0,83	21,53	8,1
Kopanie ziemniaków Potatoes digging	10,91	3,00	26,83	15,3	2,88	0,90	8,05	5,9
Pozostałe prace Other works	19,57	1,00	61,00	27,4	10,78	0,76	30,76	22,0
Październik – October								
Transport Transport	28,11	2,17	55,33	35,7	30,92	2,39	60,86	66,4
Kopanie buraków Beetroots digging	30,14	8,00	150,00	38,2	5,66	1,52	28,50	12,2
Orka Ploughing	6,49	1,50	42,00	8,2	2,99	0,69	19,32	6,4
Pozostałe prace Other works	14,09	1,00	60,00	17,9	6,97	0,23	34,73	15,0

Tabela 2 – cd. / Table 2 – cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Listopad – November								
Transport	16,44	1,34	72,00	24,4	18,09	1,47	79,20	42,3
Orka Ploughing	25,59	2,00	78,00	38,1	11,08	0,92	35,88	27,5
Rozsiewanie nawozów Spreading of fertilizers	3,46	4,00	17,33	5,1	3,67	3,04	13,17	8,6
Pozostałe prace Other works	21,76	3,00	36,66	32,4	8,69	0,39	34,14	21,6
Grudzień – December								
Transport	8,49	2,00	30,00	87,8	9,31	2,20	33,00	93,8
Pozostałe prace Other works	1,18	2,00	5,00	12,2	0,61	0,52	3,80	6,2

W styczniu i lutym dominuje głównie transport (69,7-97,2% całości czasu wykonywanych prac), a obliczone dawki przypadające na transport (wartości średnie: 7,76-10,28 jednostki) osiągają 90,0-98,4% całkowitej ekspozycji.

W marcu najbardziej istotnymi (z uwagi na ekspozycję) pracami są: transport (średnia dawka drgań – 7,32, co stanowi 30,2% całości ekspozycji), bronowanie (6,27 dawki, 25,8%) oraz siew nawozów (6,05 dawki, 25,0%). O dużej wartości tych dawek decyduje duża intensywność drgań występujących na siedziskach ciągników podczas wykonywania tych prac.

Z kolei w kwietniu dominuje sześć prac rolno-transportowych (transport, opryski, kultywacja, siew nawozów, bronowanie i agregatowanie), o średniej wartości dawek zawartej w przedziale 5,05-9,00 jednostki i względnym udziale tych dawek w całości w zakresie 10,0-17,8%. O wielkości tych dawek decyduje zarówno intensywność drgań (przyspieszenie), jak i długość trwania ekspozycji.

W maju znaczące wartości dawek drgań są wynikiem intensywnych prac chemizacyjnych (średnia wartość dawek miesięcznych: 16,43 jednostki, stanowi to 36,4% całości ekspozycji), co objawia się wydłużonym czasem ich trwania (średnio: 21,61 h, stanowi to 39,4% ogółu czasu trwania ekspozycji). Na drugim miejscu pod względem wielkości ekspozycji na drgania znajduje się transport, osiągający wartość średnią 10,43 dawki (23,2% ogółu ekspozycji). Jest to spowodowane emisją dość dużych przyspieszeń drgań.

W czerwcu o wielkości zagrożenia drganiami decydują trzy prace: transport (średnia dawka: 8,88 jednostki, 25,2% całości ekspozycji), opryski (7,32 jednostki, 20,8% ekspozycji) oraz przetrząsanie i grabienie siana (6,88 jednostki, 19,5% ekspozycji). Powodowane to jest głównie dużą intensywnością drgań wytwarzanych w trakcie tych prac.

W lipcu o powstawaniu znacznych wartości dawek drgań decyduje głównie transport (średnio 17,32 dawki, 55,8% ogółu ekspozycji). Na drugim miejscu znajduje się zbiór zbóż kombajnem. Pomimo wydłużonego w tym miesiącu czasu wykonywania tej pracy (39,93 h, 52,1% ogółu czasu ekspozycji) uzyskane wartości średnich dawek drgań

nie są duże (3,99 jednostki, 12,9% ogółu). Jest to spowodowane tym, że podczas pracy kombajnu zbożowego emitowane są małe wartości przyspieszeń drgań (maszyna robocza porusza się z małą prędkością po stosunkowo płaskiej powierzchni). Na trzecim miejscu znajdują się prace chemizacyjne (3,71 dawki, 12,0% ogółu), wykonywane w znacznie mniejszym przedziale czasowym (4,88 h, 6,4% ogólnego czasu).

W sierpniu, charakteryzującym się największą sumaryczną ekspozycją na drgania w skali całego roku (średnia dawka: 54,77 jednostki), na wartość sumarycznej ekspozycji składa się zasadniczo pięć prac: transport (17,67 dawki, 32,3% ogółu ekspozycji), orka (8,64 dawki, 15,8%), bronowanie (5,65 dawki, 10,2%), przetrząsanie siana (4,64 dawki, 8,5%) i talerzowanie (4,47 dawki, 8,2%). W przypadku takich prac, jak: transport, bronowanie, przetrząsanie siana i talerzowanie – o wielkości dawek drgań wchłanianych przez rolników decydują głównie duże wartości przyspieszeń drgań emitowanych podczas tych prac, natomiast w przypadku orki o wielkości dawek drgań decyduje stosunkowo wydłużony czas wykonywania tej pracy (średnio 18,8 h, 22,9% ogółu).

Z kolei we wrześniu pracą o największej wartości dawek drgań jest transport (24,08 dawki, 49,1% ogółu ekspozycji), o czym decydują duże przyspieszenia drgań i wydłużony czas pracy (21,89 h, 30,7% ogółu czasu). Na drugim miejscu jest orka (7,31 dawki, 14,9% ogółu; wydłużony czas pracy: 15,89 h, 22,2% ogółu). W przypadku kopania ziemniaków (czy marchwi), pomimo wydłużonego czasu pracy (10,91 h, 15,3% czasu ogólnego), dawki drgań są niewielkie (2,88 jednostki, 5,9%), co jest związane z małymi przyspieszeniami drgań.

W październiku pracą o dużej wartości dawek drgań jest transport (30,92 jednostki, 66,4% ogółu). Następne w kolejności jest kopanie buraków, wyróżniające się najdłuższym czasem wykonywania (30,14 h, 38,2% ogółu czasu) oraz małą wartością dawek drgań (5,66 jednostki, 12,2% ogółu) z uwagi na stosunkowo niskie poziomy drgań.

W listopadzie dominują dwie prace: transport (18,09 dawki, 42,3% ogółu) oraz orka (11,08 dawki, 27,5% ogółu; głównie wskutek wydłużonego czasu pracy: 25,59 h, 38,1% czasu ogólnego). Z kolei w grudniu w zasadzie jedyną pracą jest transport (9,31 dawki, 93,8% ogółu).

Dyskusja

Badania wykazały, że największe wartości przyspieszeń drgań są emitowane podczas prac rolnych i transportowych odbywających się ze zwiększoną prędkością roboczą, po utwardzonych i nierównych podłożach, najmniejsze zaś – podczas prac realizowanych z małymi prędkościami roboczymi i najczęściej po miękkim podłożu. Drgania te są umiejscowione głównie w płaszczyźnie pionowej.

Rolnicy najbardziej są narażeni na drgania ogólne (dawki drgań) występujące w miesiącach letnio-jesiennych (od sierpnia do listopada) oraz w kwietniu; pokrywa się to z największymi średnimi wartościami czasów trwania ekspozycji. Najmniejsze wartości dawek drgań przypadają na miesiące zimowe: grudzień, styczeń i luty, co wiąże się z małymi średnimi czasami ekspozycji w tych miesiącach.

Przeprowadzona analiza stopnia udziału ekspozycji cząstkowej na drgania powstające podczas określonych prac rolnych, w całkowitej ekspozycji miesięcznej wykazała, że prawie we wszystkich analizowanych miesiącach roku najbardziej dominującą pracą

(z wyjątkiem maja, w którym przeważają prace chemizacyjne) jest transport. Największe dawki drgań emitowane podczas transportu zarejestrowano głównie w dwóch miesiącach roku: w październiku (30,9 dawki) i wrześniu (24,1 dawki), co wiąże się również z długotrwałym czasem trwania ekspozycji na drgania w tych miesiącach (21,9-28,1 h). Także zwiększone dawki drgań podczas tej pracy zanotowano w trzech następnych miesiącach roku: lipcu, sierpniu i listopadzie (17,3-18,1 dawki, czas trwania ekspozycji: 15,1-16,4 h).

W dalszej kolejności, pod względem wielkości zarejestrowanych dawek drgań, należy wymienić zabiegi chemizacyjne w maju (16,43 dawki, czas ekspozycji: 21,6 h), kwietniu (8,5 dawki, czas: 11,2 h) i czerwcu (7,3 dawki, czas: 9,6 h) oraz orkę w listopadzie (11,1 dawki, czas: 25,6 h), sierpniu (8,6 dawki, czas: 18,8 h) i wrześniu (7,3 dawki, czas: 15,9 h). Na dalszym miejscu znajduje się praca związana z przetrząsaniem i grabieniem siana w maju (7,1 dawki, czas: 3,8 h), czerwcu (6,9 dawki, czas: 2,4 h) i sierpniu (4,6 dawki, czas: 2,5 h).

Należy tu także wymienić prace, które wyróżniają się wydłużonym czasem trwania ekspozycji na drgania, ale zdecydowanie małymi wartościami dawek drgań. Do tych prac należą: zbiór zboża kombajnem w lipcu (czas: 39,9 h, 4,0 dawki), kopanie buraków w październiku (czas: 30,1 h, 5,7 dawki) oraz kopanie ziemniaków we wrześniu (czas: 10,9 h, 2,9 dawki).

Jak do tej pory, nie znaleziono w dostępnej literaturze krajowej ani światowej prac badawczych zajmujących się oceną ekspozycji rolników na drgania mechaniczne oddziałujące na całe ciało w okresie całego roku oraz charakterystyką prac rolno-transportowych emitujących dawki drgań o zwiększonym ryzyku zagrożenia dla zdrowia kierowców obsługujących pojazdy rolne.

Wnioski

1. Przeprowadzone badania drgań mechanicznych o oddziaływaniu ogólnym (na całe ciało) występujących na siedziskach ciągników rolniczych i samojezdnym maszyn rolniczych wykazały, że największe wartości przyspieszeń drgań są emitowane podczas prac rolnych i transportowych odbywających się ze zwiększoną prędkością roboczą, po utwardzonych i nierównych podłożach.

2. Drgania mechaniczne występujące na siedziskach pojazdów rolnych charakteryzują się dużym zróżnicowaniem.

3. Analiza przestrzenna badanych drgań wykazała, że zdecydowanie największe wartości ważonych przyspieszeń drgań występują w płaszczyźnie pionowej (kierunek Z).

4. Analiza drgań przeprowadzona w aspekcie stosowania różnych modeli ciągników podczas wykonywania takiego samego rodzaju prac nie wykazała znaczącego zróżnicowania.

5. Największe wartości dawek drgań zanotowano w miesiącach letnio-jesiennych (od sierpnia do listopada) oraz w kwietniu, najmniejsze zaś w miesiącach zimowych: grudniu, styczniu i lutym.

6. Dokonana dla poszczególnych prac rolnych i transportowych analiza stopnia udziału ekspozycji cząstkowej na drgania, w ekspozycji ogólnej pozwala stwierdzić, że

wielkość dawek drgań zależy przede wszystkim od poziomu drgań powstających podczas wykonywania określonej pracy, w mniejszym zaś stopniu od czasu jej trwania.

7. Najbardziej wyróżniającą się pod względem wielkości emitowanej w okresie całego roku dawki drgań – pracą rolną jest transport ładunków. W dalszej kolejności znajdują się prace chemizacyjne oraz przetrząsanie i grabienie siana.

Literatura

- BOSHUIZEN H.C., BONGERS P.M., HULSHOF C.T., 1990 a. Self-reported back pain in tractor drivers to whole-body vibration. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 62, 2: 109-115.
- BOSHUIZEN H.C., HULSHOF C.T., BONGERS P.M., 1990 b. Long-term sick leave and disability pensioning due to back disorders of tractor drivers exposed to whole-body vibration. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 62, 2: 117-122.
- BOVENZI M., BETTA A., 1994. Low-back disorders in agricultural tractor drivers exposed to whole-body vibration and postural stress. *Appl. Ergon.* 25, 4: 231-241.
- BOVENZI M., HULSHOF C.T., 1999. An updated review of epidemiologic on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain (1986-1997). *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 72, 6: 351-365.
- DUPUIS H., ZERLETT G., 1987. Whole-body vibration and disorders of the spine. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 59, 4: 323-336.
- FAIRLEY T.E., 1995. Predicting the discomfort caused by tractor vibration. *Ergonomics* 38, 10: 2091-2106.
- FUTATSUKA M., MAEDA S., INAOKA T., NAGANO M., SHONO M., MIYAKITA T., 1998. Whole-body vibration and health effects in the agricultural machinery drivers. *Ind. Health* 36, 2: 127-132.
- GRIFFIN M.J., 1990. Measurement and evaluation of whole body vibration at work. *Int. J. Ind. Ergon.* 6: 45-54.
- LANGAUER-LEWOWICKA H., HARAZIN B., BRZOWSKA I., SZLAPA P., 1996. Ocena ryzyka zdrowotnego operatorów pojazdów i maszyn roboczych narażonych na działanie ogólnych drgań mechanicznych. *Med. Pr.* 47, 2: 97-106.
- MANNINEN P., RIIHIMAKI H., HELIOVAARA M., 1995. Incidence and risk factors of low-back pain in middle-aged farmers. *Occup. Med.* 45, 3: 141-146.
- PALMER K.T., GRIFFIN M.J., SYDDALL H.E., PANNETT B., COOPER C., COGGON D., 2003. The relative importance of whole body vibration and occupational lifting as risk factors for low-back pain. *Occup. Environ. Med.* 60, 10: 715-721.
- SOLECKI L., 2007. Preliminary recognition of whole body vibration risk in private farmers' working environment. *Ann. Agric. Environ. Med.* 14: 159-164.
- SOLECKI L., CHOINA P., WASILKOWSKI J., KOZIEL M., 2008. Charakterystyka ekspozycji na drgania mechaniczne oddziałujące na całe ciało w środowisku pracy rolników indywidualnych, w aspekcie rodzaju wykonywanych prac rolnych oraz używanych ciągników i maszyn samojezdnych. Raport z realizacji tematu nr 2.17/07 (2007-2008). Maszynopis. Instytut Medycyny Wsi, Lublin.
- SORAINEN E., PENTTINEN J., KALLIO M., RYTKONEN E., TAATTOLA K., 1998. Whole-body vibration of tractor drivers during harrowing. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 59, 9: 642-644.

PRIVATE FARMERS' ANNUAL EXPOSURE TO WHOLE BODY VIBRATION FROM THE ASPECT OF THE TYPE OF AGRICULTURAL AND TRANSPORT ACTIVITIES PERFORMED

Summary. The objective of the study was hygienic evaluation of farmers' exposure to whole body vibration from the aspect of the type of agricultural and transport activities performed during the whole year. Twenty farms were selected for the study using arable land of over 10 ha, engaged in mixed production (plant-animal). The scope of the study covered measurements of mechanical vibration (acceleration) on seats of agricultural vehicles while performing various field and transport activities, time-schedule measurements of the duration of exposure to vibration; determination of the percentage contribution of individual agricultural and transport activities with respect to the total monthly exposure to whole body vibration (vibration doses). The studies showed that the highest vibration acceleration values were emitted during field and transport activities performed with an elevated operation speed, on hardened or uneven surfaces, and mainly along the vertical axis. The mean calculated values of vibration doses (d) in individual months of the year and the mean duration of exposure to vibration in these months indicated that the highest exposure to whole body vibration occurred in the summer-autumn season (August-November), and in April. The lowest values of vibration doses were noted in winter: December, January and February. Analysis of percentage contribution of individual field and transport activities to whole body vibration allows the presumption that the values of vibration doses depended primarily on the level of vibration produced while performing individual field or transport activities, and to a lower degree – on the duration of exposure to vibration. The results of the studies obtained are of great cognitive and practical importance from the aspect of prevention of excessive exposure to vibration.

Key words: whole body vibration, annual exposure, field and transport work activities, vibration acceleration, vibration dose, private farmers

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Leszek Solecki, Zakład Fizycznych Szkodliwości Zawodowych, Instytut Medycyny Wsi im. Witolda Chodźki w Lublinie, ul. Jaczewskiego 2, 20-090 Lublin, Poland, e-mail: solecki20@wp.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

16.03.2012

Do cytowania – For citation:

*Solecki L., 2012. Charakterystyka całorocznej ekspozycji rolników indywidualnych na wibrację ogólną w aspekcie rodzaju wykonywanych prac rolnych i transportowych. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 3, #53.*