

APPLICATION OF ERGONOMIC REQUIREMENTS IN CONSTRUCTION AND TESTING OF AGRICULTURAL MACHINES

Summary

The article presents the ergonomic requirements for a construction of agricultural machines, made by the Machinery Directive 2006/42/EC and the specific requirements of ergonomics. Specific requirements and appropriate test methods presented herein are based on selected standards harmonized with the Machinery Directive.

ZASTOSOWANIE WYMAGAŃ ERGONOMICZNYCH W KONSTRUKCJI I BADANIACH MASZYN ROLNICZYCH

Streszczenie

Przedstawiono wymagania ergonomiczne dla konstrukcji maszyn rolniczych, stawiane przez dyrektywę maszynową 2006/42/WE oraz wymagania szczegółowe dotyczące ergonomii. Wymagania szczegółowe oraz odpowiednie dla nich metody badań zaprezentowano na przykładzie wybranych norm zharmonizowanych z dyrektywą maszynową.

1. Wprowadzenie

Podstawowym warunkiem wprowadzenia wyrobu (maszyny) do obrotu lub oddania go do użytku na terenie Unii Europejskiej jest spełnienie przez ten wyrób zasadniczych wymagań, mających zastosowanie dyrektyw nowego podejścia. Zasadnicze wymagania muszą być spełnione w czasie projektowania i wytwarzania wyrobu. W celu udowodnienia spełnienia zasadniczych wymagań, producent lub jego upoważniony przedstawiciel zobowiązany jest do przeprowadzenia procedury oceny zgodności. Ocena zgodności opiera się na obowiązku wykazania i udokumentowania zgodności wyrobu (maszyny), z odnoszonymi do niego wymaganiami dyrektyw nowego podejścia i innych przepisów [13].

Zasadnicze wymagania dyrektywy nowego podejścia, są to wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa, mające zastosowanie do projektowania i wykonania wyrobu (maszyny). Zasadnicze wymagania nie narzucają szczegółowych rozwiązań konstrukcyjnych ani nie określają wartości wymaganych parametrów lub cech. Nie wskazują także metod badań i sposobów udowodnienia zgodności.

W celu zapewnienia identyczności interpretacji wymagań zasadniczych dyrektywy (poprzez sformułowanie wymagań szczegółowych) oraz wiarygodności ocen (poprzez określenie metod badań i kryteriów oceny wyników badań), wprowadzone zostało pojęcie norm zharmonizowanych z poszczególnymi dyrektywami nowego podejścia [2, 13]. Zastosowanie do oceny zgodności tych norm jest dobrowolne, ale pozwala udowodnić niepodważalnie zgodność (lub niezgodność) z wymaganiami zasadniczymi. Stosowana jest zasada domniemania zgodności, zgodnie z którą uznaje się, że wyrób wyprodukowany zgodnie z normami zharmonizowanymi z daną dyrektywą, spełnia wymagania zasadnicze tej dyrektywy [2, 13].

Dla maszyn podstawową dyrektywą nowego podejścia jest dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn (zwana dyrektywą maszynową) [2], zastępująca dyrektywę 98/37/WE, wdrożona do prawa polskiego rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wyma-

gań dla maszyn (Dz. U. z 2008 r. nr 199, poz.1228) [9]. Przepisy rozporządzenia obowiązują od dnia 29 grudnia 2009 roku. Zasadnicze wymagania dla maszyn przedstawione są w załączniku I dyrektywy [2] (w rozdziałach 2 do 7 rozporządzenia [9]).

Jedną z wielu istotnych zmian w nowelizowanej dyrektywie maszynowej 2006/42/WE było uszczegółowienie zasadniczych wymagań, dotyczących ochrony zdrowia i życia ludzi, w tym rozszerzenie wymagań związanych z ergonomią. Tak więc obecnie wiele wymagań dotyczy cech i właściwości ergonomicznych maszyny [5, 6, 7]. Ustawodawca w ten sposób podkreślił znaczenie jednego z podstawowych celów dyrektywy (ochrona zdrowia, nie tylko życia) oraz potwierdził oczywisty fakt, że niedostosowanie maszyny do możliwości psychofizycznych człowieka stanowi zagrożenie dla jego zdrowia, a w dalszej perspektywie może być przyczyną realnego zagrożenia dla życia. Wymagania ergonomiczne mają równorzędną wagę z wymaganiami bezpieczeństwa (rys. 1).

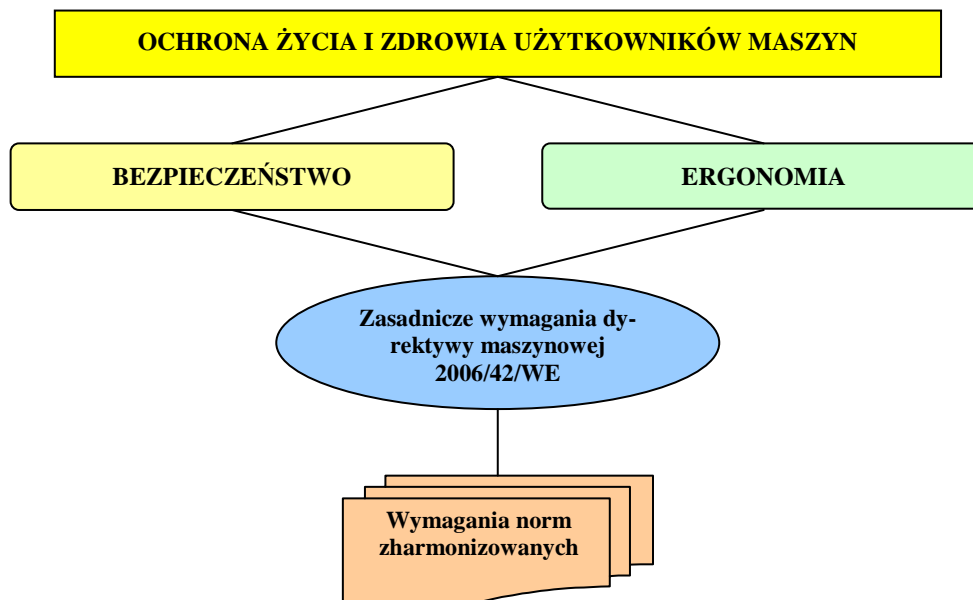
2. Cel pracy

Celem publikacji jest wykazanie znaczącej roli wymagań ergonomicznych w projektowaniu i ocenie zgodności maszyn rolniczych oraz przedstawienie sposobów udowodnienia zgodności poprzez badania.

3. Zasadnicze wymagania, dotyczące ergonomii

W załączniku I dyrektywy maszynowej 2006/42/WE [2] przedstawione są zasadnicze wymagania dla maszyn. Następujące spośród nich można odnieść do ergonomii maszyn rolniczych i podobnych:

- wymagania dla wszystkich maszyn (rozdział 1 załącznika I dyrektywy):
 - oświetlenie obszaru pracy;
 - przystosowanie maszyny i jej części do ręcznego przemieszczania;
 - obciążenia fizyczne;
 - przestrzeń dla ruchów części ciała operatora;
 - wymuszone tempo pracy, konieczność długotrwałej koncentracji;



Rys. 1. Związek bezpieczeństwa i ergonomii w kontekście wymagań dyrektywy maszynowej 2006/42/WE
 Fig. 1. Relationship of safety and ergonomics in context of the requirements of the Machinery Directive 2006/42/EC

- stanowisko operatora;
 - siedzisko;
 - układy i elementy sterowania;
 - skrajne temperatury;
 - emisja hałasu;
 - emisja drgań oddziałujących na organizm człowieka;
 - emisja promieniowania jonizującego i niejonizującego;
 - emisja promieniowania laserowego;
 - emisja materiałów i substancji szkodliwych (pyłów, gazów itp.);
 - ergonomia środków dostępu (włazów, drabin, schodów, pomostów itp.);
 - przystosowanie do łatwej obsługi i konserwacji;
 - percepcja informacji i ostrzeżeń umieszczonych na maszynie;
- b) wymagania dodatkowe dla maszyn przenośnych trzymany w ręku lub prowadzonych ręcznie (rozdział 2 załącznika I dyrektywy):
- uchwyty;
 - widoczność strefy pracy;
 - emisja drgań o działaniu miejscowym na organizm człowieka;
- c) wymagania dodatkowe dla maszyn przemieszczających się (rozdział 3 załącznika I dyrektywy):
- stanowisko kierowcy, w tym kabina i widoczność;
 - siedzisko kierowcy;
 - stanowiska innych osób;
 - układy i elementy sterowania;
 - ergonomia środków dostępu do stanowiska kierowcy;
 - ochrona przed zagrożeniami powodowanymi przez akumulatory;
 - emisja substancji szkodliwych (spaliny itp.);
 - emisja drgań o działaniu miejscowym i ogólnym na organizm człowieka;
 - percepcja informacji i ostrzeżeń umieszczonych na maszynie;
- d) wymagania dodatkowe dla maszyn podnoszących (rozdział 4 załącznika I dyrektywy):
- układy i elementy sterowania;
 - widoczność poruszających się części ze stanowiska operatora;

- e) wymagania dodatkowe dla maszyn stwarzających zagrożenie powodowane podnoszeniem osób (rozdział 6 załącznika I dyrektywy):
- układy i elementy sterowania;
 - podstawa ładunkowa dla osób.

Zasadnicze wymagania, odnoszące się do ergonomii niektórych maszyn rolniczych i podobnych, sformułowane są także w innych dyrektywach Unii Europejskiej (np. dyrektywa hałasowa 2000/14/WE [1], wdrożona w Polsce rozporządzeniem Ministra Gospodarki opublikowanym w Dz. U. z 2005 r. nr 263, poz. 2202 z późn. zm. [8]).

4. Wymagania szczegółowe, dotyczące ergonomii

Wymagania szczegółowe, odnoszące się do zasadniczych wymagań dyrektywy maszynowej 2006/42/WE, są przedmiotem norm zharmonizowanych z tą dyrektywą oraz norm z nimi związanych. Precyzują sposób uzyskania zgodności z poszczególnymi wymaganiami zasadniczymi. Określają wymagane wartości niektórych parametrów, wskazują niezbędne rozwiązania konstrukcyjne, opisują metody badań uznane za wiarygodne.

Normy zharmonizowane są to normy uznane oficjalnie przez Komisję Europejską za zgodne z odpowiadającymi im wymaganiami zasadniczymi dyrektywy nowego podejścia, a ich wykaz, okresowo uaktualniany, publikowany jest w Dzienniku Urzędowym UE. Normy zharmonizowane są normami europejskimi (EN) lub międzynarodowymi (ISO, IEC), które są przenoszone do normalizacji krajowej (w Polsce np. jako PN-EN, PN-EN ISO, PN-ISO).

W Polsce wykazy norm zharmonizowanych ogłaszane są w Monitorze Polskim przez Prezesa PKN. Aktualnie w Polsce ogłoszono 642 norm zharmonizowanych z dyrektywą maszynową 2006/42/WE [3]. Wykazy te są okresowo aktualizowane.

Normy zharmonizowane dzielą się na trzy grupy:

- a) normy typu A (wymagania ogólne, dla wszystkich maszyn),
- b) normy typu B (wymagania tematyczne dla wspólnych aspektów bezpieczeństwa/ergonomii lub urządzeń ochronnych),

c) normy typu C (wymagania najbardziej szczegółowe dla jednego typu maszyny lub grupy maszyn).

Pomimo że w tytułach norm zharmonizowanych często występuje wyraz „bezpieczeństwo”, wiele wymagań tych norm dotyczy cech i właściwości ergonomicznych oraz ich badań.

Warunkiem zastosowania zasady domniemania zgodności (o której mowa wyżej w pkt. 1) jest przestrzeganie następujących zasad doboru norm zharmonizowanych dla konkretnej maszyny:

- zasada kompletności (należy uwzględnić wszystkie normy zharmonizowane, mogące mieć zastosowanie do danej maszyny i do aspektów użytkowania tej maszyny),
- zasada konsekwencji (należy uwzględnić wszystkie wymagania danej normy zharmonizowanej, mogące mieć zastosowanie, łącznie z wymaganiami norm związanych niezharmonizowanych, jeśli takie są przywołane w treści normy zharmonizowanej),
- zasada pierwszeństwa wymagań bardziej szczegółowych dla danej maszyny lub aspektu nad ogólnymi (wymagania norm zharmonizowanych należy stosować wg następującej kolejności: normy typu C – normy typu B – normy typu A; jest to szczególnie istotne, gdy wymagania poszczególnych typów norm różnią się).

Normami typu A, zharmonizowanymi z dyrektywą maszynową 2006/42/WE są:

- PN-EN ISO 12100-1:2005+A1:2009 *Bezpieczeństwo maszyn – Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania – Część 1: Podstawowa terminologia, metodyka;*
- PN-EN ISO 12100-2:2005+A1:2009 *Bezpieczeństwo maszyn – Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania – Część 2: Zasady techniczne.*

Normami typu B, zharmonizowanymi z tą dyrektywą, zawierającymi wymagania ergonomiczne, mające bardzo często zastosowanie do maszyn rolniczych i podobnych, są np.:

- PN-EN 894-3+A1:2010 *Bezpieczeństwo maszyn – Wymagania ergonomiczne dotyczące projektowania wskaźników i elementów sterowniczych – Część 3: Elementy sterownicze;*
- PN-EN 1005-2+A1:2009 *Bezpieczeństwo maszyn – Możliwości fizyczne człowieka – Część 2: Ręczne przemieszczanie maszyn i ich części;*
- PN-EN ISO 11201:2010 *Akustyka – Hałas emitowany przez maszyny i urządzenia – Pomiar poziomów ciśnienia akustycznego emisji na stanowisku pracy i w innych określonych miejscach w warunkach zbliżonych do pola swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk, z pomijalnymi poprawkami środowiskowymi.*

Aspekty ergonomiczne istotne dla maszyn rolniczych, są również przedmiotem takich norm typu C zharmonizowanych z dyrektywą maszynową, jak:

- PN-EN ISO 4254-1:2009+AC:2010 *Maszyny rolnicze – Bezpieczeństwo – Część 1: Wymagania ogólne;*
- PN-EN ISO 4254-6:2009+AC:2010 *Maszyny rolnicze – Bezpieczeństwo – Część 6: Opryskiwacze i maszyny do nawożenia płynnymi nawozami mineralnymi*
- i innych.

Normami związanymi, które nie są normami zharmonizowanymi z dyrektywą, lecz często stosowane są w odniesieniu do ergonomii maszyn rolniczych, są np. normy serii PN-ISO 5006 *Maszyny do robót ziemnych – Widoczność ze stanowiska*

operatora.

W zależności od typu maszyny rolniczej i aspektu użytkowania, zdarzają się przypadki, że do oceny i badań danej maszyny należy zastosować kilkadziesiąt norm. Zdarzają się również przypadki, że dla konkretnej maszyny nie ma normy typu C i/lub nie mają zastosowania także normy typu B.

Niezależnie od wymagań ergonomicznych, wynikających z dyrektywy i norm z nią zharmonizowanych, w projektowaniu, wytwarzaniu i badaniu maszyny należy również uwzględnić wymagania krajowych przepisów prawnych. Dla maszyn rolniczych istotne są np. rozporządzenia opublikowane w Dz. U. z 1998 r. nr 12 poz.51 [12], Dz. U. z 2000 r. nr 26 poz.313 [10] i Dz. U. z 2002 r nr 217 poz.1833 [11].

5. Projektowanie ergonomiczne maszyn rolniczych i ich badania

Projektując maszynę (w tym maszynę rolniczą), należy już na tym etapie uwzględnić wymagania dotyczące nie tylko funkcjonalności oraz bezpieczeństwa, ale również ergonomii. Wymagania te można uwzględniać nawet już na etapie opracowywania koncepcji maszyny. Takie wyprzedzenie w stosunku do kolejnych etapów wdrażania projektu (budowa prototypu, produkcja seryjna) pozwala bowiem uniknąć tzw. grubych błędów oraz zapewnić duże oszczędności środków i czasu [4]. Najpóźniejszym etapem, w którym powinno nastąpić uwzględnienie w konstrukcji wymagań zarówno bezpieczeństwa, jak i ergonomicznych, jest budowa prototypu maszyny. Późniejsze zastosowanie tych wymagań obciążone jest zbyt dużym ryzykiem, zarówno finansowym (koszty poprawiania konstrukcji w wytworzonej już partii lub serii), społecznym (ryzyko zagrożeń, wypadków przy pracy, chorób zawodowych użytkowników), jak i prawnym (konsekwencje prawne, wynikające z wprowadzenia do obrotu lub oddania do użytku maszyny niezgodnej z zasadniczymi wymaganiami dyrektywy).

Oczywiste jest, że badania określone w normach mają największy sens w odniesieniu do prototypu maszyny. Badania maszyn już wprowadzonych na rynek lub oddanych do użytku mogą najwyżej być badaniami kontrolnymi, inicjowanymi przez organy nadzoru rynku lub przez samego producenta, ewentualnie badaniami powypadkowymi.

Ustalając cechy ergonomiczne przy projektowaniu maszyny (analogicznie jak w przypadku cech bezpieczeństwa), do każdego zasadniczego wymagania dyrektywy maszynowej 2006/42/WE przypisać należy odpowiadające mu wymagania właściwych norm. Podobnie postępuje się przy ustalaniu i realizacji programu badań maszyny. Jeśli stosuje się normy zharmonizowane i/lub związane, badania powinny być wykonane metodą opisaną lub wskazaną w normach i przy użyciu wyposażenia pomiarowo-badawczego określonego w tych normach. W przeciwnym przypadku (inna metoda, inne wyposażenie), badający zobowiązany jest wykazać, że zastosowane metody lub wyposażenie zapewniają równoważne co do wiarygodności wyniki badań.

W tab. 1 przedstawiono przykłady fragmentów wybranych wymagań ergonomicznych i badań maszyn rolniczych, w powiązaniu z zasadniczymi wymaganiami dyrektywy maszynowej.

Tab. 1. Zastosowanie wybranych wymagań szczegółowych, dotyczących ergonomii maszyny rolniczej w odniesieniu do niektórych wymagań zasadniczych

Table 1. The use of selected specific requirements concerning the ergonomics of agricultural machinery in respect of certain essential requirements

Treść wymagania zasadniczego	Wymagania szczegółowe
1	2
<p>Oświetlenie (2006/42/WE zał. I pkt.1.1.4)</p> <p>Maszyna musi być wyposażona w oświetlenie stanowiące jej integralną część, odpowiednie do przeprowadzania związanych z nią czynności, w przypadku gdy brak takiego oświetlenia może wywołać ryzyko mimo oświetlenia zewnętrznego o normalnym natężeniu.</p> <p>Maszyna musi być zaprojektowana i wykonana w taki sposób, aby oświetlenie nie powodowało uciążliwych obszarów zacienienia, męczących olśnień i niebezpiecznego efektu stroboskopowego, spowodowanego oświetleniem części ruchomych</p>	<p>PN-EN ISO 4254-1:2009+AC:2010 pkt. 5.1.7.3 – <i>maszyny rolnicze samobieżne</i> Maszyna samobieżna powinna mieć miejsca do instalowania świateł roboczych.</p> <hr/> <p>PN-EN 1837+A1:2009 – <i>maszyny stałe i przenośne</i> Wymagania dla integralnego oświetlenia maszyn, w tym: parametry systemów oświetleniowych (wbudowanych lub umieszczonych na maszynie) oraz przykłady rozwiązań.</p> <hr/> <p>PN-EN ISO 12100-2:2005+A1:2009 pkt.4.8.6 – <i>wszystkie maszyny</i> Jeżeli konstrukcja maszyny i/lub osłon powodują, że oświetlenie ogólne jest niewystarczające, maszynę należy wyposażyć w miejscowe oświetlenie do oświetlenia strefy roboczej oraz stref, w których wykonuje się regulację, nastawianie i częstą konserwację. Należy przy tym unikać tętnienia, oślepienia, powstawania cieni oraz efektów stroboskopowych, jeżeli mogą one stwarzać ryzyko. Jeżeli położenie źródła światła jest regulowane, to zmiana położenia nie powinna stwarzać żadnego ryzyka dla osób wykonujących regulację.</p>
<p>Konstrukcja maszyny ułatwiająca jej obsługę (2006/42/WE zał. I pkt.1.1.5)</p> <p>Maszyna lub każda z jej części składowych muszą umożliwiać bezpieczną obsługę i transport ...</p> <p>W przypadku gdy masa, wielkość lub kształt samej maszyny lub jej części składowych nie uniemożliwiają jej ręczne przemieszczanie, maszyna lub każda z jej części składowych muszą:</p> <ul style="list-style-type: none"> - być wyposażone w elementy umożliwiające zamocowanie do urządzenia podnoszącego lub - być zaprojektowane w sposób umożliwiający zamocowanie tego rodzaju elementów lub - mieć kształt umożliwiający łatwe zamocowanie ich do typowych urządzeń podnoszących. <p>W przypadku gdy maszyna lub jedna z jej części składowych jest przewidziana do przemieszczania ręcznego, musi ona:</p> <ul style="list-style-type: none"> - być łatwo przemieszczalna, albo - posiadać wyposażenie do bezpiecznego podnoszenia i przemieszczania. 	<p>PN-EN ISO 4254-1:2009+AC:2010 pkt. 4.14.4 – <i>maszyny rolnicze samobieżne i ciągnikowe</i> Części maszyny, które będą przemieszczane przez operatora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jeżeli masa tych części jest ≥ 40 kg, powinny być odpowiednio skonstruowane lub wyposażone w zawiesia umożliwiające użycie sprzętu do ponoszenia; - jeżeli masa tych części jest < 40 kg, powinny być wyposażone w uchwyty lub części maszyny powinny być tak rozmieszczone, aby zapewnić bezpieczne ich przemieszczanie... <hr/> <p>PN-EN 1005-2+A1:2009 pkt. 4.3 – <i>wszystkie maszyny</i> Środek ciężkości obiektu powinien mieścić się w obrysie obiektu, być rozłożony równo między obie ręce i usytuowany możliwie blisko ciała. Jeśli obiekt ma być chwytywany obiema rękoma, jego szerokość nie powinna przekraczać rozstawu ramion (ok.60cm), a głębokość 50cm (zalecana 35cm lub mniej) w celu utrzymywania ciężaru blisko ciała.</p> <p>Duże obiekty powinny być łatwe do chwytania i trzymania, w tym celu powinny być wyposażone w odpowiednie uchwyty lub wycięcia. Średnica uchwyty/wycięcia powinna wynosić minimum 12,5cm dla zapewnienia przestrzeni dla ręki w rękawicy, z przestrzenią 7cm na palce.</p> <p>Optymalny kształt przekroju uchwyty powinien być cylindryczny lub eliptyczny</p>
<p>Ergonomia (2006/42/WE zał. I pkt.1.1.6)</p> <p>Niewygoda, zmęczenie oraz fizyczne i psychiczne napięcie odczuwane przez operatora w zamierzonych warunkach użytkowania, muszą być ograniczone do możliwego minimum, z uwzględnieniem zasad ergonomii, takich jak:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dopuszczenie różnorodności warunków fizycznych operatora, jego siły i wytrzymałości, - zapewnienie wystarczającej przestrzeni dla ruchów części ciała operatora 	<p>PN-EN ISO 4254-1:2009+AC:2010 pkt.4.5.1.2.4 i 4.4.5 – <i>maszyny rolnicze samobieżne i ciągnikowe</i> Jeżeli części środków dostępu do stanowiska operatora są ruchome, siła potrzebna do przestawienia części ≤ 200N, określona jako średnia wartość przyłożonej siły od momentu rozpoczęcia do zakończenia czynności. Wartość szczytowa siły ≤ 400N.</p> <p>W przypadku elementów składanych ręcznie, należy umieścić uchwyt(y) w odległości co najmniej 300mm od najbliższego przegubu. Uchwyt(y) może stanowić integralna część maszyny, odpowiednio zaprojektowana i wyraźnie oznaczona. Siła potrzebna do ręcznego składania elementów ≤ 250N, określona jako średnia wartość przyłożonej siły od momentu rozpoczęcia do zakończenia czynności. Wartość szczytowa siły ≤ 400N.</p>

C.d. tab. 1.
Cont. table 1.

1	2
	<p>PN-EN ISO 4254-6:2009+AC:2010 pkt.5.3.2.2 i 5.3.3 – <i>opryskiwacze i maszyny do nawożenia płynnymi nawozami mineralnymi</i> Belki, które mogą być składane i rozkładane ręcznie, powinny być wyposażone w dwa uchwyty znajdujące się w odległości co najmniej 300mm od najbliższego przegubu. Takie uchwyty mogą stanowić integralną część belki, pod warunkiem że są ergonomicznie zaprojektowane i jednoznacznie oznaczone. Siła niezbędna do regulacji wysokości belki nie powinna przekraczać 250N.</p> <p>PN-EN 547-1+A1:2010, PN-EN 547-2+A1:2010, PN-EN 547-3+A1:2010 – <i>wszystkie maszyny</i> Wymiary otworów umożliwiających dostęp do maszyny oraz inne wymiary uwzględniające dane antropometryczne, w tym np.: - przestrzeń umożliwiająca poziome przemieszczanie się do przodu w pozycji wyprostowanej: - wysokość $A = h_1(P95 \text{ lub } P99) + x$, tj. min.1931mm, - szerokość $B = a_1(P95 \text{ lub } P99) + y$, tj. min.595mm, - średnica otworu włazu umożliwiającego wykonywanie szybkich ruchów $A = a_1(P95 \text{ lub } P99) + x$, tj. min.695mm, - otwór umożliwiający dostęp boczny jednym ramieniem: - średnica $A = d_1(P95) + x$, tj. min.141mm, - głębokość $B = t_3(P5)$, tj. 495mm, - szerokość dłoni w śródręczu (P95) 97mm (np. dla długości uchwytu)...</p> <p>PN-EN 1005-3+A1:2009 tabl.1 – <i>wszystkie maszyny</i> Wartości graniczne sił przy wykonywaniu czynności związanych z transportem, montażem, instalowaniem, obsługą (konserwacją, czyszczeniem, naprawą, demontażem) i użytkowaniem (w tym regulacją) maszyny, w tym np.: - siła na uchwycie przy pracy ręcznej (jedna ręka) maks.250 N, - pchanie całym ciałem w poz. stojącej maks.200N, - siła na pedale (praca w pozycji siedzącej z podparciem uda) maks.250 N (dla ruchu w kostce), maks.475 N (dla ruchu uda).</p> <p>PN-EN 1005-4+A1:2009 – <i>wszystkie maszyny</i> Zasady oceny pozycji i ruchów operatora, związanych z obsługą wykonywaniu czynności związanych z obsługą i użytkowaniem (transportem, montażem, instalowaniem, regulacją, konserwacją, czyszczeniem, naprawą, demontażem) maszyny, kryteria akceptacji oraz konieczności przeprojektowania.</p> <p>PN-EN ISO 12100-2:2005+A1:2009 pkt.4.8 – <i>wszystkie maszyny</i> W projektowaniu maszyn powinny być uwzględnione zasady ergonomii w celu zmniejszenia obciążenia psychicznego i fizycznego oraz wysiłku operatora.... Należy uwzględnić wymiary ciała ludzkiego w przewidywanej populacji użytkowników, możliwości fizyczne i pozycje, amplitudy ruchów, częstość działań cyklicznych Przy projektowaniu maszyny należy szczególną uwagę zwracać na unikanie uciążliwych pozycji ciała i jego ruchów podczas użytkowania maszyny (np. poprzez stosowanie środków umożliwiających przystosowanie maszyny do różnych operatorów).</p>
<p>Stanowisko operatora (2006/42/WE zał. I pkt.1.1.7) ...jeżeli to właściwe, muszą zostać zastosowane odpowiednie środki w celu zapewnienia operatorowi dobrych warunków pracy i ochrony przed możliwymi do przewidzenia zagrożeniami. W stosownych przypadkach stanowisko pracy musi być wyposażone w odpowiednią kabinę zaprojektowaną, wykonaną lub wyposażoną tak, aby spełniała powyższe wymagania ...</p>	<p>PN-EN ISO 4254-1:2009+AC:2010 pkt.4.5.1, 4.5.2 i 5.1.1 – <i>maszyny rolnicze samobieżne i ciągnikowe</i> Jeżeli podłoga stanowiska pracy operatora znajduje się na wysokości ponad 550mm ... należy przewidzieć odpowiednie wejścia. Wymiary powinny być zgodne z podanymi na rys.3 normy. Wysokość pierwszego stopnia nad podłożem ≤ 550mm. Pionowa odległość między kolejnymi stopniami ≤ 300mm, a ta odległość w świetle ≥ 120mm. Pionowe odległości między kolejnymi stopniami powinny być jednakowe, z dokładnością ± 20mm. Szerokość stopnia ≥ 300mm. Każdy stopień powinien mieć powierzchnię antypoślizgową i konstrukcję minimalizującą ilość gromadzącego się błota i/lub śniegu (np. perforacja). Jeżeli stosowane są drabiny, ich kąt nachylenia względem poziomu powinien wynosić $70^\circ - 90^\circ$....</p>
	<p>Wejścia powinny mieć po obu stronach poręcze lub uchwyty, które muszą być tak skonstruowane, aby zapewnić operatorowi przez cały czas oparcie w trzech punktach Szerokość przekroju poręczy/uchwyty 25-38mm. Dolny koniec poręczy/uchwyty nie wyżej niż 1500 od podłoża. Długość uchwytu ≥ 150mm.... Pomosty powinny być płaskie, mieć powierzchnię antypoślizgową i jeśli to konieczne odpływ wody opadowej. Pomosty powinny mieć poręcz dla oparcia dłoni. Wymiary pomostu powinny być zgodne z podanymi na rys.4 normy.... Szerokość powierzchni podłogi na dojeździe do siedziska operatora maszyny samobieżnej ≥ 300mm.</p>

C.d. tab. 1.
Cont. table 1.

1	2
<p>Siedzisko (2006/42/WE zał. I pkt.1.1.8) Jeżeli przewiduje się, że operator będzie siedział w trakcie pracy, a stanowisko operatora jest integralną częścią maszyny, w maszynie musi być przewidziane siedzisko. Siedzisko operatora musi umożliwiać mu utrzymanie stabilnej pozycji. Ponadto musi istnieć możliwość dostosowania siedziska i jego odległości od urządzeń sterujących do operatora. Jeżeli maszyna jest narażona na drgania, siedzisko musi być zaprojektowane i wykonane tak, aby drgania przenoszone na operatora były zredukowane do najniższego poziomu, który jest możliwy do uzyskania w uzasadniony sposób....</p>	<p>PN-EN ISO 4254-1:2009+AC:2010 pkt.3.5, 3.6 i 5.1.2 – maszyny rolnicze samobieżne i ciągnikowe Zasięg dla dłoni i stopy z siedziska do urządzeń sterujących: - zasięg dla dłoni: wewnątrz kuli o promieniu 1000mm, której środek leży na linii środkowej siedziska, 60mm w przód i 580mm nad punktem bazowym siedziska (SIP) zdefiniowanym w ISO 5353; - zasięg dla stóp: wewnątrz półkuli sięgającej w dół o promieniu 800mm, której środek leży na linii środkowej siedziska, na przedniej krawędzi obicia siedziska, gdy siedzisko znajduje się w swoim centralnym położeniu. Wymiary i elementy regulacji siedziska operatora powinny spełnia wymagania ISO 4253, z wyjątkiem tego, że punkt bazowy siedziska (SIP) powinien znajdować się na wysokości 500-600mm. Szerokość siedziska ≥ 450mm. Wysokość siedziska (mierzona w SIP) regulowana w zakresie 500-650mm. Zakres regulacji kąta pochylenia poduszki siedziska $7,5^{\circ} \pm 4,5^{\circ}$. Zakres regulacji kąta pochylenia oparcia $10^{\circ} \pm 5^{\circ}$. Mechanizmy regulacji powinny zapobiegać przypadkowemu przemieszczaniu się siedziska i powinny być wyposażone w ograniczniki na końcach zakresu regulacji. System amortyzacji powinien mieć możliwość regulacji w zależności od masy operatora....</p>
<p>Elementy sterownicze (2006/42/WE zał. I pkt.1.2.2) Elementy sterownicze muszą być m.in.: - rozmieszczone w sposób zapewniający bezpieczną obsługę, pozbawioną wątpliwości, bezzwłoczną i jednoznaczną, - umieszczone tak, aby ich obsługa nie mogła powodować dodatkowego ryzyka, - wykonane tak, aby mogły wytrzymać możliwe do przewidzenia siły</p>	<p>PN-EN ISO 4254-1:2009+AC:2010 pkt.4.4 – maszyny rolnicze samobieżne i ciągnikowe Pełają powinny mieć antypoślizgową powierzchnię i być łatwe w czyszczeniu. Elementy sterujące ręczne, wymagające użycia siły ≥ 100 N powinny być rozmieszczone tak, aby minimalna wolna przestrzeń między zewnętrznymi krawędziami lub sąsiadującymi częściami maszyny wynosiła 50mm. Elementy sterujące ręczne, wymagające użycia siły < 100 N powinny mieć minimalną wolną przestrzeń 25mm. Wymagania dotyczące elementów sterujących specyficznych dla określonej maszyny, patrz odpowiednia część normy ISO 4254. Siły uruchamiające elementy sterownicze, ich rozmieszczenie, ruchy i sposób użytkowania powinny być zgodne z ISO 15077.</p> <p>PN-EN 894-3+A1:2010 – wszystkie maszyny Wymagania ergonomiczne dotyczące elementów sterowniczych, w tym: zasady doboru, projektowania i umiejscawiania, minimalne wymiary ręcznych elementów sterowniczych, maksymalne siły i momenty ich aktywizacji, w tym np. dla ręcznego elementu sterowniczego obejmowanego jedną dłonią: - szerokość lub średnica 15-35mm, - długość ≥ 100mm, - maks. siła aktywizacji (ruch liniowy) 35N (x i z) i 55N (y), - maks. moment aktywizacji (ruch obrotowy) 20Nm.</p>
<p>Ochrona przed narażeniem na skrajne temperatury (2006/42/WE zał. I pkt.1.5.5) Należy przedsięwziąć środki w celu wyeliminowania ryzyka obrażeń, spowodowanych zetknięciem się z częścią maszyny lub z materiałami o wysokiej lub bardzo niskiej temperaturze, albo na skutek zbliżenia się do takiej maszyny lub materiałów.</p>	<p>PN-EN 709+A4:2010 pkt.5.9.2 – ciągniki jednoosiowe z glebogryzarką i glebogryzarki silnikowe prowadzone przez pieszego operatora Należy przewidzieć osłonę układu wydechowego, zapobiegającą przypadkowemu dotknięciu odkrytych części tego układu o powierzchni > 10cm² i temperaturze $> 80^{\circ}\text{C}$ przy temperaturze otoczenia $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Temperatura tej osłony nie może przekraczać wartości 80°C... Metoda badania (próby dotknięcia powierzchni gorących przez szczeliny lub inne otwory w osłonie, za pomocą specjalnych stożków badawczych). Kryteria przyjęcia badań.</p> <p>PN-EN ISO 4254-1:2009+AC:2010 pkt.5.5 – maszyny rolnicze samobieżne Gorące powierzchnie, które może przypadkowo dotknąć operator podczas normalnej pracy maszyny, należy zabezpieczyć lub odizolować. Dotyczy to gorących powierzchni w pobliżu stopni, poręczy, uchwytów i części maszyny używanych jako środki dostępu, które mogą być nieumyślnie dotknięte.</p> <p>PN-EN 14930+A1:2010 – maszyny sterowane przez operatora pieszego i maszyny ręczne Metoda wyznaczania dostępu do gorących powierzchni maszyn, w celu ustalenia możliwości przypadkowego ich dotknięcia przez operatora podczas prawidłowej obsługi (próby dotknięcia powierzchni gorących przez szczeliny lub inne otwory w osłonie, za pomocą specjalnego stożka badawczego).</p> <p>PN-EN ISO 13732-1:2009 – wszystkie maszyny Ochrona przed dotknięciem gorącej powierzchni: - próg oparzenia przy dotyku niezamierzonym (wartości temperatur dla różnych powierzchni i czasu kontaktu, np. $67-73^{\circ}\text{C}$ dla gładkiej powierzchni metalowej bez pokrycia przy czasie kontaktu 0,5s); - próg oparzenia przy dotyku zamierzonym (np. 48°C dla powierzchni metalowej z pokryciem przy czasie kontaktu 10 min); - wytyczne stosowania środków ochrony przed oparzeniem, gdy temperatura powierzchni $>$ progu oparzenia (w tym środki techniczne, np. izolacja, zmiana materiału, osłony, bariery, środki ochrony indywidualnej).</p>

C.d. tab. 1.
Cont. table 1.

1	2
<p>Ochrona przed narażeniem na nadmierny hałas (2006/42/WE zał. I pkt.1.5.8) Maszyna musi być zaprojektowana i wykonana w taki sposób, aby ryzyko wynikające z emisji hałasu zostało ograniczone do możliwie najniższego poziomu, z uwzględnieniem postępu technicznego i dostępności środków ograniczających poziom hałas, w szczególności u źródła jego powstawania.</p>	<p>PN-EN ISO 4254-1:2009+AC:2010 pkt.4.2 i zał. B – maszyny rolnicze samobieżne i ciągnikowe W celu zaprojektowania maszyny o niskim poziomie emisji hałasu powinny być wykorzystane informacje podane w ISO/TR 11688-1. Poziom emisji hałasu, jeśli wymagane jest jego deklarowanie, powinien być określany zgodnie z Zał. B. Zał. B: Metoda inżynierska (2 stopień) badania poziomu ciśnienia akustycznego emisji na stanowisku operatora oraz poziomu mocy akustycznej emitowanej do środowiska.</p> <p>-----</p> <p>PN-EN ISO 11688-1:2010 – wszystkie maszyny i urządzenia Podstawowe zasady redukcji hałasu maszyn i urządzeń na etapie ich projektowania.</p> <p>-----</p> <p>PN-EN ISO 11688-2:2004 – wszystkie maszyny i urządzenia Fizyczne podstawy projektowania maszyn i urządzeń o ograniczonym hałasie.</p> <p>-----</p> <p>PN-EN ISO 11201:2010 – wszystkie maszyny Metoda dokładna i metoda techniczna badania poziomu ciśnienia akustycznego emisji hałasu na stanowisku operatora i w innych określonych miejscach, nad płaszczyzną odbijającą dźwięk.</p> <p>-----</p> <p>PN-EN ISO 3744:2010 – wszystkie maszyny Metoda techniczna wyznaczania poziomu mocy akustycznej emitowanej przez maszynę do środowiska, na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego, nad płaszczyzną odbijającą dźwięk.</p>
<p>Dostęp do stanowisk obsługi i punktów konserwacji (2006/42/WE zał. I pkt.1.6.2) Maszyna musi być zaprojektowana i wykonana w taki sposób, aby umożliwić wygodny dostęp do wszystkich obszarów, gdzie niezbędna jest interwencja w trakcie obsługi, regulacji i konserwacji.</p>	<p>PN-EN ISO 4254-1:2009+AC:2010 pkt.4.6 i 5.4 – maszyny rolnicze samobieżne i ciągnikowe Środki dostępu do miejsc innych niż stanowiska operatora (np. do miejsc obsługi lub konserwacji) powinny mieć oparcia dla stopy (np. szczeble lub stopnie) i uchwyty... Taki sposób dostępu powinny stanowić układ kolejnych stopni wg rys.5 normy i powinny być zgodne z następującymi charakterystykami: a) nachylenie do poziomu powinno wynosić od 70° do 90°. Wymiary zgodne z podanymi na rys.5 normy... Odległość pionowa i pozioma między kolejnymi stopniami powinna być jednakowa z dokładnością ±20mm...., lub b) środkiem dostępu powinna być drabina, lub c) środki dostępu powinny być zgodne z 4.5.1.2.... Wszelkie wlewy paliwa w maszynie samobieżnej powinny być umieszczone poza kabiną, nie wyżej niż 1500mm od podłoża lub pomostu.</p> <p>-----</p> <p>PN-EN ISO 4254-6:2009+AC:2010 pkt.5.4.2 – opryskiwacze i maszyny do nawożenia płynnymi nawozami mineralnymi Otwór do napełniania (jeśli występuje) powinien znajdować się na wysokości nie większej niż 1300mm od platformy lub podłoża, a pozioma odległość między brzegiem otworu i zewnętrzną krawędzią jakiegokolwiek części opryskiwacza mogącej przeszkadzać operatorowi, znajdującemu się na miejscu do napełniania, wynosi nie więcej niż 300mm.</p> <p>-----</p> <p>PN-EN ISO 14122-1:2005+A1:2010 – wszystkie maszyny Zasady doboru stałych środków dostępu między dwoma poziomami.</p> <p>PN-EN ISO 14122-2:2005+A1:2010 – wszystkie maszyny Pomosty robocze i przejścia – budowa, wymiary, wymagania wytrzymałościowe, metody badań.</p> <p>PN-EN ISO 14122-3:2005+A1:2010 – wszystkie maszyny Schody, schody drabinowe i balustrady – budowa, wymiary, wymagania wytrzymałościowe, metody badań.</p> <p>PN-EN ISO 14122-4:2006+A1:2010 – wszystkie maszyny Drabiny stałe – budowa, wymiary, wymagania wytrzymałościowe, metody badań.</p>

6. Podsumowanie i wnioski

Zasadnicze wymagania dyrektywy maszynowej 2006/42/WE, odnoszące się również do maszyn rolniczych i podobnych, dotyczą nie tylko bezpieczeństwa, ale również ergonomii maszyn. Znowelizowana dyrektywa maszynowa rozszerzyła i uszczegółowiła wymagania ergonomiczne, przez co zostało podkreślone znaczenie konieczności większej ochrony zdrowia użytkowników maszyn.

Wymagania dyrektywy, jako aktu prawnego, są obowiązujące. Spełnienie tych wymagań musi być zapewnione podczas projektowania i wytwarzania maszyn.

Ze względu na ogólny charakter zasadniczych wymagań, dyrektywa zaleca stosowanie w projektowaniu i wytwarzaniu maszyn oraz w ocenie ich zgodności (w tym w badaniach), stosowanie norm zharmonizowanych z dyrektywą. Normy te, dla każdego z wymagań zasadniczych określają sposób osiągnięcia zgodności, poprzez wskazanie zalecanych rozwiązań konstrukcyjnych i/lub wartości istotnych parametrów i cech, a także metod badań uznanych za wiarygodne.

Znaczna część wymagań norm zharmonizowanych odnosi się do cech i właściwości ergonomicznych maszyn. Zarówno w dyrektywie, jak i w normach zharmonizowanych, wymagania ergonomiczne są tak samo istotne, jak wymagania bezpieczeństwa.

Właściwy dobór i zastosowanie norm dla danego typu maszyny wymaga dużego doświadczenia oraz znajomości zagadnień normalizacyjnych. Działania te powinny być przeprowadzone już na etapie projektowania maszyny, a ich efekty muszą być zweryfikowane poprzez ocenę zgodności (w tym badania) maszyny przed jej wprowadzeniem na rynek lub oddaniem do użytku. Zasady postępowania przy doborze i zastosowaniu wymagań ergonomicznych dla maszyn rolniczych, przedstawione w publikacji na wybranych przykładach, są analogiczne do postępowania w zakresie wymagań bezpieczeństwa.

W praktyce często spotyka się przypadki projektowania maszyn rolniczych bez uwzględnienia wymagań dyrektywy maszynowej i norm z nią zharmonizowanych, a następnie ich wytwarzania i wprowadzania do obrotu bez przeprowadzenia oceny zgodności. Ocena zgodności maszyny, przeprowadzona dopiero na etapie produkcji seryjnej, jest spóźniona. Dlatego niezbędne jest ciągłe upowszechnianie wśród projektantów i producentów maszyn rolniczych informacji o systemie oceny zgodności maszyn i wynikających z niego obowiązkach producenta, a także wiedzy merytorycznej o wymaganiach dotyczących ergonomii i bezpieczeństwa maszyn.

7. Literatura

- [1] Dyrektywa 2000/14/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 8 maja 2000 r. w sprawie zbliżenia przepisów prawnych państw członkowskich, dotyczących emisji hałasu do środowiska przez urządzenia używane na zewnątrz pomieszczeń (Dz. Urz. UE L 162 z 30.07.2000, s. 1), zmieniona dyrektywą 2005/88/WE (Dz. Urz. UE L 344 z 27.12.2005, s. 44).
- [2] Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn, zmieniająca dyrektywę 95/16/WE (Dz. Urz. UE L 157 z 09.06.2006, s. 24).
- [3] http://www.pkn.pl/index.php?sid=normy_zharmon (stan na dzień 31.01.2011).
- [4] Klembalska K.: Modelowanie bezpieczeństwa maszyny na etapie koncepcji jako narzędzie kształtowania ergonomii i bezpieczeństwa pracy. Monografia Udział edukacji i badań z

zakresu ergonomii i bezpieczeństwa pracy w ochronie zdrowia społeczeństwa, red. J.S. Marcinkowski, W.M. Horst – rozdz. XIII, s.111-124, Politechnika Poznańska, Poznań, 2006.

- [5] Klembalska K.: Analiza zasadniczych wymagań bezpieczeństwa dla maszyn rolniczych w świetle nowej dyrektywy maszynowej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2008, Vol. 53(1), s. 47-51.
- [6] Klembalska K.: Kryteria oceny zgodności maszyn rolniczych, dotyczące ergonomii. I Kongres Ergonomii Ergonomia dla przyszłości, Warszawa, 2010.
- [7] Klembalska K., Klembalska A.: A Role of New Machine Directive 2006/42/EC in Developing a Safety and Ergonomics of Machines. Monograph The Formation of Safety in Environment and Space of the Man's Work, red. A. Górny, G. Dahlke – chapt. IV, s. 53-62, Publishing House of Poznan University of Technology, Poznań, 2009.
- [8] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska (Dz. U. z 2005 r. nr 263, poz.2202 z późn. zm.).
- [9] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz. U. z 2008 r. nr 199, poz.1228).
- [10] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 marca 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych (Dz. U. z 2000 r. nr 26, poz.313 z późn. zm.).
- [11] 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 (Dz. U. z 2002 r. nr 217, poz.1833 z późn. zm.).
- [12] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 12 stycznia 1998 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze ciągników, maszyn, narzędzi i urządzeń technicznych stosowanych w rolnictwie (Dz. U. z 1998 r. nr 12, poz.51).
- [13] Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (tekst jednolity Dz. U. z 2010 r. nr 138, poz. 935).
- [14] PN-EN 547-1+A1:2010 Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego – Część 1: Zasady określania wymiarów otworów umożliwiających dostęp całym ciałem do maszyny.
- [15] PN-EN 547-2+A1:2010 Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego – Część 2: Zasady określania wymiarów otworów umożliwiających dostęp.
- [16] PN-EN 547-3+A1:2010 Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego – Część 3: Dane antropometryczne.
- [17] PN-EN 709+A4:2010 Maszyny rolnicze i leśne – Ciągniki jednoosiowe z glebogryzarką i glebogryzarki silnikowe, prowadzone przez operatora pieszego – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa.
- [18] PN-EN 894-3+A1:2010 Bezpieczeństwo maszyn – Wymagania ergonomiczne dotyczące projektowania wskaźników i elementów sterowniczych – Część 3: Elementy sterownicze.
- [19] PN-EN 1005-2+A1:2009 Bezpieczeństwo maszyn – Możliwości fizyczne człowieka – Część 2: Ręczne przemieszczanie maszyn i ich części.
- [20] PN-EN 1005-3+A1:2009 Bezpieczeństwo maszyn – Możliwości fizyczne człowieka – Część 3: Zalecane wartości graniczne sił przy obsłudze maszyn.
- [21] PN-EN 1005-4+A1:2009 Bezpieczeństwo maszyn – Możliwości fizyczne człowieka – Część 4: Ocena pozycji pracy i ruchów w relacji do maszyny.
- [22] PN-EN 1837+A1:2009 Bezpieczeństwo maszyn – Integralne oświetlenie maszyn.
- [23] PN-EN 14930+A1:2010 Maszyny rolnicze, leśne, sprzęt ogrodniczy – Maszyny trzymane w rękę i sterowane przez operatora pieszego – Określanie dostępu do gorących powierzchni.
- [24] PN-EN ISO 3744:2010 Akustyka – Wyznaczanie poziomów

- mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego – Metoda techniczna stosowana w warunkach zbliżonych do pola swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk.
- [25] PN-EN ISO 4254-1:2009+AC:2010 Maszyny rolnicze – Bezpieczeństwo – Część 1: Wymagania ogólne.
- [26] PN-EN ISO 4254-6:2009+AC:2010 Maszyny rolnicze – Bezpieczeństwo – Część 6: Opryskiwacze i maszyny do nawożenia płynnymi nawozami mineralnymi.
- [27] PN-EN ISO 11201:2010 Akustyka – Hałas emitowany przez maszyny i urządzenia – Pomiar poziomów ciśnienia akustycznego emisji na stanowisku pracy i w innych określonych miejscach w warunkach zbliżonych do pola swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk, z pomijalnymi poprawkami środowiskowymi.
- [28] PN-EN ISO 11688-1:2010 Akustyka – Zalecany sposób postępowania przy projektowaniu maszyn i urządzeń o ograniczonym hałasie – Część 1: Projektowanie.
- [29] PN-EN ISO 11688-2:2004 Akustyka – Zalecany sposób postępowania przy projektowaniu maszyn i urządzeń o ograniczonym hałasie – Część 2: Fizyczne podstawy projektowania.
- [30] PN-EN ISO 12100-1:2005+A1:2009 Bezpieczeństwo maszyn – Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania – Część 1: Podstawowa terminologia, metodyka.
- [31] PN-EN ISO 12100-2:2005+A1:2009 Bezpieczeństwo maszyn – Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania – Część 2: Zasady techniczne.
- [32] PN-EN ISO 13732-1:2009 Ergonomia środowiska termicznego – Metody oceny reakcji człowieka na dotknięcie powierzchni – Część 1: Powierzchnie gorące.
- [33] PN-EN ISO 14122-1:2005+A1:2010 Maszyny – Bezpieczeństwo – Stałe środki dostępu do maszyn – Część 1: Dobór stałych środków dostępu między dwoma poziomami.
- [34] PN-EN ISO 14122-2:2005+A1:2010 Maszyny – Bezpieczeństwo – Stałe środki dostępu do maszyn – Część 2: Pomosty robocze i przejścia.
- [35] PN-EN ISO 14122-3:2005+A1:2010 Maszyny – Bezpieczeństwo – Stałe środki dostępu do maszyn – Część 3: Schody, schody drabinowe i balustrady.
- [36] PN-EN ISO 14122-4:2006+A1:2010 Maszyny – Bezpieczeństwo – Stałe środki dostępu do maszyn – Część 4: Drabiny stałe.
- [37] PN-ISO 5006-1:1997 Maszyny do robót ziemnych – Widoczność ze stanowiska operatora – Metoda badań.
- [38] PN-ISO 5006-2:1997 Maszyny do robót ziemnych – Widoczność ze stanowiska operatora – Metoda oceny.
- [39] PN-ISO 5006-3:1997 Maszyny do robót ziemnych – Widoczność ze stanowiska operatora – Kryteria.