

# STRUKTURA PRZESTRZENI ROBOCZEJ OPERATORÓW CIĄGNIKÓW I MASZYN ROLNICZYCH

Streszczenie

W artykule poruszono problem niedostosowania wyposażenia kabin nowoczesnych ciągników i samojezdnych maszyn rolniczych do kryteriów ergonomicznego projektowania przestrzeni roboczej. Dokonano ergonomicznej oceny stanowisk pracy w pięciu ciągnikach i maszynach rolniczych. Analiza dotyczyła granic przestrzeni roboczej i przestrzeni manipulacyjnej, strefy wygody, strefy identyfikacji wzrokowej oraz rozmieszczenia urządzeń informacyjnych (sygnalizacyjnych) i sterujących. Kryteria ergonomicznej oceny zaczerpnięto z dostępnej literatury naukowej oraz obowiązujących norm europejskich.

**Słowa kluczowe:** przestrzeń robocza, ciągniki i maszyny rolnicze, ergonomia

## Wprowadzenie

Jednym z podstawowych zadań mechanizacji prac w rolnictwie jest zmniejszenie wysiłku fizycznego rolnika oraz częściowe lub całkowite zastąpienie żywej siły pociągowej siłą mechaniczną [3]. Postęp techniczny w rolnictwie, powodowany m.in. ciągłym rozwojem mechanizacji, bezpośrednio przekłada się na wzrost bezpieczeństwa pracy, nowoczesności i wygody życia rolnika, a zastąpienie prac ręcznych obsługą maszyn rolniczych jest źródłem zadowolenia z prowadzenia gospodarstwa rolnego [1].

Na podstawie treści przyjętych norm europejskich [5-9] należy założyć, że projektowanie wszystkich systemów pracy zgodnie z zaleceniami ergonomii koncepcyjnej zwiększa bezpieczeństwo i przeciwdziała uciążliwym i niekorzystnym oddziaływaniom elementów przestrzeni roboczej, zapewniając tym samym optymalne warunki pracy ludzi.

Zalecenia dotyczące projektowania kabin ciągników i maszyn rolniczych, wykorzystane do analizy w niniejszym artykule, zawarte są w wybranych normach europejskich [5-9] oraz literaturze naukowej z dziedziny ergonomii [11].

## Cel i metodyka badań

Celem artykułu jest a) przedstawienie i krótki opis zaleceń dotyczących sposobu projektowania elementów przestrzeni roboczej w kabinach ciągników i maszyn rolniczych z uwzględnieniem ich przystosowania do fizycznych i psychicznych predyspozycji operatora, b) przedstawienie losowo wybranych przypadków nieprzystosowania wyposażenia kabin ciągników i maszyn rolniczych do wymienionych wytycznych.

Analizę ergonomiczną przeprowadzono z następujących punktów widzenia [11]:

- kształtowania granic przestrzeni roboczej,
- kształtowania granic przestrzeni manipulacyjnej,
- strefy wygody,
- strefy identyfikacji wzrokowej,
- warunków rozmieszczenia urządzeń informacyjnych i sterujących.

Do analizy wykorzystano treści 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 80416-1:2006P Podstawowe zasady dotyczące symboli graficznych stosowanych na urządzeniach - Część 1: Opracowywanie oryginałów symboli [6],
- PN-EN ISO 9241-171:2008E Ergonomia interakcji człowieka i systemu - Część 171: Wytyczne dotyczące przystępności oprogramowania [7],
- PN-EN 894-2 + A1:2010P Bezpieczeństwo maszyn - Wymagania ergonomiczne dotyczące projektowania wskaźników i elementów sterowniczych - Część 2: Wskaźniki [8],
- PN-EN ISO 12100:2012P Bezpieczeństwo maszyn - Ogólne zasady projektowania - Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka [9],
- zalecenia zawarte w skrypcie Wykowskiej [11].

Wybrane rysunki ilustrujące elementy kabin pochodzą z następujących maszyn rolniczych:

- siewczarnia Claas Jaguar 900-830 (rok produkcji 1995),
- ciągnik rolniczy Massey Ferguson 2400 (rok produkcji 2004),
- kombajn zbożowy Claas Dominator 130-150 (rok produkcji 2005),
- kombajn zbożowy Claas Lexion 510-560 (rok produkcji 2007).

## Wyniki przeprowadzonej analizy

Tabela zawiera skrócone treści zaleceń ergonomicznego projektowania struktury przestrzeni roboczej operatorów ciągników i maszyn rolniczych (tj. struktury przestrzeni kabin ciągników i maszyn rolniczych) oraz przykłady nieprzystosowania elementu kabiny do wymienionych zaleceń.



## A DICTIONARY OF AGRICULTURAL ENGINEERING IN SIX LANGUAGES

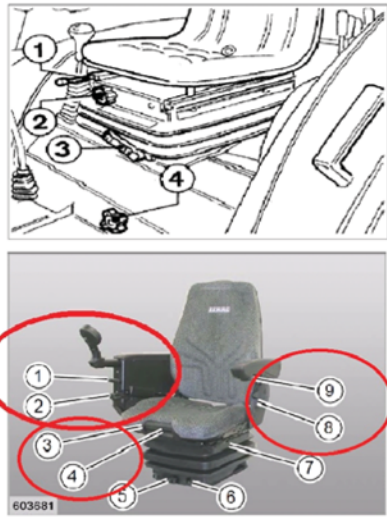

Jest pierwszym tego typu słownikiem wydanym w Polsce.

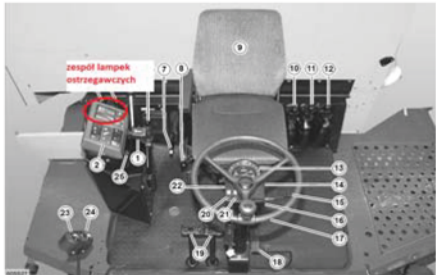
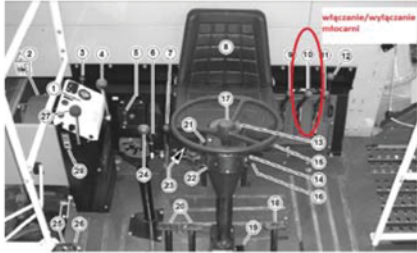
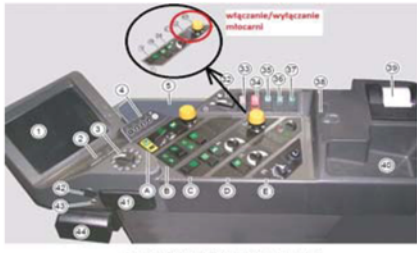
Zawiera on ponad 13.350 wiodących angielskich terminów podanych w układzie alfabetycznym z odpowiednikami w języku polskim, niemieckim, francuskim, włoskim i rosyjskim.

Wydawca: PIMR Poznań.

Tabela. Zestawienie zaleceń definiujących sposób projektowania stanowiska pracy i jego elementów składowych i przykłady braku zastosowania tych zaleceń

Table. List of recommendations that define how to design work space with all components and examples of non-application of these recommendations

Aspekt	Treść zalecenia	Przykład braku zastosowania zalecenia
<p>Kształtowanie granic przestrzeni roboczej</p>	<p>Przestrzeń robocza stanowiska pracy powinna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zapewnić bezpieczną i wygodną pracę dla 90% populacji użytkowników,</li> <li>- być dostosowana do ich ekstremalnych cech wymiarowych,</li> <li>- umożliwiać dopasowanie niektórych parametrów przestrzennych stanowiska do indywidualnych potrzeb użytkowników, wprowadzając możliwość regulacji,</li> <li>- uniemożliwiać powstawanie zagrożeń wypadkowych i szkodliwych dla zdrowia</li> <li>- zapewniać swobodę ruchów,</li> <li>- zapewnić minimalny koszt biologiczny podczas wysiłku pracownika,</li> <li>- zapewniać dobre warunki widoczności procesu pracy i otoczenia.</li> </ul> <p>Ponadto niezbędne jest prawidłowe zaprojektowanie siedziska dla operatora ciągnika lub maszyny rolniczej, tak aby parametry konstrukcyjne tego siedziska wynikały z właściwości fizjologicznych człowieka i jego cech anatomicznych.</p> <p>Zadaniem prawidłowo zaprojektowanego siedziska jest zapewnienie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- warunków stabilizacji tułowia, kończyn i głowy użytkownika,</li> <li>- stabilności i trwałości samego siedziska,</li> <li>- możliwości jego regulacji i łatwej obsługi.</li> </ul> <p>Uzyskać to można stosując:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- profilowanie i pochylanie płyty siedziska,</li> <li>- kształtowanie części bocznych i oparcie pod plecy,</li> <li>- podpórki pod stopy, łokcie, głowę [11].</li> </ul>	<p>Na rysunkach poniżej przedstawiono siedziska zamontowane w kabinach dwóch różnych maszyn: ciągnika Massey Ferguson (rys. górny) oraz siewczarki Claas Jaguar (rys. dolny). W pierwszym pojeździe fotel operatora ma tylko trzy regulacje: przód-tył, góra-dół oraz regulacja amortyzacji. W drugim pojeździe, oprócz wyżej wymienionych, zastosowano następujące regulacje: poziomego położenia prawego podłokietnika, wysokości podłokietnika, dociążenia siedziska (zależne od wagi operatora), głębokości siedziska, kąta pochylenia siedziska, wysokości lewego podłokietnika, kąta pochylenia lewego podłokietnika. Wyraźnie widać, że możliwe byłoby zapewnienie większego komfortu siedzenia dla operatora pierwszej maszyny, w której wszystkie zalecenia ergonomicznego projektowania nie zostały zastosowane.</p> 
<p>Kształtowanie granic przestrzeni manipulacyjnej</p>	<p>Ogólne zalecenia doboru tzw. wysokości manipulacyjnej (<math>H_{manip}</math>) dla pozycji siedzącej są następujące:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>H_{manip} = 0.80 H_p</math> (gdzie <math>H_p</math> to wysokość pleców operatora)</li> <li>- wykonywanie prac lekkich i średnio ciężkich powinno być możliwe rękami zgiętymi w łokciu pod kątem 90 lub lekko rozwartymi [11].</li> </ul>	<p>Podstawowym wyposażeniem kabiny kombajnu do zbioru zbóż Dominator 130-150 jest siedzisko, w którym nie ma możliwości regulacji wysokości oparcia. Możliwe jest jedynie podnoszenie i opuszczanie całego fotela. Taka konstrukcja będzie z pewnością uciążliwa dla operatora o wzroście powyżej przeciętnej.</p> 
<p>Strefa wygody</p>	<p>Strefa wygody zależy od:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pozycji ciała przy pracy,</li> <li>- charakteru wykonywanej pracy,</li> <li>- warunków oświetlenia [11].</li> </ul>	<p>Strefa wygody leży w granicach statycznego komfortu operatora na stanowisku pracy. Komfort ten (czyli poczucie operatora, że maszyna jest dostosowana do jego możliwości fizycznych i psychicznych), jest doznaniem subiektywnym [12], dlatego też trudna jest obiektywna ocena zastosowania zalecenia w zaprojektowanym stanowisku roboczym.</p>

<p>Strefa identyfikacji wzrokowej</p>	<p>Warunki świetlne wymagane dla celów widoczności:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zasada właściwego natężenia oświetlenia określona jest wartościami minimalnymi i maksymalnymi. Minimalne natężenie uwarunkowane jest rodzajem wykonywanych czynności i możliwością rozróżniania poszczególnych elementów (szczegółów), na stanowisku pracy. Maksymalna wartość zależna jest od subiektywnego odczucia, od wystąpienia zmęczenia wzroku i wieku [11].</li> <li>Prawidłowe rozmieszczenie w przestrzeni tych elementów stanowiska pracy, które powinny stanowić przedmiot rejestracji wzrokowej (przyjmuje się, że centralny kąt widzenia to maks. 35° w lewo i w prawo od linii wzorcowej) [8, 11].</li> </ul>	<p>Umieszczenie całego zespołu lampek ostrzegawczych (sygnalizujących nie tylko poprawny stan maszyny, ale również awarie i usterki) w kombajnie Claas Dominator 130-150 pozostaje w sprzeczności z zaleceniem normy PN-EN 894-2 + A1:2010P o lokalizowaniu elementów sterowniczych i sygnalizacyjnych w centralnym kącie widzenia operatora.</p> 
<p>Warunki rozmieszczenia urządzeń informacyjnych i sterujących</p>	<p>Najważniejsze zasady projektowania systemu i elementów sterowniczych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ważne i często używane elementy powinny znajdować się w najbardziej dostępnych miejscach,</li> <li>elementy, które są uruchamiane w określonej kolejności powinny być umieszczane razem,</li> <li>funkcjonalnie zależne elementy powinny być umieszczane w grupach tak, aby wzrokowo i przestrzennie były oddzielone od innych,</li> <li>wszystkie elementy interfejsu „operator-maszyna”, takie jak elementy sterownicze, sygnalizacyjne lub informacyjne, powinny być tak zaprojektowane, żeby były łatwo rozpoznawalne, z zachowaniem jednorodności w projektowaniu typoszeregów symboli stosowanych w jednym miejscu lub na podobnych urządzeniach,</li> <li>zapewnienie zgodności z oczekiwaniami operatora (tj. zgodnie z wyuczonymi przez niego procedurami sterowniczymi),</li> <li>zawartość oprogramowania/interfejsu powinna być jednoznacznie zrozumiała [5-9].</li> </ul>	<p>Rysunki poniżej prezentują różne rodzaje urządzeń sterowniczych odpowiedzialnych za uruchamianie tej samej funkcji (włączanie lub wyłączanie młocarni) w dwóch modelach kombajnu do zbioru zbóż. Te rodzaje urządzeń to: obrotowy przełącznik (kombajn Claas Lexion 516-570) 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. 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.</p> <p>Odnalezienie innego rodzaju elementu sterowniczego jest w tym przypadku tym bardziej utrudnione, że są one umiejscowione w różnych częściach kabiny oraz oznaczone w różny sposób.</p>  <p>Kombajn do zbóż Claas Dominator 130 - 150</p>  <p>Kombajn do zbóż Claas Lexion 570 - 580</p>

Źródło: opracowanie własne, na podstawie treści norm europejskich oraz instrukcji obsługi maszyn

## Podsumowanie i wnioski

Ergonomię traktuje się jako proces zdobywania wiedzy o relacjach między człowiekiem a maszyną. Rezultatem tego procesu jest opracowywanie i stosowanie coraz nowszych metod ergonomicznych [2]. W ten sposób, od obserwacji czy kwestionariusza, poprzez wywiad i symulację dochodzi się do skali ocen (tu: zaleceń), na podstawie której możliwe jest ustalenie kryteriów ergonomicznej oceny [10].

Niestosowanie się do ustalonych i znormalizowanych wytycznych ergonomicznego projektowania struktury przestrzeni roboczej skutkuje nadmiernym obciążeniem fizycznym i psychicznym. Obciążenia te noszą za sobą skutki oddziałujące bezpośrednio na zdrowie (czasem nawet życie) człowieka (tu: operatora ciągnika lub maszyny rolniczej), dlatego tak ważne jest skupienie uwagi na tzw. tworzeniu warunków bezpieczeństwa na stanowisku pracy [4].

## Bibliografia

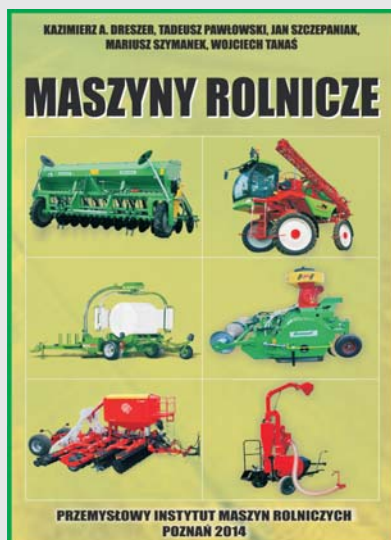
- [1] Bujak F., Jurkiewicz A.: Zawód rolnika w opinii młodzieży kończącej szkoły rolnicze. [W:] Złowodzki M. i in. (red.), Ergonomia w warunkach gospodarki opartej na wiedzy. Komitet Ergonomii PAN, Kraków-Lublin, 2012.
- [2] Jabłoński J.: Czy ergonomia jest nauką? Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2005.
- [3] Kossowski E., Orliński J.: Mechanizacja i elektrotechnika w rolnictwie. Olsztyn: Wydawnictwo ART, 1996.
- [4] Ogińska H., Ogińska-Bruchal K.: Intuicja w ergonomicznym projektowaniu interakcji człowiek-technologie. [W:] Złowodzki M. i in. (red.), Ergonomia w warunkach gospodarki opartej na wiedzy. Komitet Ergonomii PAN, Kraków-Lublin, 2012.
- [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 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.
- [9] PN-EN ISO 12100:2012P. Bezpieczeństwo maszyn - Ogólne zasady projektowania - Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka.
- [10] Stanton N.A., Young M.S.: A Survey of Ergonomics methods. [W:] Karwowski W. (red.), International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factor. Taylor&Francis, London and New York, 2001, 1903-1907.
- [11] Wykowska M.: Parametry przestrzenne stanowiska pracy i jego elementów składowych. [W:] Wykowska M. Ergonomia. Kraków: Wydawnictwo AGH, 1994.
- [12] Zalewski P., Pleszczyński W.: Ergonomia dla mechanizatorów rolnictwa. Warszawa: PWRiL, 1979.

## THE STRUCTURE OF WORK SPACE OF TRACTORS AND AGRICULTURAL MACHINERY OPERATORS

### Summary

*This article presents the unadjustedness problem of equipment of cabs in modern tractors and agricultural machinery to the criteria of ergonomic design of work space. Ergonomic assessment of workplace has been made in five tractors and agricultural machinery. Analysis concerned the borders of work space and handling space, comfort zone, visual identification zone, location and marking the signaling and control devices. The criteria of ergonomic assessment have been taken from available literature and applicable European Standards.*

**Key words:** work space, tractors and agricultural machinery, ergonomics



Podręcznik pt. **MASZyny ROLNICZE** adresowany jest do szerokiego grona pracowników dydaktycznych i słuchaczy uczelni przyrodniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawarto w nim podstawowe informacje z przedmiotu "Technika rolnicza i eksploatacja maszyn rolniczych" wykładanego na ww. Uczelniach. Problematyka wykładów tego przedmiotu obejmuje charakterystykę szerokiego i niezwykle różnorodnego asortymentu maszyn i urządzeń technicznych. Wyczerpujące omówienie czy opisanie całości materiału jest niemożliwe. Z tych też względów w podręczniku przedstawiono ściśle wyselekcjonowane partie materiału - informacje podstawowe oraz te, które są dziełem autorów lub powstały przy znaczącym ich udziale. Stąd też, pomimo że podręcznik ma charakter pozycji dydaktycznej, nosi znamiona pracy monograficznej. Materiał uzupełniający stanowi literatura zamieszczona na końcu każdego z rozdziałów.

Wydawca:

Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej, Ekonomicznej i Normalizacyjnej  
Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych

60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31

tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;

e-mail: [office@pimr.poznan.pl](mailto:office@pimr.poznan.pl); Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>