

- sposoby instalacji systemu (nie można zmieniać fabrycznej konstrukcji samochodu)

- zasady homologacji systemu termowizyjnego.

Powinno znaleźć się również ostrzeżenie, że układ nie zastępuje normalnej obserwacji drogi, lecz jest systemem wspomagającym. Oznacza to, że w razie sytuacji spornych (wypadek drogowy) nie można powoływać się na informacje płynące do kierowcy za pomocą systemu termowizyjnego.

Być może w przyszłości konstrukcje systemów termowizyjnych staną się na tyle powszechne i technologicznie zaawansowane, że ich działanie będzie brane pod uwagę w przypadku analizy zdarzeń drogowych. **Należy spodziewać się, że zastosowanie termowizji w samochodach stanie się kolejnym kierunkiem rozwoju przemysłu samochodowego i będzie rozwijać się równoległe z postępem technologicznym w przemyśle motoryzacyjnym.**

#### PIŚMIENNICTWO

- [1] Cliff W. i in. *Infrared thermometry in the real world*, Proceedings of SPIE, Thermosense XXIII 2001
- [2] Wilchem i in. *Termowizja jako narzędzie do monitorowania procesów produkcyjnych w hutnictwie*, IV Konferencja Krajowa „Termografia i termometria w podzerwieni”, Łódź 2000
- [3] Dziomdziora D. *Wykorzystanie aparatury termowizyjnej w diagnostyce transformatorów energetycznych*. IV Konferencja Krajowa „Termografia i termometria w podzerwieni”, Łódź 2000
- [4] Darabi A. Maloague X. *Defect Depth Estimation Using Neuro-Fuzzy System in TNDE*, QIRT 2000
- [5] Nowakowski A. i in. *Medical applications of model-based dynamic thermography*, Proceedings of SPIE, Thermosense XXIII 2001
- [6] Owczarek G. *Zastosowanie termowizji do badania środków ochrony oczu na przykładzie filtrów szklanych*. *Bezpieczeństwo Pracy* 9(350) 2000
- [7] Więcek B. i in. *Zastosowanie termografii w badaniach nieniszczących. Metoda fali cieplnej, termografia impulsowa*, IV Konferencja Krajowa „Termografia i termometria w podzerwieni”, Łódź 2000
- [8] Kastek M. i in. *Fast scanning pyrometer for temperature measurements for car wheels*, QIRT 1998
- [9] Materiały firm (przykładowo): FLIR, RAYTHEON, Mikron Thermal Imageering, ALST, Leica, CEDIP, EMX Inc., JANOS TECHNOLOGY, JENOPTIK
- [10] Klapper S. i in. *Night Vision- Changing the Way We Drive*, Proceedings of SPIE, Thermosense XXIII 2001

**D**rgania mechaniczne (wibracje), występujące powszechnie w różnych dziedzinach aktywności ludzkiej, zwłaszcza zawodowej, są zaliczane do szkodliwych czynników fizycznych środowiska pracy. Przenoszone do organizmu człowieka drogą bezpośredniego kontaktu pracownika z drgającą strukturą, mogą negatywnie oddziaływać na poszczególne tkanki i naczynia krwionośne bądź też mogą spowodować wzbudzenie do drgań całego ciała lub jego części, a nawet struktur komórkowych. Długotrwała zawodowa ekspozycja na drgania może zatem wywołać wiele zaburzeń w organizmie, a w konsekwencji doprowadzić do trwałych, nieodwracalnych zmian chorobowych o niespecyficznym charakterze [1].

Niepożądane objawy w stanie zdrowia pojawiają się w ciągu kilku do kilkunastu lat od rozpoczęcia pracy w warunkach narażenia na ten czynnik, a lokalizacja i rodzaj skutków zdrowotnych zależą m.in. od miejsca wnikania wibracji do organizmu. Stanowiło to podstawę do umownego podziału drgań mechanicznych na drgania o ogólnym działaniu na organizm człowieka (ogólne), wnikające do organizmu przez stopy lub też przez pośladki i plecy z powierzchni, na której pracownik stoi lub siedzi oraz drgania działające na organizm człowieka przez kończyny górne (miejscowe), przekazywane do organizmu przez ręce, bezpośrednio z trzymanych lub prowadzonych rękami narzędzi wibracyjnych lub pośrednio, z elementów obrabianych na urządzeniach.

Powszechność występowania obu rodzajów drgań mechanicznych w środowisku pracy oraz wynikające z tego faktu szkodliwe skutki dla zdrowia pracowników, uzasadniają konieczność ustalenia, w odniesieniu do drgań mechanicznych, najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) ze względu na ochronę zdrowia i mierzenia tego czynnika na stanowiskach pracy.

#### Przepisy i normy krajowe

Podstawą do ustalania wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) danego czynnika fizycznego są badania

doświadczalne prowadzone w laboratoriach z udziałem wolontariuszy, w kontrolowanych warunkach narażenia na czynnik, badania w warunkach rzeczywistych ekspozycji na czynnik, czyli na stanowiskach pracy, badania epidemiologiczne nad skutkami zdrowotnymi narażonej populacji oraz badania doświadczalne na zwierzętach.

Zebrane do 1999 r. wyniki takich badań w odniesieniu do drgań, zostały przedstawione w dokumentacji proponowanych wartości dopuszczalnych narażenia zawodowego na drgania mechaniczne [1], zatwierdzonej 20 grudnia 1999 r. przez Zespół Ekspertów, a przez Międzyresortową Komisję ds. NDS i NDN – w dniu 17 marca 2000 r.

Proponowane tam dopuszczalne wartości drgań mechanicznych, działających na człowieka przez kończyny górne oraz o działaniu ogólnym, zostały wprowadzone do wykazu wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń fizycznych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, stanowiącego załącznik nr 2 do właściwego w tej sprawie rozporządzenia ministra pracy i polityki społecznej z dnia 2 stycznia 2001 r., a następnie, bez zmian, do takiego wykazu stanowiącego załącznik nr 2 do obowiązującego od 18 czerwca 2003 r. rozporządzenia ministra pracy i polityki społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [2].

Zgodnie z tym rozporządzeniem:

- dla drgań działających na organizm człowieka przez kończyny górne wartość sumy wektorowej skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych  $x$ ,  $y$  i  $z$  nie powinna przekraczać **2,8 m/s<sup>2</sup>**, przy 8-godzinnyim działaniu drgań na organizm człowieka; dla ekspozycji trwających 30 minut i krócej maksymalna dopuszczalna wartość sumy wektorowej skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych  $x$ ,  $y$  i  $z$  nie powinna przekraczać **11,2 m/s<sup>2</sup>**.

- dla drgań o ogólnym działaniu na organizm człowieka wartość sumy wek-

dr inż. JOLANTA KOTON  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

## Ocena zawodowej ekspozycji na drgania mechaniczne w Polsce i w krajach Unii Europejskiej

torowej skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych  $x$ ,  $y$  i  $z$  nie powinna przekraczać **0,8 m/s<sup>2</sup>**, przy 8-godzinnym działaniu drgań na organizm człowieka; dla ekspozycji trwających 30 minut i krócej maksymalna dopuszczalna wartość sumy wektorowej skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych  $x$ ,  $y$  i  $z$  nie powinna przekraczać **3,2 m/s<sup>2</sup>**.

Ogólne zasady wykonywania pomiarów drgań mechanicznych na stanowiskach pracy dla potrzeb oceny ekspozycji zawodowej, są podane w Polskiej Normie PN-91/N-01352 [3]. Sposoby wyznaczania, na podstawie pomiarów, wielkości charakteryzujących narażenie na ten czynnik i metody oceny narażenia są zawarte w opracowanej specjalnie do tych celów *Procedurze badania drgań na stanowiskach pracy*, opublikowanej w kwartalniku „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” [4].

Opracowaną procedurę stosuje się we wszelkich sytuacjach występujących na stanowiskach pracy, niezależnie od liczby czynności czy operacji wykonywanych przez pracownika w narażeniu na drgania i czasu trwania tych czynności czy operacji. Dotyczy ona zarówno drgań mechanicznych o ogólnym działaniu na organizm człowieka (drgań ogólnych) jak i drgań działających na organizm człowieka przez kończyny górne (drgań miejscowych), bez względu na charakter zmienności drgań w czasie. *Procedura* ta została opracowana na czas przejściowy, w oczekiwaniu na ustanowienie i opublikowanie przedmiotowych norm europejskich EN, które zgodnie z obowiązującymi zasadami powinny być wprowadzone drogą tłumaczenia do zbioru Polskich Norm jako normy PN EN.

Zgodnie z normą PN-91/N-01352 [3] i wspomnianą procedurą, **wielkością mierzoną** na stanowisku pracy jest przy-

spieszenie drgań, przy czym mierzy się wartość ważoną przyspieszenia. Zarówno dla drgań ogólnych jak i miejscowych pomiary wartości ważonej przyspieszenia wykonuje się w trzech prostopadłych do siebie kierunkach  $x$ ,  $y$  i  $z$  (układy współrzędnych odniesienia są podane w PN-91/N-01352 [3]).

Pomiary drgań miejscowych obejmują zakres częstotliwości 5,6 ÷ 1400 Hz, a drgań ogólnych – zakres częstotliwości 0,9 ÷ 90 Hz [3]. Punkty pomiarowe są lokalizowane na źródle drgań, w miejscach przekazywania drgań ze źródła do organizmu człowieka narażonego.

Wielkości zmierzone na stanowisku pracy charakteryzujące drgania w poszczególnych osiach  $x$ ,  $y$  i  $z$  są podstawą do wyznaczenia kolejnej wielkości, którą jest:

- suma wektorowa skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań trzech składowych kierunkowych  $x$ ,  $y$  i  $z$ ,  $a_{w,s}$ , określana – w zależności od rodzaju drgań – ze wzoru (1) lub (2).

$$a_{w,s} = \sqrt{a_{w,x,RMS}^2 + a_{w,y,RMS}^2 + a_{w,z,RMS}^2} \quad (1)$$

$$a_{w,s} = \sqrt{(1,4 \cdot a_{w,x,RMS})^2 + (1,4 \cdot a_{w,y,RMS})^2 + a_{w,z,RMS}^2} \quad (2)$$

gdzie:  $a_{w,x,RMS}$ ;  $a_{w,y,RMS}$ ;  $a_{w,z,RMS}$  – skuteczne wartości ważne przyspieszenia drgań, zmierzone na stanowisku pracy w kierunku  $x$ ,  $y$  i  $z$  przy wykonywaniu danej czynności w narażeniu na drgania, w m/s<sup>2</sup>.

W warunkach rzeczywistych pracownik w ciągu dnia pracy może wykonywać różne czynności czy operacje w narażeniu na drgania, przy czym przy poszczególnych czynnościach czy operacjach intensywność generowanych drgań może być różna. Wówczas na takim stanowisku pracy pomiary drgań należy wykonać podczas każdej czynności czy operacji oddzielnie, a następnie – na podstawie uzyskanych wyników – wyznaczyć oddzielnie charakteryzujące te czynności sumy wektorowe. Sum tych będzie

*Publikacja opracowana w ramach zadania badawczego I-3.08 programu wieloletniego pt. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów UE”, dofinansowywanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 2002 – 2004. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy*

wtedy tyle, ile czynności w narażeniu na drgania wykonuje pracownik na kontrolowanym stanowisku pracy w ciągu zmiany roboczej.

Wyznaczone sumy wektorowe  $a_{w,si}$  i określone czasy narażenia  $t_i$  na drgania charakteryzowane przez te sumy stanowią podstawę do wyznaczenia wielkości charakteryzującej ekspozycję na drgania. Wielkością tą jest:

- równoważna dla 8 godzin suma wektorowa skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań,  $a_{w,s,eq,8h}$ , zwana również całkowitą dzienną ekspozycją na drgania,  $A(8)$ , określana ze wzoru (3).

$$a_{w,s,eq,8h} = A(8) = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n a_{w,si}^2 \cdot t_i} \quad (3)$$

gdzie:  $a_{w,si}$  – suma wektorowa skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań, wyznaczona dla  $i$ -tej czynności w narażeniu na drgania ze wzoru (1) lub ze wzoru (2), zależnie od rodzaju drgań, w m/s<sup>2</sup>

$t_i$  – czas trwania  $i$ -tej czynności w narażeniu na drgania, w godzinach lub minutach

$n$  – liczba czynności w narażeniu na drgania na kontrolowanym stanowisku pracy

$T$  – 8 godzin lub 480 min.

W praktyce zdarzają się niekiedy sytuacje, że czas trwania jednej lub więcej czynności wykonywanych w ciągu dnia pracy w narażeniu na drgania jest krótki, ale drgania te są bardzo intensywne. W odniesieniu do takich przypadków,

w celu ochrony zdrowia pracowników, ustalono w rozporządzeniu ministra pracy i polityki społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. [2] odrębną wartość dopuszczalną w postaci maksymalnej dopuszczalnej wartości sumy wektorowej. Dotyczy to sytuacji, gdy całkowity czas narażenia pracownika na drgania w ciągu doby,  $t_e$ , będący sumą czasów trwania  $t_i$  poszczególnych  $i$ -tych czynności, jest równy lub krótszy niż 30 min ( $t_e \leq 30$  min), albo też, gdy  $t_e > 30$  min, lecz chociaż jeden czas  $t_i$  jest równy lub krótszy niż 30 min.

W takich przypadkach konieczne jest również wskazanie dodatkowej wielkości, którą jest:

- maksymalna suma wektorowa skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań.

Wyboru maksymalnej sumy wektorowej dokonuje się wg zapisu (4):

$$a_{w,s,max} = \max\{a_{w,s,j}\} = \max\{a_{w,s,1}, a_{w,s,2}, \dots, a_{w,s,j}\} \quad (4)$$

gdzie:

$a_{w,s,j}$  – jak we wzorze (3)

$j$  – liczba czynności w ciągu dnia pracy, których czas trwania  $t_i$  jest równy lub krótszy niż 30 min ( $j \leq n$ ).

Wyznaczone na podstawie wyników pomiarów wartości: równoważnej w odniesieniu do 8 godzin sumy wektorowej przyspieszeń drgań i/lub maksymalnej sumy wektorowej przyspieszeń drgań są wartościami, które porównuje się z wartościami dopuszczalnymi (NDN) ustalonymi dla drgań w celu oceny narażenia pracownika na drgania i ryzyka zawodowego związanego z występowaniem drgań.

## Przepisy i normy europejskie

Najnowszym europejskim przepisem prawnym, ustalającym minimalne wymagania dotyczące ochrony zdrowia i bezpieczeństwa w związku z ryzykiem wynikającym z ekspozycji pracowników na drgania mechaniczne, jest dyrektywa 2002/44/EC [5] z dnia 25 czerwca 2002 r. Dyrektywa ta jest pierwszą dyrektywą szczegółową, odniesioną do określonego, pojedynczego czynnika fizycznego. Została ustanowiona w wyniku podjętej w 1999 r. decyzji Komisji Europejskiej o rozdzieleniu czterech czynników fi-

zycznych (hałas, drgania mechaniczne, promieniowanie optyczne i pola elektromagnetyczne), które wg propozycji z 1993 r. miały być objęte jedną dyrektywą wspólną. Nowo ustanowiona dyrektywa wypełnia lukę w legislacji europejskiej, bowiem do czasu jej ustanowienia nie było żadnych unijnych przepisów prawnych ustalających wartości progowe odnoszące się do zawodowej ekspozycji na drgania mechaniczne. Przepisy ustawowe, niezbędne do wykonania postanowień tej dyrektywy, Państwa Członkowskie Unii Europejskiej są zobowiązane wprowadzić do dnia 6 lipca 2005 r.

Dyrektywa 2002/44/EC [5] dotyczy ekspozycji pracowników zarówno na drgania miejscowe jak i ogólne.

W myśl postanowień tej dyrektywy wielkością podlegającą ocenie przy ekspozycji na **drgania miejscowe** jest równoważna dla 8 godzin suma wektorowa skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań trzech składowych kierunkowych  $x$ ,  $y$  i  $z$ , zwana **całkowitą dzienną ekspozycją na drgania A(8)**. Dla wielkości tej ustalono w dyrektywie dwie wartości progowe, obie odniesione do 8-godzinnej ekspozycji, tj.:

- dzienną graniczną wartość ekspozycji, która wynosi  $5 \text{ m/s}^2$

- dzienną wartość ekspozycji, przy której należy podejmować działania zapobiegawcze, a która wynosi  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

W odniesieniu do **drgań ogólnych**, zgodnie z przywołaną dyrektywą, wielkością podlegającą ocenie jest równoważne dla 8 godzin skuteczne, ważne częstotliwościowo przyspieszenie drgań jednej składowej, uznanej za składową dominującą. Również dla tej wielkości ustalono w dyrektywie dwie wartości progowe; obie, podobnie jak dla drgań miejscowych, odniesione do 8-godzinnej ekspozycji:

- dzienną graniczną wartość ekspozycji, która wynosi  $1,15 \text{ m/s}^2$

- dzienną wartość ekspozycji, przy której należy podejmować działania zapobiegawcze, a która wynosi  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

W dyrektywie tej podano też wartości progowe ekspozycji na drgania ogólne w odniesieniu do dawki drgań z dominującego kierunku (VDV – Vibration Dose Value), którą to wielkość wyznacza się wg uznania państwa członkowskiego.

Wówczas:

- dzienna graniczna wartość ekspozycji, wyrażona jako wartość dawki drgań, wynosi  $21 \text{ m/s}^{1,75}$

- dzienna wartość ekspozycji, przy której należy podejmować działania zapobiegawcze, wyrażona jako wartość dawki drgań, wynosi  $9,1 \text{ m/s}^{1,75}$ .

Pomiarów i oceny **miejscowych drgań mechanicznych** na stanowisku pracy w państwach członkowskich Unii Europejskiej dokonuje się wg norm EN ISO 5349 – 1:2001 [6] oraz EN ISO 5349 – 2:2001 [7]. Norma EN ISO 5349 – 1:2001 została przyjęta przez Europejski Komitet Normalizacji (CEN) w maju 2001 r., a norma EN ISO 5349 – 2:2001 – w czerwcu 2001 r. Obie normy zostały opublikowane w sierpniu 2001 r., a więc przeszło pół roku po opublikowaniu obowiązującej w Polsce *Procedury badania drgań na stanowiskach pracy* [4].

Zgodnie z EN ISO 5349 – 1:2001 [6] oraz EN ISO 5349 – 2:2001 [7] wielkościami mierzonymi na stanowisku pracy są ważne częstotliwościowo przyspieszenia drgań w trzech kierunkach, a wielkością wyznaczaną na podstawie pomiarów i podlegającą ocenie – suma wektorowa zmierzonych przyspieszeń, odniesiona do 8 godzin. Sumę tę wyznacza się wg wzoru (3), czyli identycznie jak w Polsce.

W obszarze pomiarów i oceny występujących na stanowiskach pracy **drgań mechanicznych o ogólnym działaniu na człowieka**, dokumentem normalizacyjnym odniesienia, stosowanym w krajach członkowskich UE, jest norma międzynarodowa ISO 2361-1:1997 [8], której postanowienia znacznie jednak wykraczają poza środowisko pracy. Norma ta nie została dotychczas przyjęta jako EN, natomiast w CEN trwają obecnie prace nad przygotowaniem normy europejskiej dotyczącej pomiarów i wyznaczania zawodowej ekspozycji na drgania ogólne ze względu na ochronę zdrowia. Najnowsza wersja przygotowywanego dokumentu, sporządzona 9 września 2002 r., ma status projektu normy i jest oznaczona jako pr. EN 14253:2002 [9]. Ten projekt normy europejskiej odnosi się jedynie do środowiska pracy i w tym zakresie jest identyczny jak norma międzynarodowa ISO 2361-1:1997 [8].

Zarówno zgodnie z normą ISO 2361-1:1997 [8] jak i z projektem normy EN 14253:2002 [9], wielkościami mierzonymi na stanowisku pracy są – jak w przypadku drgań miejscowych – ważone częstotliwościowo przyspieszenia drgań w trzech kierunkach, natomiast – w odróżnieniu od drgań miejscowych – wielkością charakteryzującą ekspozycję na ten rodzaj drgań i podlegającą ocenie jest najwyższe z trzech kierunków pomiarowych  $x, y$  i  $z$ , równoważne dla 8 godzin, skuteczne, ważone częstotliwościowo przyspieszenie drgań, które określa się wg zapisu (5):

$$A(8) = \max\{A_x(8), A_y(8), A_z(8)\} \quad (5)$$

$$A_x(8) = 1,4 \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n a_{w,x,RMS_i}^2 \cdot t_i} \quad (6)$$

$$A_y(8) = 1,4 \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n a_{w,y,RMS_i}^2 \cdot t_i} \quad (7)$$

$$A_z(8) = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n a_{w,z,RMS_i}^2 \cdot t_i} \quad (8)$$

We wzorach (6), (7) i (8) przyjęto oznaczenia jak we wzorach poprzednich.

### Porównanie uregulowań polskich i europejskich

W odniesieniu do pomiarów i oceny drgań miejscowych – na podstawie porównania zapisów w *Procedurze badania drgań na stanowiskach pracy* [4] i w EN ISO 5349-1:2001 [6] oraz EN ISO 5349-2:2001 [7] – należy stwierdzić, że zawarte w tych dokumentach postanowienia, dotyczące zarówno wielkości mierzonych jak i wyznaczanych dla potrzeb oceny narażenia, generalnie są równoważne choć nieidentyczne. I tak, w wyniku stosowania *Procedury...* [4], w określonych w niej przypadkach, jest wyznaczana wartość maksymalnej sumy wektorowej przyspieszeń drgań, której nie wyznacza się w świetle postanowień odnośnych norm europejskich. Należy też stwierdzić, że stopień szczegółowości zapisów, które mogą mieć wpływ na niepewność pomiarów, w przedmiotowych normach europejskich jest znacznie większy, niż w stosowanej w Polsce *Procedurze badania drgań...* [4]. Uwzględniając ten aspekt,

a także z uwagi na konieczność wprowadzania norm europejskich do zbioru norm polskich, obie przedmiotowe normy europejskie zostały w 2002 r. przetłumaczone na język polski i obecnie są na etapie weryfikacji w celu ich przedłożenia właściwej Komisji Normalizacyjnej, a następnie ich ustanowienia jako norm PN-EN ISO, które zastąpią normę PN-91/N-01352 [3] oraz *Procedurę...* [4].

W odniesieniu do pomiarów i oceny drgań ogólnych, zapisy *Procedury badania drgań na stanowiskach pracy* [4] w zakresie mierzonych wielkości są identyczne z zapisami normy międzynarodowej ISO 2361-1:1997 [8] dotyczący mi środowiska pracy i zapisami projektu normy europejskiej EN 14253:2002 [9]. Różnice w normalizowanym obszarze dotyczą przyjętej wielkości charakteryzującej narażenie pracownika na drgania ogólne i podlegającej ocenie. Zgodnie ze stosowaną w Polsce *Procedurą badania drgań na stanowiskach pracy* [4], wielkością ocenianą, charakteryzującą ekspozycję na drgania ogólne jest – jak już wcześniej podano – równoważna dla 8 godzin suma wektorowa skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wyznaczana ze wzoru (3) lub równoważnego wzoru (6):

$$A(8) = \sqrt{A_x(8)^2 + A_y(8)^2 + A_z(8)^2} \quad (6)$$

Według ISO 2361-1:1997 [8] i projektu normy EN 14253:2002 [9], wyznaczana na podstawie pomiarów wielkością dla potrzeb oceny ekspozycji na drgania ogólne jest – jak już podano – najwyższe z trzech kierunków pomiarowych  $x, y$  i  $z$ , równoważne dla 8 godzin, ważone przyspieszenie drgań, określane wg zapisu (5). Ponadto, jak w odniesieniu do drgań miej-

scowych, w krajach członkowskich UE nie określa się na stanowiskach pracy wartości maksymalnej sumy wektorowej przyspieszeń drgań ogólnych, którą to wartość w niektórych sytuacjach należy określać wg stosowanej w Polsce *Procedury...* [4].

Można więc stwierdzić, że polskie i stosowane w krajach członkowskich UE uregulowania, dotyczące pomiarów i oceny drgań tak miejscowych jak i ogólnych, są w pełni spójne pod względem mierzonych na stanowiskach pracy wielkości. Brak jednak pełnej spójności w odniesieniu do wyznaczanych na podstawie pomiarów wielkości ocenianych, charakteryzujących ekspozycję na te rodzaje drgań.

Zestawienie wielkości mierzonych na stanowiskach pracy, na których występują drgania mechaniczne oraz wielkości wyznaczanych na podstawie dokonanych pomiarów, a podlegających ocenie w świetle uregulowań polskich i europejskich zawarto w tabeli 1.

Tabela 1

Rodzaj drgań	Wielkości mierzone* / określone* na stanowisku pracy		Wielkości wyznaczane, podlegające ocenie*		Uwagi
	Polska	UE	Polska	UE	
Drgania działające przez kończyny górne	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>a_{w,x,RMS_i}</math></li> <li><math>a_{w,y,RMS_i}</math></li> <li><math>a_{w,z,RMS_i}</math></li> <li><math>t_i</math></li> </ul>	jak w Polsce	Wielkości pośrednie: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>a_{w,s_i}</math></li> <li>- wg wzoru (1)</li> </ul> Wielkości finalne: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>a_{w,s,eq,8h} = A(8)</math></li> <li>- wg wzoru (3)</li> <li>i/lub</li> <li><math>a_{w,s,max}</math></li> <li>- wg zapisu (4)</li> </ul>	Wielkości pośrednie: <ul style="list-style-type: none"> <li>jak w Polsce</li> </ul> Wielkość finalna: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>a_{w,s,eq,8h} = A(8)</math></li> <li>- wg wzoru (3)</li> </ul>	W Krajach Członkowskich UE nie wyznacza się $a_{w,s,max}$
Drgania o działaniu ogólnym	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>a_{w,x,RMS_i}</math></li> <li><math>a_{w,y,RMS_i}</math></li> <li><math>a_{w,z,RMS_i}</math></li> <li><math>t_i</math></li> </ul>	jak w Polsce	Wielkości pośrednie: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>a_{w,s_i}</math></li> <li>- wg wzoru (2)</li> </ul> Wielkości finalne: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>a_{w,s,eq,8h} = A(8)</math></li> <li>- wg wzoru (3)</li> <li>i / lub</li> <li><math>a_{w,s,max}</math></li> <li>- wg zapisu (4)</li> </ul>	Wielkości pośrednie: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>A_x(8)</math></li> <li>- wg wzoru (6);</li> <li><math>A_y(8)</math></li> <li>- wg wzoru (7);</li> <li><math>A_z(8)</math></li> <li>- wg wzoru (8)</li> </ul> Wielkość finalna: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>A(8)</math></li> <li>- wg wzoru (5)</li> </ul>	W Krajach Członkowskich UE inna wielkość podlega ocenie i nie wyznacza się $a_{w,s,max}$

\* - Oznaczenia jak we wzorach w tekście

Tabela 2

Rodzaj drgań	Wartości dopuszczalne dla drgań mechanicznych i ich struktura* wg rozp. MPiPS [2]	Wartości progowe drgań mechanicznych i ich struktura* wg dyrektywy 2002/44/EC [5]
Drgania działające przez kończyny górne	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>A(8)_{dopuszczalne} = 2,8 m/s^2</math></li> <li><math>a_{w,s,max,dopuszczalne} = 11,2 m/s^2</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>A(8)_{graniczne} = 5 m/s^2</math></li> <li><math>A(8)_{działania} = 2,5 m/s^2</math></li> </ul>
Drgania o działaniu ogólnym	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>A(8)_{dopuszczalne} = 0,8 m/s^2</math></li> <li><math>a_{w,s,max,dopuszczalne} = 3,2 m/s^2</math></li> </ul> (w odniesieniu do sumy wektorowej trzech składowych kierunkowych)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>A(8)_{graniczne} = 1,15 m/s^2</math> lub <math>VDV_{graniczne} = 21 m/s^{1,75}</math></li> <li><math>A(8)_{działania} = 0,5 m/s^2</math> lub <math>VDV_{działania} = 9,1 m/s^{1,75}</math></li> </ul> (w odniesieniu do składowej dominującej)

\* Oznaczenia jak we wzorach w tekście

Zestawienie obowiązujących obecnie w Polsce wartości dopuszczalnych ustanowionych w odniesieniu do drgań mechanicznych w rozporządzeniu ministra pracy i polityki społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [2] i wartości progowych drgań podanych w dyrektywie 2002/44/EC [5] zawarto w tabeli 2.

Z przedstawionego zestawienia wynika, że postanowienia dotyczące drgań mechanicznych zawarte w obu dokumentach, w zakresie ustanowionych ze względu na ochronę zdrowia i bezpieczeństwo pracowników wartości, zarówno odnoszące się do drgań miejscowych jak i ogólnych, nie są całkowicie spójne. Mając na uwadze postanowienia dyrektywy 2002/44/EC i konieczność dostosowania przepisów krajowych do prawa unijnego, przewiduje się korektę przepisów polskich w celu ich harmonizacji z przepisami europejskimi.

#### PIŚMIENNICTWO

- [1] Harazin B. *Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych narażenia zawodowego*. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, R 17, nr 1(27) 2001, s. 177-211
- [2] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 217, poz. 1833
- [3] PN-91/N-01352. *Drgania. Zasady wykonywania pomiarów na stanowiskach pracy*
- [4] Koton J., Szopa J. *Procedura badania drgań na stanowiskach pracy* Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, R 17, nr 1(27) 2001, s. 213-223
- [5] Directive 2002/44/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents ((vibration) (sixteenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) Official Journal L 177, 06/07/2002 s. 0013-0020
- [6] EN ISO 5349-1:2001 *Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand – transmitted vibration – Part 1: General requirements*
- [7] EN ISO 5349-2:2001 *Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand – transmitted vibration – Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace*
- [8] ISO 2361-1:1997 *Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole – body vibration. Part 1: General requirements*
- [9] pr. EN 14253:2002 *Mechanical vibration – Measurement and calculation of occupational exposure to whole – body vibration with reference to health – Practical guidance*

*Publikacja opracowana na podstawie wyników zadań badawczych wykonanych w ramach programu wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy”, dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy*

**W**ażną rolę w ograniczaniu emisji zanieczyszczeń do środowiska powietrznego w pomieszczeniach spełnia wentylacja miejscowa wywiewna. Stanowi ona środek ochrony zbiorowej – usuwa zanieczyszczenia bezpośrednio z miejsc wydzielenia. Dzięki temu nie dopuszcza się do rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w pomieszczeniach.

Ograniczenie emisji substancji szkodliwych dla zdrowia, przedostających się z maszyn lub innych urządzeń do środowiska powietrznego pomieszczeń, ma zasadnicze znaczenie z punktu widzenia ochrony człowieka w procesie pracy [1, 2]. Wymagania dotyczące zapewnienia właściwych warunków pracy, między innymi czystości środowiska powietrznego na stanowiskach pracy, są zawarte w dyrektywach Wspólnoty Europejskiej [3 ÷ 7].

Dotychczas brak jest metod oceny skuteczności działania zasysających elementów wentylacji miejscowej wywiewnej (obudów, okapów i ssawek wentylacyjnych) oraz zespołów i urządzeń oczyszczających odsysane powietrze (odpylaczy, neutralizatorów). Brak także metod określania emisji z maszyn i urządzeń oraz kryteriów w tym zakresie. W związku z tym **w prowadzonych badaniach certyfikacyjnych maszyn i urządzeń w Polsce dotychczas nie uwzględnia się wymagań dotyczących emisji substancji szkodliwych dla zdrowia do pomieszczeń pracy oraz skuteczności działania urządzeń wentylacji miejscowej wywiewnej.**

Badania w omawianym zakresie są wykonywane, w kilku ośrodkach naukowo-badawczych w Niemczech. Pomiaru wykonywane są, między innymi, w odniesieniu do maszyn do obróbki drewna, ręcznych zmechanizowanych narzędzi oraz agregatów filtracyjno-wentylacyjnych [8]. Istnieją tam również normy i projekty norm państwowych (DIN) oraz wy-

tyczne określające szczegółowe wymagania dotyczące pomiarów odnoszących się do różnego rodzaju maszyn.

#### Dokumenty normalizacyjne

Problematyką oceny emisji zanieczyszczeń oraz skuteczności działania wentylacji miejscowej wywiewnej zajmuje się Grupa Robocza nr 15 ds. Bezpieczeństwa Maszyn Europejskiego Komitetu Normalizacji CEN/TC 114. Metody stosowane w badaniach emisji zanieczyszczeń z maszyn oraz skuteczności działania urządzeń wentylacji miejscowej wywiewnej są zawarte w arkuszowej normie europejskiej EN 1093. Proces normalizacji w omawianym zakresie jest w toku. W tabeli podano opisy metod oceny parametrów związanych z emisją zanieczyszczeń z maszyn i urządzeń oraz skuteczności działania (skuteczność ograniczania emisji, skuteczność wychwytu) odciągów wentylacyjnych zawarte w poszczególnych arkuszach wymienionej normy europejskiej oraz w ustanowionych dotychczas Polskich Normach.

Zgodnie z PN-EN 1093-1:2001 zdefiniowane zostały:

**Skuteczność wychwytu**  $\eta_c$  (*capture efficiency*) – stosunek strumienia masy określonego zanieczyszczenia zassanego przez maszynę ( $m_u - m_k$ ), do niekontrolowanego strumienia masy tego zanieczyszczenia przez nią emitowanego ( $m_u$ ), %:

$$\eta_c = \frac{m_u - m_k}{m_u} \cdot 100$$

**Natężenie kontrolowanej emisji**  $m_k$  (*controlled emission rate*) – masa określonego zanieczyszczenia, które jest emitowane przez maszynę do określonej przestrzeni w jej otoczeniu w jednostce czasu, przy czym uwzględnia się skutki działania zmierzającego do zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza (wentylację miejscową wywiewną).