

Nowe normy PN-EN

mgr inż. WITOLD MIKULSKI
doc. dr inż. DANUTA AUGUSTYŃSKA
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Hałas maszyn – wyznaczanie poziomu mocy akustycznej obrabiarek do drewna

Praca wykonana w ramach Strategicznego Programu Rządowego pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych

W poprzednich publikacjach [1] (patrz „Bezpieczeństwo Pracy” nr 2 i 3/2000) omówiono metody wyznaczania poziomu mocy akustycznej maszyn, określone w normach europejskich serii EN ISO 3740 i 9614 (obecnie wprowadzonych lub wprowadzanych do zbioru polskich norm metodą oficjalnego tłumaczenia).

Jak powiedziano, jedną z najczęściej stosowanych metod, a często jedyną możliwą do zastosowania w warunkach terenowych (in situ) jest metoda orientacyjna z zastosowaniem otaczającej powierzchni pomiarowej nad płaszczyzną odbijającą dźwięk, określona w normie europejskiej EN ISO 3746:1995 (wersja polska PN-EN ISO 3746:1999). Norma ta należy do serii norm EN ISO 3740, (zharmonizowanych z dyrektywą maszynową 98/37/EC [3]) określających metody wyznaczania poziomu mocy akustycznej maszyn na podstawie pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego [1].

Seria norm EN ISO 3740 zawiera następujące normy:

- EN ISO 23741:1991 (metoda dokładna klasy dokładności 1, do zastosowania w komorze pogłosowej) (norma w rewizji),
- EN ISO 3743-1:1995 i EN ISO 3743-2:1996 (wersje polskie PN-EN ISO 3743-1:1998 i PN-EN ISO 3743-2:1998) (metody techniczne klasy dokładności 2, do zastosowania w pomieszczeniu o ścianach odbijających dźwięk),
- EN ISO 3744:1995 (wersja polska PN-EN ISO 3744:1999) (metoda techniczna klasy dokładności 2, do zastosowania

w przestrzeni otwartej lub w pomieszczeniu),

- prEN ISO 3745 (metoda dokładna klasy dokładności 1, do zastosowania w komorze bezehowej lub w komorze bezehowej z podłogą odbijającą dźwięk),
- EN ISO 3746 (wersja polska PN-EN ISO 3746:1999) (metoda orientacyjna, klasy dokładności 3, do zastosowania w przestrzeni otwartej lub w pomieszczeniu).

Ponieważ została ustanowiona norma PN-EN ISO 3746:1999 zastępująca stosowaną dotychczas polską normę PN-N-01332:1984, zaistniała potrzeba zebrania doświadczeń w celu łatwiejszego jej wprowadzenia do stosowania. Metodę opisaną w tej normie przetestowano [2] na obrabiarkach do drewna, które znajdują się w wykazie maszyn szczególnie niebezpiecznych. Zostało to określone w dyrektywie maszynowej 98/37/EC oraz w wykazie wyrobów podlegających obowiązkowi zgłaszania do certyfikacji na znak bezpieczeństwa, zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów [4].

Metoda badań

Środowisko badawcze. Pomieszczenie zamknięte lub przestrzeń otwarta z jedną lub kilkoma płaszczyznami odbijającymi dźwięk, spełniające określone wymagania.

Kryterium przydatności środowiska badawczego. Poprawka środowiskowa K_{2A} , uwzględniająca wpływ dźwięków odbitych lub pochłoniętych na poziom dźwięku A na powierzchni pomiarowej:

$$K_{2A} \leq 7 \text{ dB}$$

Poprawka K_{2A} wyznaczana jest wg procedur podanych w załączniku A normy PN-EN ISO 3746:1999, tj. stosując źródło dźwięku odniesienia lub wyliczając ją ze wzoru:

$$K_{2A} = \lg [1 + 4 (S/A)] \text{ dB}$$

w którym:

A – chłonność akustyczna pomieszczenia, w m^2 ,

S – pole powierzchni pomiarowej, w m^2 .

Objętość źródła dźwięku. Brak ograniczeń, ograniczona tylko warunkami środowiska badawczego.

Charakter hałasu. Dowolny (ustalony, nieustalony, impulsowy, o widmie szerokopasmowym, wąskopasmowym, dyskretnym).

Ograniczenia zależne od hałasu tła. Poprawka uwzględniająca hałas tła, K_{1A} charakteryzująca wpływ hałasu tła na poziom dźwięku A na powierzchni pomiarowej:

$$K_{1A} \leq 3 \text{ dB}$$

Poprawkę K_{1A} oblicza się ze wzoru:

$$K_{1A} = -10 \lg (1 - 10^{-0,1 \Delta L_A}) \text{ dB}$$

w którym:

$$\Delta L_A = \overline{L'_{pA}} - \overline{L''_{pA}}$$

gdzie:

$\overline{L'_{pA}}$ – równoważny poziom dźwięku A uśredniony na powierzchni pomiarowej, w czasie pracy badanego źródła,

$\overline{L''_{pA}}$ – równoważny poziom dźwięku A hałasu tła uśredniony na powierzchni pomiarowej.

Jeśli $\Delta L_A > 10 \text{ dB}$ $K_{1A} = 0$

Jeśli $\Delta L_A \geq 3 \text{ dB}$ do 10 dB – poprawkę K_{1A} wyznacza się zgodnie z podanym wzorem.

Liczba punktów pomiarowych: ≥ 4

Podstawowe pozycje mikrofonu na półkuli lub prostopadłościenną powierzchni pomiarowej należy wybierać wg załącznika B i C normy PN-EN ISO 3746:1999.

Aparatura pomiarowa:

- miernik poziomu dźwięku spełniający co najmniej wymagania klasy dokładności 2 zgodnie z normą IEC 651,
- całkujący miernik poziomu dźwięku

Nowe normy PN-EN

spełniający co najmniej wymagania klasy dokładności 2 zgodnie z normą IEC 804.

Dokładność metody wyznaczania poziomu mocy akustycznej L_{WA} , wyrażona jest przez odchylenie standardowe odtwarzalności σ_R

$$\sigma_R \leq 3 \text{ dB}$$

(jeśli $K_{2A} < 5 \text{ dB}$)

$$\sigma_R \leq 4 \text{ dB}$$

(jeśli $5 \text{ dB} \leq K_{2A} \leq 7 \text{ dB}$)

Jeśli dominują tony, wartość σ_R jest większa o 1 dB.

Pojedyncza wartość poziomu mocy akustycznej źródła hałasu, wyznaczona zgodnie z metodą określoną w normie PN-EN ISO 3746:1999 może różnić się od wartości prawdziwej o wartość mieszczącą się w zakresie niepewności pomiarów (zależnej od warunków środowiskowych i metody pomiarowej). Wartości odchylenia standardowego uwzględniają łączny wpływ różnych czynników na niepewność pomiaru wynikającą z zastosowanej metody pomiarowej, ale nie uwzględniają zmian mocy akustycznej powodowanych zmianą warunków pracy lub zamontowania źródła.

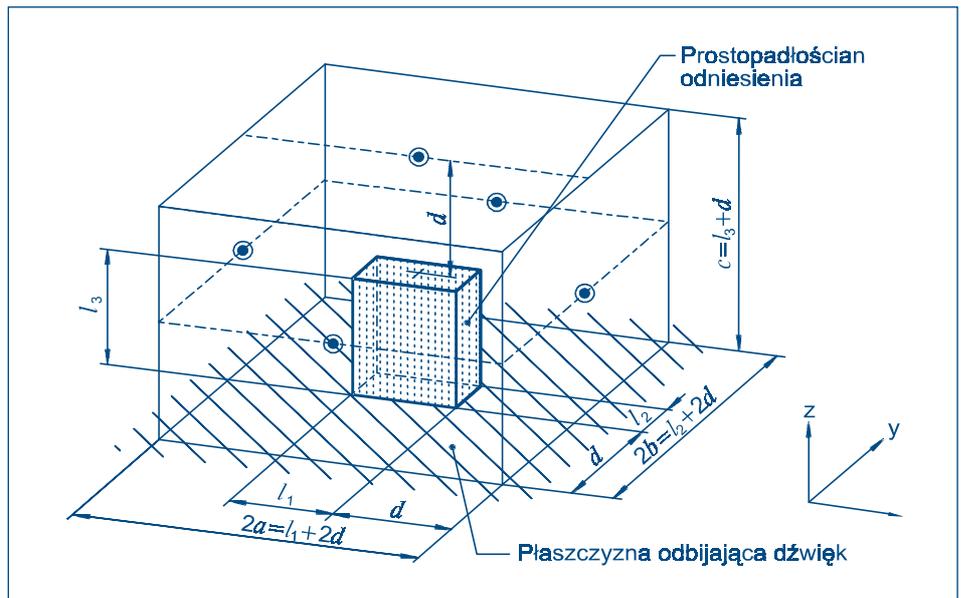
Niepewność pomiaru zależy od odchylenia standardowego odtwarzalności oraz od wymaganego poziomu ufności. Przy rozkładzie normalnym poziomów mocy akustycznej prawdopodobieństwo, że spodziewana wartość poziomu mocy akustycznej źródła mieści się w przedziale $\pm 1,654 \sigma_R$ wartości zmierzonej wynosi 90%, a prawdopodobieństwo, że mieści się w przedziale $\pm 1,96 \sigma_R$ wartości zmierzonej wynosi 95%.

Poziom mocy akustycznej możliwy do uzyskania:

Skorygowany charakterystyką częstotliwościową A (zwany też skorygowanym poziomem mocy akustycznej A).

Poziom ten wyznacza się ze wzoru:

$$L_{WA} = \overline{L_{pFA}} + 10 \lg \frac{S}{S_0} \text{ dB}$$



Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiarowych na prostokątnej powierzchni pomiarowej (5 punktów pomiarowych)

w którym:

$\overline{L_{pFA}} = \overline{L'_{pA}} - K_{1A} - K_{2A}$ – równoważny uśredniony na powierzchni pomiarowej tzw. powierzchniowy poziom dźwięku A ,

S – pole powierzchni pomiarowej, w m^2 ,

$$S_0 = 1 \text{ m}^2.$$

Wyniki badań

Badania przeprowadzono na grupie 32 obrabiarek do drewna [2]. Obrabiarki badano w czasie biegu jałowego i pod obciążeniem. Do pomiarów zastosowano całkujące mierniki poziomu dźwięku klasy dokładności 1. Maszyny ustawiono na powierzchni odbijającej dźwięk. Zastosowano powierzchnię pomiarową w kształcie prostokąta (rys. 1). Przyjęto odległość pomiarową z zakresu $0,5 \div 1,5 \text{ m}$ oraz minimalną liczbą punktów pomiarowych równą 5. We wszystkich przypadkach pomieszczenia badawcze spełnia-

ły wymagania metody $K_{2A} \leq 7 \text{ dB}$ ($K_{2A} = 0,9 \div 5,4 \text{ dB}$ – patrz tabela). Minimalny był również wpływ hałasu tła na poziom dźwięku A badanego źródła (przyjęto $K_{1A} = 0$).

W tabeli oraz na rys. 2 i 3 przedstawiono wyniki obliczeń powierzchniowego poziomu dźwięku A , $\overline{L_{pFA}}$ oraz skorygowanego poziomu mocy akustycznej A , L_{WA} .

Jak wynika, powierzchniowy poziom dźwięku A , $\overline{L_{pFA}}$, zmierzony dla badanych obrabiarek wahał się w granicach: $64 \div 97 \text{ dB}$ (maszyny pod obciążeniem) oraz $58 \div 93 \text{ dB}$ (maszyny podczas biegu jałowego). Odpowiednio poziom mocy wyniósł: $77 \div 108 \text{ dB}$ (pod obciążeniem) oraz $71 \div 107 \text{ dB}$ (bez obciążenia). Niepewność pomiarów określona dla poprawki środowiskowej $K_{2A} < 5 \text{ dB}$ w przypadku większości obrabiarek i przedziału ufności 90% wyniosła $\pm 4,935 \text{ dB}$ ($\pm 5 \text{ dB}$), zaś dla poprawki $K_{2A} > 5 \text{ dB}$ ($K_{2A} = 5,4 \text{ dB}$ – przypadek maszyny nr 25 – patrz tabela) wyniosła $\pm 6,58 \text{ dB}$ ($6,6 \text{ dB}$).

Nowe normy PN-EN

POWIERZCHNIOWY POZIOM DŹWIĘKU $A \overline{L}_{pFA}$, SKORYGOWANY POZIOM MOCY AKUSTYCZNEJ $A L_{WA}$ MASZYNY ORAZ NIEPEWNOŚĆ POMIARÓW, w dB

Nr obrabiarki		K_{24} w dB	\overline{L}_{pFA} w dB		L_{WA} w dB		Niepewność pomiarów w dB
			bez obciążenia	pod obciążeniem	bez obciążenia	pod obciążeniem	
1	czopiarka dwustronna DDCA	1.2	85.5	92.1	99	106	4.9
2	czopiarka dwuwrzecionowa C-2	3.8	70.6	78.4	87	95	4.9
3	drążkarka DNEB-40	2.6	73.2	81.7	87	95	4.9
4	frezarka DFKA	4.5	70.3	74.4	86	90	4.9
5	frezarka do obrzeży DFOA	2.0	74.3	78.3	88	92	4.9
6	frezarka F-110	3.6	72.2	76.7	88	93	4.9
7	frezarka górnwzrucionowa typ GS-900	4.5	67.6	74.9	85	92	4.9
8	frezarka pozioma FFBA-300	0.9	78.2	81.9	91	95	4.9
9	frezarko-czopiarka C4/S	4.3	73.8	82.6	91	100	4.9
10	frezarko-czopiarka FC-10	3.9	–	78.7	–	95	4.9
11	frezarko-czopiarka FC-10-MK	3.7	80.6	96.8	97	101	4.9
12	obtaczarka słupków DNAA-140	3.5	77.4	88.2	93	103	4.9
13	pilarka dwuwzrucionowa FPPA-80	1.0	89.6	95	103	108	4.9
14	pilarka poprzeczna DMBA-140	2.9	92.6	93.3	107	107	4.9
15	pilarka taśmowa DRDA-80	3.9	69	72.2	85	88	4.9
16	strugarka grubiarka DSNA-52	2.3	77.5	87.2	89	98	4.9
17	strugarka czterostronna DDGA	1.3	90.1	92.4	104	107	4.9
18	strugarka czterostronna typ SC-4/160	4.1	76	79.4	93	96	4.9
19	strugarka kombinowana DSOA-40	3.2	82.2	84.3	98	100	4.9
20	strugarka trzystronna DSEC-63	3.8	79.2	86.4	96	103	4.9
21	strugarka wyrówniarka DSV A-30	4.5	70.7	75	86	91	4.9
22	strugarka wyrówniarka DSVC-40	3.3	78.1	79.6	94	96	4.9
23	szlifierka KS-225	4.4	70.1	73	85	88	4.9
24	szlifierka kształtowa DCSB-180	2.2	57.8	64.3	70	77	4.9
25	szlifierka taśmowa DZJD-250	5.4	65.6	71.6	84	90	6.6
26	szlifierka typ M-300	4.2	73.5	73.7	90	91	4.9
27	wiertarka wielowzrucionowa typ W-25	4.0	–	83.3	–	100	4.9
28	wiertarko-frezarka pozioma DWGA-20	2.8	66	66.7	81	82	4.9
29	wyrówniarko-strugarko-grubościówka WG-50/63	3.9	79.2	82.6	96	99	4.9
30	zaostrzarka DNCA-100	2.3	62.7	84.5	75	99	4.9
31	zaostrzarka DNCA-140	2.7	63.3	94.7	77	108	4.9
32	zespół czopiarów mikrowrzecionów 2x KZ-6	1.7	78.4	84	98	104	4.9

Podsumowanie

Przeprowadzone badania hałasu obrabiarek wykazały przydatność przyjętej metody badań o klasie dokładności 3 (metody orientacyjnej wg PN-EN ISO 3746:1999) do wyznaczania poziomu mocy akustycznej maszyn w warunkach terenowych (in situ), w typowych średnich i dużych halach przemysłowych, w których maszyny te są zwykle instalowane. W przypadku maszyn o stosunkowo niewielkich rozmiarach metoda jest stosunkowo prosta, gdyż możliwe jest ograniczenie liczby punktów pomiarowych do 5. Jednak metoda ta ze względu na małą dokładność może być stosowana tylko do oceny wstępnej lub wtedy, gdy metody

bardziej dokładne nie mogą być stosowane. W pewnych przypadkach jest możliwe zwiększenie dokładności metody, ponieważ wartości odchylenia standardowego wyznaczania poziomu mocy akustycznej podane w normie PN-EN ISO 3746:1999 są wartościami maksymalnymi. Dla danej rodziny maszyn wartości odchylen standardowych podane w procedurach badania tych rodzin maszyn mogą być mniejsze, jeśli są wyznaczone w wyniku systematycznych badań.

Gdy wymagana jest dokładność metody klasy 2 (klasa dokładności zalecana w przepisach europejskich przy wyznaczaniu poziomu mocy akustycznej do celów deklaracji emisji hałasu maszyny przez jej

producenta) – patrz norma EN ISO 4871:1999 (w przygotowaniu projektu PN-EN ISO) powinny być stosowane inne metody np. metoda techniczna określona w normie PN-EN ISO 3744:1999. Metoda ta może być stosowana w środowiskach badawczych, dla których poprawka środowiskowa K_2 jest mniejsza lub równa 2 dB ($K \leq 2$ dB). Istnieje jednak możliwość zastosowania tej metody nawet wtedy, gdy poprawka K_2 jest większa od 2 dB (przy spełnieniu pozostałych wymagań tj. zastosowanie odpowiedniej liczby punktów pomiarowych (≥ 9) i aparatury klasy dokładności 1). Norma PN-EN ISO 3744:1999 proponuje następujące rozwiązanie: wynik pomiaru może być uznany

Nowe normy PN-EN

za zgodny z normą PN-EN ISO 3744:1999 (czyli klasy dokładności 2), nawet wtedy, jeśli K , mieści się w zakresie między 2 a 4 dB (co dotyczy większości stanowisk przemysłowych i co potwierdzają badania obrabiarek do drewna przeprowadzone w niniejszej pracy), pod warunkiem, że zastosowana poprawka K , będzie ograniczona do 2 dB (fakt ten należy zapisać w protokole badań). W przypadku metody technicznej istnieje ponadto możliwość ograniczenia liczby punktów pomiarowych.

PIŚMIENICTWO

[1] Augustyńska D., Pleban D., Mikulski W.: *Hałas maszyn – znormalizowane metody wyznaczania poziomu mocy akustycznej*. Bezpieczeństwo Pracy nr 2-3, 2000

[2] Mikulski W., Augustyńska D., Pleban D.: *Opracowanie projektów PN-EN dotyczących określenia poziomu mocy akustycznej maszyn*. Zadanie badawcze 02.4.6SPR-1, CIOP, Warszawa 1999

[3] Directive 98/37EC of the European Parliament and of the Council of 22 June 1998 on the approximation of the laws of the Member States relating to machinery. Official Journal L 207, 23.07.1998

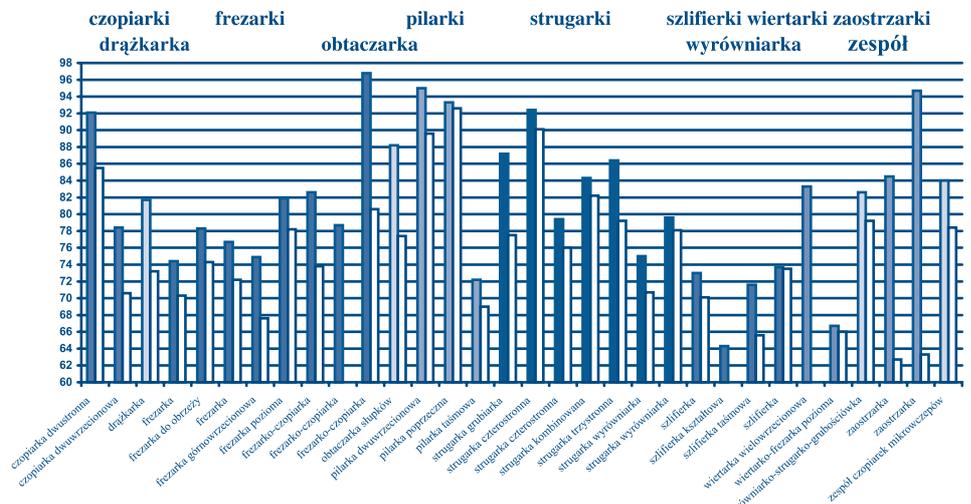
[4] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 1999 r. w sprawie wykazu wyrobów wyprodukowanych w Polsce, a także wyrobów importowanych do Polski po raz pierwszy, mogących stwarzać zagrożenie albo służących ochronie lub ratowaniu życia, zdrowia lub środowiska, podlegających obowiązkowi certyfikacji na znak bezpieczeństwa i oznaczania tym znakiem oraz wyrobów podlegających obowiązkowi wystawiania przez producenta deklaracji zgodności. Dziennik Ustaw nr 5, poz 53

WYKAZ NORM

EN ISO 23741:1991 *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for broad-band sources in reverberation rooms (ISO 3741:1988)*

PN-EN ISO 3743-1:1998 *Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu. Metody techniczne dotyczące małych, przenośnych źródeł w polach pogłosowych. Metoda porównawcza w pomieszczeniach pomiarowych o ścianach odbijających dźwięk*

PN-EN ISO 3743-2:1998 *Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie ciśnienia akustycznego. Metody techniczne dotyczące małych, przenośnych źródeł w polach pogłosowych. Metody w specjalnych pomieszczeniach pogłosowych*



Rys. 2. Powierzchniowy poziom dźwięku A , w dB, obrabiarek do drewna – pod obciążeniem i bez obciążenia

PN-EN ISO 3744:1999 *Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metoda techniczna w warunkach zbliżonych do pola swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk*

prEN ISO 3745 *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for anechoic and hemi – anechoic rooms (ISO/DIS 3745:2000)*

PN-EN ISO 3746:1999 *Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metoda orientacyjna z zastosowaniem*

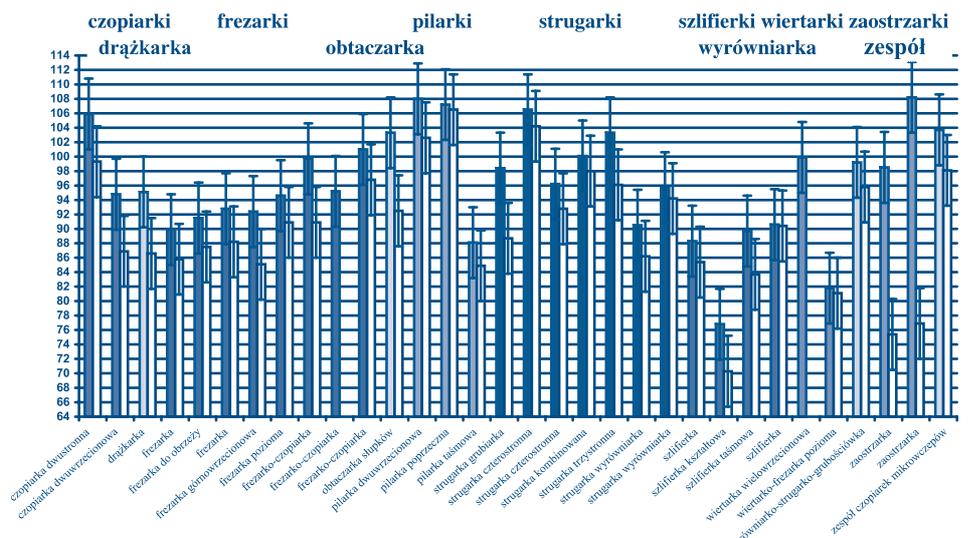
otaczającej powierzchni pomiarowej nad płaszczyzną odbijającą dźwięk

EN-ISO 4871:1996 *Acoustics – Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment (ISO 4871:1995)*

prPN EN ISO 4871 *Akustyka – Deklarowanie i weryfikowanie wartości emisji hałasu maszyn i urządzeń*

PN-N-01332:1984 *Hałas – Orientacyjna metoda określania poziomu mocy akustycznej maszyn*

prPN-ISO 7960 *Hałas obrabiarek – Warunki pomiarów dotyczące obrabiarek do drewna (ISO 7960:1995)*



Rys. 3. Skorygowany poziom mocy akustycznej A , w dB, obrabiarek do drewna – pod obciążeniem i bez obciążenia