

SYMBOLE KODOWANIA INFORMACJI NA URZĄDZENIACH SYGNALIZACYJNYCH I STEROWNICZYCH CIĄGNIKÓW I MASZYN ROLNICZYCH

Streszczenie

Artykuł prezentuje problem niedostosowania rozmieszczenia i oznakowania urządzeń sygnalizacyjnych i sterowniczych maszyn rolniczych do zaleceń Norm Europejskich. Rezultatem takiego niedostosowania są trudności operatora związane z obsługą kilku różnych maszyn w tym samym okresie wykonywania prac polowych, powodujące u tego operatora zwiększenie obciążenia psychicznego. W artykule wykorzystano następujące Normy Europejskie: PN-EN 894-1:1997, PN-EN ISO 11783-6:2004, PN-EN 80416-1:2006P, PN-EN ISO 9241-171:2008E, PN-EN 894-2 + A1:2010P, PN-EN ISO 12100:2012P. Analizę przeprowadzono na przykładach urządzeń pięciu maszyn rolniczych: kombajnu do zbóż Claas Dominator 130-150, kombajnu do zbóż Claas Lexion 510-560, kombajnu do zbóż Claas Lexion 410-460, kombajnu do ziemniaków Grimme SE 150-60/170-60 oraz siewczarni Claas Jaguar 900.

Słowa kluczowe: symbol kodowania informacji, urządzenie sygnalizacyjne, urządzenie sterownicze, maszyna rolnicza

Wprowadzenie

Rozwój mechanizacji rolnictwa sprawił, że praca współczesnego operatora w coraz mniejszym stopniu polega na bezpośredniej obsłudze maszyn rolniczej [13]. Zadaniem operatora jest zazwyczaj zarządzanie procesami poprzez sprawną obsługę zautomatyzowanych i skomputeryzowanych urządzeń sygnalizacyjnych, sterowniczych i sygnalizacyjno sterowniczych. Obsługa ta staje się niejednokrotnie trudnym zadaniem, ponieważ nowoczesne ciągniki i maszyny rolnicze wyposażone są w komputery pokładowe posiadające często skomplikowane systemy z mocno rozbudowanymi procedurami operacyjnymi. Czynności wykonywane przez operatora podczas obsługi takiego urządzenia zawierają percepcję (zachodzącą na trzech poziomach: wykrycie, identyfikacja i interpretacja [11]), przetwarzanie informacji, wybór strategii i podejmowanie decyzji [10]. To właśnie złożoność tego procesu przy uruchamianiu konkretnej funkcji maszyny powoduje u operatora nadmierny wysiłek psychiczny (mentalny). Stopień skomplikowania pracy jest bowiem w tym przypadku szczególnie silnym stresorem [14], powodującym tzw. przeciążenie jakościowe [1].

Ponieważ termin „ergonomia” odnosi się do wielodyscyplinarnego obszaru nauki i jej zastosowań, można stwierdzić, że ergonomicznie zaprojektowane systemy pracy zwiększają bezpieczeństwo, polepszają warunki pracy ludzi oraz przeciwdziałają niekorzystnym wpływom na ich zdrowie [9]. Dodatkowo minimalizują niewygodę, zmęczenie i inne uciążliwe oddziaływania, na które narażony jest operator, jednocześnie przyczyniając się do optymalnego działania systemu pracy [10].

Zalecenie dotyczące projektowania poszczególnych fragmentów kokpitów sterowniczych, w tym ekranów i interfejsów komputerów oraz urządzeń sygnalizacyjnych i sterowniczych opisują, w różnym stopniu, Normy Europejskie wykorzystane do analizy w niniejszym artykule.

Cel i metodyka badań

Celem artykułu było przedstawienie i krótki opis Norm Europejskich zawierających zalecenia i wytyczne dotyczące sposobu projektowania elementów sygnalizacyjnych i sterowniczych różnych maszyn (w tym również rolniczych) z uwzględnieniem ich przystosowania do potrzeb operatora. Na podstawie analizy wybranych przez autorów czterech norm, przedstawiono losowo wybrane przypadki nieprzystosowania wyglądu i rozmieszczenia urządzeń sygnalizacyjnych i sterowniczych do wytycznych zawartych w normach. Zakres pracy obejmował analizę następujących Norm Europejskich:

- PN-EN 894-1:1997 Bezpieczeństwo maszyn - Wymagania ergonomiczne dotyczące projektowania wskaźników i elementów sterowniczych - Część 1: Ogólne zasady interakcji między człowiekiem a wskaźnikami i elementami sterowniczymi [5]
- PN-EN ISO 11783-6:2004 Tractors and machinery for agriculture and forestry Serial control and communications data network Part 6: Virtual terminal [6]
- PN-EN 80416-1:2006P Podstawowe zasady dotyczące symboli graficznych stosowanych na urządzeniach - Część 1: Opracowywanie oryginałów symboli [7]
- PN-EN ISO 9241-171:2008E Ergonomia interakcji człowieka i systemu - Część 171: Wytyczne dotyczące przystępności oprogramowania [8]
- PN-EN 894-2 + A1:2010P Bezpieczeństwo maszyn - Wymagania ergonomiczne dotyczące projektowania wskaźników i elementów sterowniczych - Część 2: Wskaźniki [11]
- PN-EN ISO 12100:2012P Bezpieczeństwo maszyn - Ogólne zasady projektowania - Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka. [12]

Wybrane przykłady urządzeń sygnalizacyjnych i sterowniczych pochodzą z następujących maszyn rolniczych:

- Kombajn do zbóż Claas Dominator 130-150
- Kombajn do zbóż Claas Lexion 510-560
- Kombajn do zbóż Claas Lexion 410-460
- Kombajn do ziemniaków Grimme SE 150-60/170-60
- Siewczarnia Claas Jaguar 900.

Tab. 1. Zestawienie Norm Europejskich definiujących sposób projektowania funkcji i oznaczeń urządzeń sygnalizacyjnych i sterowniczych

Table 1. List of European Standards that define how to design features and marks of the signaling and control devices

Numer Normy	Zakres Normy
PN-EN 894-1:1997	Gdy tylko jest to zgodne z wymaganiami wynikającymi z zadania roboczego, powinny istnieć możliwości zredukowania jego złożoności. Szczególnie dokładnie należy rozważyć złożoność struktury zadania roboczego oraz rodzaj i ilość informacji przetwarzanych przez operatora. Dodatkowo w normie zawarto następujące zasady projektowania systemu i elementów sterowniczych: 1. ważne i często używane elementy powinny znajdować się w najbardziej dostępnych miejscach 2. elementy, które są uruchamiane w określonej kolejności powinny być umieszczane razem 3. funkcjonalnie zależne elementy powinny być umieszczane w grupach tak, aby wzrokowo i przestrzennie były oddzielone od innych 4. zaleca się, aby elementy sterownicze i wskaźniki były łatwo rozpoznawalne 5. w przypadku wystąpienia uszkodzenia systemu powinno ono być rozpoznawalne dla operatora tak szybko, jak to tylko możliwe 6. zapewnienie zgodności z oczekiwaniami operatora (stereotypy zachowań ludzkich i inne oczekiwania operatora co do funkcjonowania interfejsu w układzie człowiek-maszyna, wpływają w znacznym stopniu na sposób, w jaki operator używa określonego elementu sterowniczego, zatem funkcja, ruch i położenie elementów sterowniczych takich jak przyciski czy dźwignie, powinny odpowiadać oczekiwaniom operatora, które wykształciły się u niego podczas wcześniej zdobytego doświadczenia w pracy lub szkolenia).
PN-EN ISO 11783-6:2004	Norma ta definiuje sposób projektowania funkcji, nie wyglądu wyświetlaczy czy urządzeń sygnalizacyjnych i sterowniczych. Specyfikacje dotyczące fizycznego układu i ilości elementów fizycznych zostały w niej pominięte, aby nie narzucać wzorców różnym producentom.
PN-EN 80416-1:2006P	Norma ta mówi, że w przypadku symboli graficznych, jednorodność w projektowaniu typoszeregów symboli stosowanych w jednym miejscu lub na podobnych urządzeniach jest tak samo ważna, jak ich czytelność w odniesieniu do ich małych rozmiarów oraz, że istnieje konieczność znormalizowania zasad opracowywania symboli graficznych stosowanych na urządzeniach w celu zapewnienia wyrazności, zachowania jednorodności, a także poprawienia ich rozpoznawalności.
PN-EN ISO 9241-171:2008E	Norma zwraca uwagę, że projektowanie oprogramowania każdego systemu powinno być oparte na ergonomicznych wytycznych projektowych (tj. zawartość oprogramowania/interfejsu powinna być jednoznacznie zrozumiała, a informacje muszą być widoczne przez użytkownika).
PN-EN 894-2 + A1:2010P	Norma określa funkcjonalne umiejscowienia wskaźników wizualnych i elementów sterowniczych wskazując przy tym zalecaną, akceptowalną i nieodpowiednią wielkość pola widzenia operatora. Zalecenia ergonomiczne zawarte w normie przeznaczone są dla dwóch różnych zadań wizualnych: zadania wykrywania (takiego, w którym system ostrzega operatora) oraz zadania nadzorowania (takiego, w którym operator aktywnie wyszukuje informacje).
PN-EN ISO 12100:2012P Na podstawie norm: PN-EN 614-1, PN-EN 13861, IEC 61310-1	Według normy, wszystkie elementy interfejsu „operator-maszyna”, takie jak elementy sterownicze, sygnalizacyjne lub informacyjne powinny być tak zaprojektowane, żeby były łatwo zauważalne, zrozumiałe i umożliwiały pełne i jednoznaczne współdziałania między operatorem i maszyną.

Źródło: opracowanie własne, na podstawie treści norm

Wyniki przeprowadzonej analizy

Nie wszystkie z wymienionych w artykule Norm Europejskich w sposób dokładny definiują sposób projektowania funkcji czy symboli stosowanych na maszynach i urządzeniach technicznych. Ale w każdej z nich zawarte są ważne informacje dotyczące ogólnych zaleceń dotyczących ergonomicznego projektowania czy stosowania oznaczeń w taki sposób, aby ryzyko popełnienia błędu przez operatora było jak najmniejsze. Tab. 1 jest zestawieniem tych norm wraz z krótkim streszczeniem ich zawartości.

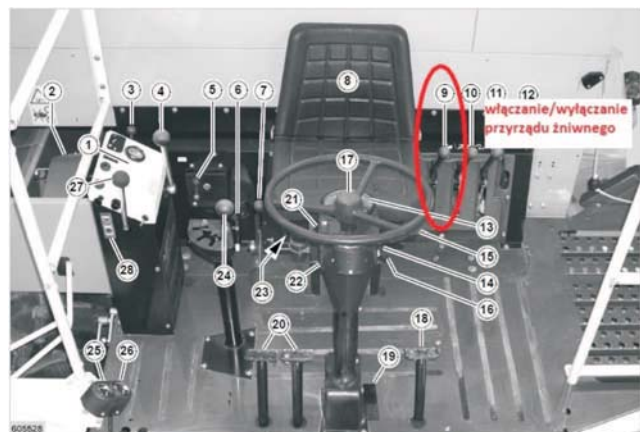
Po krótkiej analizie treści norm wymienionych w tab. 1 można stwierdzić, że zalecenia w nich zawarte są bardzo spójne i dotyczą głównie jednorodności w projektowaniu i stosowaniu symboli graficznych, jednoznaczności w rozumieniu informacji przekazywanych operatorowi przez urządzenia sygnalizacyjne oraz uwzględniania stereotypów obsługi podobnych urządzeń, jakie wykształciły się podczas długotrwałej pracy. Rys. 1, 2, 3 i 4 przedstawiają elementy kokpitów sterowniczych, będące przykładem nieergonomicznego projektowania oraz niedostosowania się do wytycznych normatywnych.

Na rys. 1 przedstawiono różne rodzaje urządzeń sterowniczych odpowiedzialnych za uruchamianie tej samej funkcji

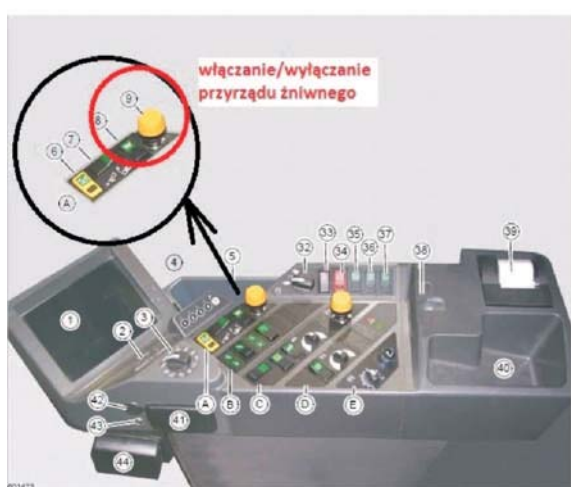
(włączanie lub wyłączanie przyrządu żniwnego) w dwóch modelach kombajnu do zbioru zbóż. Te rodzaje urządzeń to: przycisk (kombajn Claas Lexion 510-560) oraz dźwignia (kombajn Claas Dominator 130-150). Takie zróżnicowanie elementów sterowniczych odpowiedzialnych za często używaną funkcję maszyny przeczy zaleceniom normy PN-EN 894-1:1997 o zapewnieniu zgodności z oczekiwaniami operatora. Człowiek przyzwyczajony do obsługi przycisku bądź dźwigni w jednej z tych maszyn, w drugiej będzie odruchowo szukał tego samego elementu. Odnalezienie innego rodzaju elementu sterowniczego będzie tym bardziej utrudnione, że są one umiejscowione w różnych częściach kabiny oraz oznaczone w różny sposób.

Rys. 2 przedstawia sposób sygnalizacji prędkości obrotowej silnika w dwóch różnych maszynach rolniczych: sieczkarni samojezdnej Claas Jaguar 900 oraz kombajnie do zbóż Claas Lexion 410-460. Brak jednorodności w projektowaniu symboli odpowiedzialnych za sygnalizację tego samego parametru maszyny, umieszczonego w innym miejscu wyświetlacza ekranu pokładowego wskazuje na niestosowanie się do normy PN-EN 80416-1:2006P. Brak jednolitego charakteru oznaczeń tak prostych i często sprawdzanych przez operatora funkcji może zwiększać ilości popełnianych przez niego błędów oraz wydłużać czas obsługi lub reakcji. W rezul-

tacie powoduje to znaczne zwiększenie przeciążenia informacyjnego operatora, a w efekcie - wzrost zmęczenia psychicznego.



Kombajn do zbóż Claas Dominator 130-150



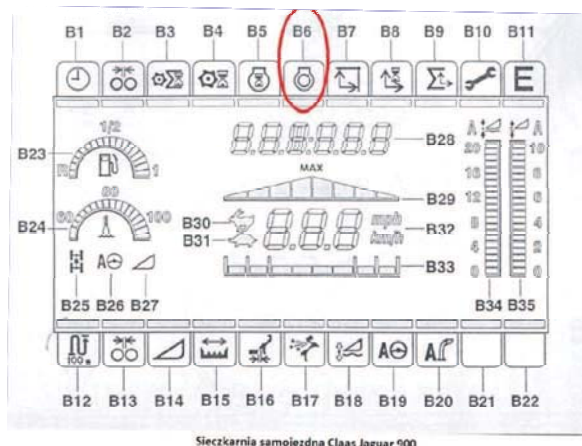
Kombajn do zbóż Claas Lexion 510-560

Źródło: opracowanie własne, na podstawie instrukcji obsługi

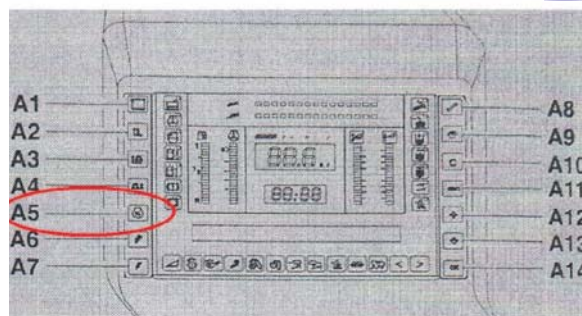
Rys. 1. Różne rodzaje urządzeń sterowniczych odpowiedzialnych za uruchamianie tej samej funkcji w dwóch modelach kombajnu do zbóż

Fig. 1. Different types of control devices responsible for running of the same function in two models of cereal combines

Problem oznaczeń i symboli sygnalizujących rozmaite funkcje maszyn rolniczych jest rozbudowany. Na rynku jest wiele maszyn różnych producentów, o innym charakterze pracy i wielu funkcjach. Nawet jeśli niemożliwe jest znormalizowanie wszystkich symboli ze względu na mnogość funkcji i procedur, należy projektować je tak, aby były jednoznacznie kojarzone z elementem maszyny lub czynnością operacyjną. Symbol odpowiadającego za sygnalizację regulacji prędkości przenośnika selekcyjnego w kombajnie do ziemniaków Grimme SE 150-60/170-60 (rys. 3) jest przykładem oznaczenia, które co prawda jednoznacznie kojarzy się z elementem maszyny, jakim jest przenośnik selekcyjny, ale nie jest jednoznacznie utożsamiany z jego regulacją. Doświadczenie autorów podpowiada, że dodatkowym oznaczeniem kojarzonym jednoznacznie z regulacją lub ustawieniem parametrów urządzenia oraz jego elementów jest piktogram z wizerunkiem śruby lub narzędzia technicznego, jakim jest klucz. Oznaczenie to jest więc niejednoznacznie zrozumiałe i przeczy zaleceniom Normy PN-EN ISO 9241-171:2008E.



Sieczkarnia samojezdna Claas Jaguar 500



Kombajn zbożowy Claas Lexion 410-460

Źródło: opracowanie własne, na podstawie instrukcji obsługi

Rys. 2. Ogólny wygląd sygnalizacji prędkości obrotowej silnika w dwóch różnych maszynach rolniczych

Fig. 2. A general view of the signaling of engine rotational speed in two different agricultural machines

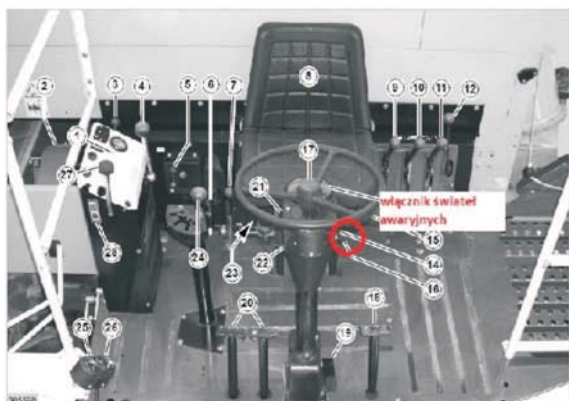
Funkcja maszyny	Opis	Symbol	Notatki
Grzebień zgarniający	- Hydrauliczna regulacja zgarniaczy przy taśmie na duże lęty - Regulator centralny przedni i tylni - Nachylenie nastawne		
Stół selekcyjny	Regulacja prędkości przenośnika selekcyjnego		
Zbiornik			
Pokrywa zbiornika	- Składanie / rozkładanie pokrywy zbiornika na transport i do pozycji roboczej		
Zbiornik z dnem rolkowym	- Podnoszenie / opuszczanie zbiornika z dnem rolkowym		
Taśma zbiornika	- Opróżnianie zbiornika - Przeciąganie taśmy zbiornika w dwóch prędkościach - Stopniowa regulacja prędkości taśmy zbiornika		

Źródło: opracowanie własne, na podstawie instrukcji obsługi

Rys. 3. Sygnalizacja regulacji prędkości przenośnika selekcyjnego w kombajnie do ziemniaków

Fig. 3. Signaling of speed adjustment on picking table in potato harvester

Rys. 4 przedstawia różne rozmieszczenie tych samych urządzeń sygnalizacyjno-sterowniczych (tu: włączników) odpowiedzialnych za sygnalizację oraz włączenie bądź wyłączenie świateł awaryjnych dwóch kombajnów do zbioru zbóż: Claas Dominator 130-150 oraz Claas Lexion 510-560. To różne rozmieszczenie sprawia, że nie są one łatwo i szybko zauważalne dla operatora [12]. Ponadto, nie uwzględnione zostały stereotypy obsługi czy nawyki operatora, który niejednokrotnie korzysta z różnych maszyn [5]. Dodatkowo należy zauważyć, że umieszczenie włącznika świateł na bocznym panelu sterowniczym (kombajn Claas Lexion 510-560) pozostaje w sprzeczności z zaleceniem normy PN-EN 894-2 + A1:2010P o lokalizowaniu elementów sterowniczych w peryferyjnym kącie widzenia operatora [15].



Kombajn do zbóż Claas Dominator 130-150



Kombajn do zbóż Claas Lexion 510-560

Źródło: opracowanie własne, na podstawie instrukcji obsługi

Rys. 4. Różne umiejscowienie włącznika świateł awaryjnych w dwóch modelach kombajnu do zbóż

Fig. 4. Different arrangements of the hazard lights switch in two models of cereal combines

Podsumowanie i wnioski

Z uwagi na to, że wraz z upływem czasu zmieniają się niektóre potrzeby i wymagania człowieka, zwłaszcza ze sfery psychicznej, dostosowanie techniki do człowieka powinno być procesem ciągłym i dynamicznym [2]. Dobór, umiejscowienie i rozpoznawalność elementów sterowniczych powinny być takie, żeby mogły być obsługiwane z zapewnieniem bezpieczeństwa bez wahania i wątpliwości lub straty czasu [12]. Sprawne rozpoznanie i przetwarzanie sygnałów ma znaczenie zwłaszcza tam, gdzie operator pracuje w deficycie czasu, w warunkach przeciążenia sensorycznego, kiedy natłok lub brak informacji może grozić pomyłką w formułowaniu decyzji sterowniczych [4]. Wykazane, istniejące różnice w kodach przekazu informacji oraz procedurach obsługi urządzeń sygnalizacyjnych i sterowniczych (jak wykazano

w artykule często w maszynach tego samego producenta) powodują problem niekompatybilności tych urządzeń w systemie człowiek-maszyna [3]. Dlatego podstawą pomyślnego działania tego systemu jest znajomość zasad ergonomii i przestrzeganie zaleceń normatywnych w procesie projektowania maszyn.

Bibliografia

- [1] French J.R.P., Caplan R.D. Organizational stress and individual strain. [In:] The failure of success. Amacom. New York, 1973, 30-66.
- [2] Górka E., Tytyk E. 1998. Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 14-16.
- [3] Juliszewski T., Kiełbasa P., Trzyniec K.: Procedury obsługi urządzeń sygnalizacyjnych i sterowniczych wybranych maszyn rolniczych. Inżynieria Rolnicza, 2012, Nr 4 (139), 109-122.
- [4] Olszewski J.: Podstawy ergonomii i fizjologii pracy. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu. Poznań, 1993, 130-131.
- [5] PN-EN 894-1:1997. Bezpieczeństwo maszyn - Wymagania ergonomiczne dotyczące projektowania wskaźników i elementów sterowniczych - Część 1: Ogólne zasady interakcji między człowiekiem a wskaźnikami i elementami sterowniczymi.
- [6] PN-EN ISO 11783-6:2004. Tractors and machinery for agriculture and forestry - Serial control and communications data network - Part 6: Virtual terminal.
- [7] PN-EN 80416-1:2006P. Podstawowe zasady dotyczące symboli graficznych stosowanych na urządzeniach - Część 1: Opracowywanie oryginałów symboli.
- [8] PN-EN ISO 9241-171:2008E. Ergonomia interakcji człowieka i systemu - Część 171: Wytyczne dotyczące przystępności oprogramowania.
- [9] PN-EN 614-1 + A1: 2009E. Bezpieczeństwo maszyn - Ergonomiczne zasady projektowania - Część 1: Terminologia i wytyczne ogólne.
- [10] PN-EN 614-2 + A1:2010P. Bezpieczeństwo maszyn - Ergonomiczne zasady projektowania - Część 2: Interakcje między projektowaniem maszyn a zadaniami roboczymi.
- [11] PN-EN 894-2 + A1:2010P. Bezpieczeństwo maszyn - Wymagania ergonomiczne dotyczące projektowania wskaźników i elementów sterowniczych - Część 2: Wskaźniki.
- [12] PN-EN ISO 12100:2012P. Bezpieczeństwo maszyn - Ogólne zasady projektowania - Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka.
- [13] Trzyniec K.: Sposoby badania obciążenia psychicznego pracą. [W:] Dokonania naukowe doktorantów - Creative Science Monografia, 2013, tom 1. Creativetime, Kraków, 138-139.
- [14] Widerszal-Bazyl M.: Stresory psychospołeczne w miejscu pracy. [W:] Bezpieczeństwo pracy i ergonomia, tom 1. Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa, 1997, 165-189.
- [15] Zalewski P., Pleszczyński W.: Ergonomia dla mechanizatorów rolnictwa. Warszawa: PWRiL, 1979.

SYMBOLS OF ENCODING INFORMATION ON SIGNALING AND CONTROL DEVICES OF TRACTORS AND AGRICULTURAL MACHINERY

Summary

This article presents the unadjustedness problem of arrangement and marking of signaling and control devices of agricultural machinery to the recommendations contained in the European Standards. This unadjustedness results in operator's difficulties with operating of several different machines while performing work in the field, bringing on increased operator's mental strain. In the article are used the following European Standards: PN-EN 894-1:1997, PN-EN ISO 11783-6:2004, PN-EN 80416-1:2006 P, PN-EN ISO 9241-171:2008 E, PN-EN 894 - 2 + A1: 2010F, PN-EN ISO 12100:2012 P. The analysis was performed on the examples of five devices of agricultural machinery: cereal combine Claas Dominator 130-150, cereal combine Claas Lexion 510-560, cereal combine Claas Lexion 410-460, potato harvester Grimme 150-60/170-60 and forage harvester Claas Jaguar 900.

Key words: symbol of encoding information, signaling devices, control devices, agricultural machinery