

# PRZEPISY I REGULACJE OBOWIĄZUJĄCE AUTONOMICZNE POJAZDY ROLNICZE PORUSZAJĄCE SIĘ PO POLU

Streszczenie

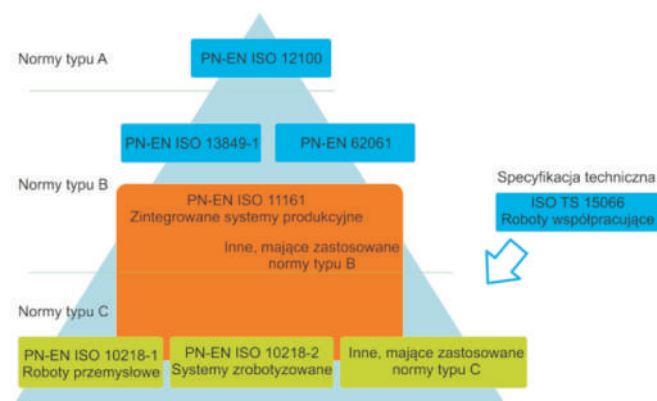
Omówiono zagadnienia związane z przepisami dotyczącymi poruszania się autonomicznych robotów w przestrzeni publicznej oraz ich współpracy z człowiekiem. Zwrócono uwagę na specjalne wymagania dotyczące maszyn i urządzeń współpracujących z człowiekiem we wspólnej przestrzeni roboczej. W podsumowaniu stwierdzono, że specjalne wymagania prawne dotyczące pojazdów autonomicznych poruszających się po drogach publicznych nie obowiązują przy używaniu autonomicznych pojazdów rolniczych poruszających się poza drogami publicznymi.

**Słowa kluczowe:** robot, pojazd autonomiczny, wymagania bezpieczeństwa, dyrektywa maszynowa

## Wstęp

W rolnictwie, w codziennej praktyce znajduje zastosowanie wiele typów maszyn i urządzeń - od najprostszych narzędzi po maszyny bardzo zaawansowane technicznie. Wprowadzenie do obrotu handlowego urządzeń technicznych jest regulowane odpowiednimi aktami prawnymi. Na wspólnym europejskim rynku podstawą prawną obowiązującą dla wszystkich producentów i wprowadzających wyrób na rynek jest dyrektywa maszynowa [19], która reguluje wymagania bezpieczeństwa pracy maszyn. W ramach tego nowego dokumentu zharmonizowane zostały normy opisujące wymagania dla robotów [17]: ISO 10218-1:2011 [1], ISO 10218-2:2011 [2] ISO 13849-1:2016-02 [3] (rys. 1).

Należy założyć, że jeśli maszyna lub urządzenie spełnia wymagania takiej zharmonizowanej normy, spełnia również wymagania dyrektywy maszynowej. Wszystkie maszyny i urządzenia eksploatowane w Unii Europejskiej muszą spełniać podstawowe wymagania w zakresie zdrowia i bezpieczeństwa operatorów wymienione w pierwszym załączniku do tej dyrektywy. Ich wprowadzenie do obrotu handlowego lub przekazanie do użytkowania wymaga przeprowadzenia procesu oceny zgodności, w myśl artykułu 12 dyrektywy maszynowej, zakończonego wydaniem deklaracji zgodności WE oraz oznaczeniem ich znakiem CE.



Rys. 1. Dyrektywa maszynowa - zależność norm zharmonizowanych [22]

Fig. 1. Machinery directive - dependence of harmonized standards [22]

## Stan robotyzacji

Dynamiczny rozwój środków produkcji, a szczególnie robotyzacja szeroko wprowadzana w zakładach przemysłowych spowodowała zasadnicze zmiany w przemyśle. Etap ten określa się jako Przemysł 4.0. Obecny etap robotyki coraz bardziej uwzględnia zagadnienia kompatybilności systemów człowiek-maszyna. Współdzielenie przez człowieka i maszynę obszaru roboczego uwidoczniło nowe zagrożenia, które nie były uwzględniane w dotychczas obowiązujących przepisach [13]. Wymusiło to konieczność opracowania nowych przepisów prawnych [10]. Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) w lutym 2016 roku opublikowała specyfikację techniczną ISO/TS 15066 [15], która uzupełnia dokument ISO 10218 [3] o nowe zagadnienia precyzyjnie definiujące cechy maszyn, które mają wpływ na bezpieczeństwo człowieka znajdującego się w pobliżu robota. Dokument nosi nazwę *Safety Requirements for Industrial Robots* (Wymagania bezpieczeństwa dla robotów przemysłowych). Zdefiniowano w nim również, jakie warunki muszą być spełnione na etapie projektowania i produkcji robotów współpracujących. Tak jak w przypadku wdrażania maszyn zgodnie z dyrektywą maszynową dla linii zrobotyzowanych z udziałem robotów współpracujących należy przeprowadzić analizę zagrożeń i ocenę ryzyka. Należy zidentyfikować również wszystkie rodzaje ryzyka i przedstawić sposób ich zmniejszenia do akceptowalnego poziomu określonego normą ISO 12100 [4].

Na rys. 1 ilustrującym w formie piramidy zależności typów norm, przedstawiono miejsce oddziaływania przedstawionej specyfikacji technicznej ISO/TS 15066.

Bezpieczeństwo związane z robotyzacją dotyczy nie tylko problemów współpracy i obsługi urządzeń, ale również zagadnień związanych z bezpieczeństwem zdalnego sterowania i zarządzania urządzeniami. Obecnie trwają prace nad europejskimi programami certyfikującymi środowisko sieciowe, a przy ich opracowaniu będą brane pod uwagę aktualnie istniejące europejskie standardy z zakresu cyberbezpieczeństwa. Dla Przemysłu 4.0 będą to np. normy IEC 62443 [7]. Opracowania te już dziś można znaleźć na stronie internetowej ENISA (European Union Network and Information Security Agency - Agencja Unii Europejskiej ds. Cyberbezpieczeństwa) [11].

Z uwagi na to, że wymagania bezpieczeństwa dla robotów współpracujących, przedstawione w normach ISO 10218-1 [1] i ISO 10218-2 [2] nie wyczerpują tych zagadnień, do maja 2021 r. powinna powstać nowa wersja tej normy [14]. Przy jej opracowaniu uwzględnione zostaną następujące zagadnienia i wymagania:

- utworzenie listy niezawodnych funkcji bezpieczeństwa i specyfikacji minimalnych wymagań zgodnie z normami ISO 13849 [3] i IEC 62061 [8],
- opracowanie szczegółowych wymagań bezpieczeństwa w zakresie działania hamulców,
- uszczegółowienie specyfikacji wymagań aplikacji realizujących poszczególne funkcje urządzenia, a także rodzajów współpracy człowiek-maszyna, zgodnie z normą ISO TS 15066 [15], a także rodzajów współpracy zgodnie z normą ISO TS 15066 [15],
- zatwierdzenie biomechanicznych wartości granicznych dla ograniczania mocy i siły wynikających z normy ISO TS 15066 [15],
- cyberbezpieczeństwo,
- wymagania bezpieczeństwa dla robotów mobilnych,
- aplikacje wymagań bezpieczeństwa dla chwytaków/systemów chwytaków wynikających z raportu technicznego ISO/TR 20218-1 [9].

Analizując stan światowej gospodarki oraz stopień zaawansowania automatyki należy zdawać sobie sprawę, że od robotyki nie ma odwrotu. Dotyczy to nie tylko produkcji przemysłowej, gdzie stopień zaawansowania automatyzacji jest już znaczny, ale również kolejnych obszarów gospodarki, jak transport po drogach publicznych, kolejnictwo czy też wykonywanie prac w rolnictwie [16].

W technice rolniczej stosowanie automatów jest już powszechne, szczególnie w pracach magazynowych, hodowli, ogrodnictwie, gdzie wybrane czynności są mechanizowane od wielu lat. Trudniejszym zadaniem jest automatyzacja prowadzonych zabiegów agrotechnicznych w uprawach polowych. W ostatnich kilku latach obserwuje się szybki postęp w tej dziedzinie i należy szukać możliwości jego praktycznego zastosowania. Obecnie wszystkie duże firmy maszyn rolniczych przedstawiają swoje rozwiązania autonomicznego sterowania pojazdami. Stan robotyki w technice rolniczej osiągnął poziom, który pozwala na opracowanie autonomicznych maszyn zdolnych samodzielnie wykonywać zaprogramowane prace polowe. Pojawiły się już pierwsze zaawansowane konstrukcje w postaci autonomicznych ciągników rolniczych, które samodzielnie lub w dobranej konfiguracji z innymi ciągnikami i maszynami mogą poruszać się wyznaczoną trasą na miejsce wykonywania zabiegów, wykonać je i powrócić do punktu początkowego [18, 20]. Nadzór i określanie zadań odbywa się zdalnie z poziomu komputera, tabletu lub smartfona za pomocą sieci wifi, GSM z zastosowaniem technologii GPS oraz zaawansowanej analizy obrazu z zastosowaniem sztucznej inteligencji.

## Legislacja a robotyka

Kwestie prawne związane z wdrożeniem do użytkowania pojazdów autonomicznych w zastosowaniach rolniczych dotyczą kilku obszarów i w dużej części są podobne do tych występujących przy wdrażaniu autonomicznych pojazdów samochodowych osobowych czy też ciężarowych. Pierwszy z tych obszarów obejmuje wyprodukowanie i przekazanie do użytkownika określonego urządzenia. Następnie należy uwzględnić miejsce i sposób jego wykorzystania. Ostatecznie należy rozważyć odpowiedzialność za ewentualne szkody, jakie mogą wystąpić podczas eksploatacji tych urządzeń.

Przybliżając szczegóły dotyczące poszczególnych obszarów, to w pierwszym z nich funkcjonuje wspomniana dyrektywa maszynowa [19] i przepisy związane z wprowadzaniem urządzeń technicznych do obrotu handlowego, które obejmują w zakresie funkcji i interakcji z człowiekiem również urządzenia autonomiczne. Natomiast w zakresie dotyczącym obszaru samodzielnego poruszania się w środowisku poza drogami publicznymi i wykonywania określonych prac, czyli szeroko pojętej autonomii, istnieje bardzo duże zróżnicowanie przepisów w poszczególnych państwach. Analizując je można zauważyć, że większym problemem w tym przypadku jest legislacja porządkująca ten obszar zastosowań, niż problemy techniczne związane z opracowaniem tej innowacyjnej technologii. Generalnie przepisy bezpieczeństwa w tym obszarze są dosyć ogólne i pozostawiają producentowi dużą swobodę w sposobie rozwiązania zabezpieczeń chroniących użytkownika i środowisko. Jako wytycznych można użyć wspomnianych wcześniej norm dotyczących bezpieczeństwa we współpracy z robotami.

Zasadą nadrzędną jest to, że urządzenia autonomiczne muszą pracować pod nadzorem operatora. Jednak nie określono jak nadzór ten powinien być realizowany. Analizując wdrożone do praktyki rozwiązania, w których wykorzystywane są urządzenia autonomiczne można potwierdzić, że są nadzorowane i sterowane zdalnie przez operatora. Producent decydując się na takie rozwiązanie założył, że sterowanie maszyną czy też grupą maszyn i urządzeń za pomocą komputera lub innego urządzenia jest zgodne z prawem. Przykładem takiego rozwiązania jest sprawowanie kontroli i nadzoru nad urządzeniami sprzątającymi terminale lotniskowe oraz centra logistyczne, gdzie urządzenia te pracują nadzorowane zdalnie przez operatora pomiędzy poruszającymi się tam ludźmi. Taki model sterowania jest realizowany również w projektach dotyczących wdrażania autonomicznych maszyn w zastosowaniach rolniczych.

Presja na wprowadzanie do powszechnego użytkowania urządzeń autonomicznych, zwłaszcza w rolnictwie, jest związana z tym, że metody uprawy w rolnictwie tradycyjnym nie zapewniają wydajności wymaganej przez rynek. Dodatkowo rolnictwo w krajach rozwiniętych cierpi na brak siły roboczej. Dlatego uważa się, że wzrost automatyzacji jest szansą na rozwiązanie tych problemów.

Oczywiste jest, że pojazdy czy też urządzenia autonomiczne muszą być wyposażone w szereg zabezpieczeń chroniących sprzęt i ludzi przebywających w ich pobliżu. Szczegółowe wymagania w tym zakresie są zawarte w normach związanych z bezpieczeństwem użytkownika określonych typów urządzeń. Na rys. 2 przedstawiono przykładowe urządzenie autonomiczne do wykonywania określonych zabiegów agrotechnicznych. Urządzenie jest nadzorowane przez operatora i jest wyposażone w szereg zabezpieczeń umożliwiających jego natychmiastowe zatrzymanie w przypadku zagrożenia. Analizując zagadnienie od strony prawnej, należy zauważyć, że w naszym systemie prawnym brakuje definicji robota, a co za tym idzie - brak definicji jego roli w społeczeństwie. Biorąc pod uwagę nowe rozwiązania techniczne, w tym pojazdy autonomiczne, które pojawiają się w naszym życiu codziennym, to umocowanie prawne oddziałującej na naszą rzeczywistość robotyki musi mieć istotne znaczenie. Już od chwili, w której pojawiły się pierwsze urządzenia automatyczne, zastanawiano się, jaka będzie ich rola w interakcji z człowiekiem. Dużą rolę w tym procesie powiązania pracy robota z oddziaływaniem na człowieka mieli pisarze *science-fiction*. Już w 1942 roku amerykański profesor biochemii Isaac Asimov sformułował zasady funkcjonowania

inteligentnych urządzeń we współpracy z człowiekiem [12]. Przedstawił on trzy zasady, według których powinien funkcjonować robot:

- Robot nie może skrzywdzić człowieka ani przez zaniechanie działania dopuścić, aby człowiek doznał krzywdy.
- Robot musi być posłuszny rozkazom człowieka, chyba że stoją one w sprzeczności z Pierwszym Prawem.
- Robot musi chronić sam siebie, chyba że stoi to w sprzeczności z Pierwszym lub Drugim Prawem.



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 2. Autonomiczny robot do prac polowych

Fig. 2. Autonomous robot for field work

Wydaje się, że przedstawione zasady są uniwersalne i wyczerpują kwestie związane z bezpieczeństwem człowieka w interakcji z urządzeniami zrobotyzowanymi. Innym problemem jest odpowiedzialność za szkody, jakie mogą powstać w wyniku eksploatacji w pełni zautomatyzowanych robotów, sterowanych sztuczną inteligencją. Zakładając, że rozwój systemów zarządzających pojazdami autonomicznymi dopuści ich pracę bez bezpośredniego nadzoru przez człowieka, konieczne jest rozstrzygnięcie dylematu odpowiedzialności za ewentualne szkody, ponieważ obecne przepisy nie przewidują, że stroną postępowania może być pojazd, którym nie kieruje człowiek. Należy rozstrzygnąć kto ponosi winę w trakcie kolizji: autonomiczny system czy może człowiek, który ten system zaprojektował i zaprogramował? Z szerokiej dyskusji na ten temat można przytoczyć stanowisko prof. Marty Litwińskiej-Werner, która sugeruje trzy rozwiązania: odpowiedzialność producenta, odpowiedzialność posiadacza, a w modelach teoretycznych rozważa się także odpowiedzialność robota [21].

## Podsumowanie

Aspekty prawne związane z wprowadzeniem systemów automatycznych do zastosowań gospodarczych stanowią kluczową rolę w tym procesie. Problem ten jest na tyle istotny, że prace prowadzone są na całym świecie, a instytucje międzynarodowe dążą do koordynacji tych prac i do ujednoczenia przepisów prawnych. Nad nowymi regulacjami pracuje również Parlament Europejski. Obecnie stoi on na stanowisku, że odpowiedzialność stron powinna być proporcjonalna do stopnia jego autonomii. Twierdzi on, że pełną odpowiedzialność musi ponosić człowiek. Być może dobrym rozwiązaniem będzie wprowadzenie ubezpieczenia obowiązkowego, na wzór ubezpieczeń samochodowych.

Rozpatrując problemy związane z wprowadzaniem najnowszych technologii, należy zwrócić uwagę, aby brak obowiązujących regulacji bądź zachowawcze podejście do istniejących przepisów nie hamowało wzrostu gospodarczego i technologicznego.

Podsumowując rozważania na temat przepisów prawnych dotyczących autonomicznych maszyn rolniczych przeznaczonych do prac polowych, należy stwierdzić, że dopóki nie korzysta się z przestrzeni publicznej, to nie ma dodatkowych regulacji prawnych jakim podlegają np. pojazdy autonomiczne poruszające się po drogach publicznych. Należy natomiast spełnić wymagania dyrektywy maszynowej i dodatkowych norm, które dotyczą bezpieczeństwa współpracy człowieka z robotami.

## Bibliografia

- [1] ISO 10218-1:2011 Roboty i urządzenia dla robotyki. Wymagania bezpieczeństwa dla robotów przemysłowych. Część 1: Roboty.
- [2] ISO 10218-2:2011 Roboty i urządzenia dla robotyki. Wymagania bezpieczeństwa dla robotów przemysłowych. Część 2: System robotowy i integracja.
- [3] ISO 13849-1:2016-02 Bezpieczeństwo maszyn - Elementy systemów sterowania.
- [4] ISO 12100 Bezpieczeństwo maszyn - Ogólne zasady projektowania - Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka.
- [5] ISO 18646-1:2016 - Robotyka - Kryteria wydajności i powiązane metody badań robotów serwisowych - Część 1: Poruszanie się robotów kołowych.
- [6] ISO 18646-2:2019: Robotyka - Kryteria wydajności i powiązane metody badań robotów serwisowych - Część 2: Nawigacja.
- [7] IEC 62443 dotyczące bezpieczeństwa w systemach sterowania i automatyki przemysłowej.
- [8] IEC 62061:2021 Bezpieczeństwo maszyn - Funkcjonalne bezpieczeństwo systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem.
- [9] ISO/TR 20218-1:2018 Robotyka - Projektowanie bezpieczeństwa dla przemysłowych systemów robotów - Część 1: Efektory końcowe.
- [10] Automatyka2b.pl, (2016). Nowe normy bezpieczeństwa dla robotów współpracujących: <https://automatyka2b.pl/technika/47090-nowe-normy-bezpieczenstwa-dla-robotow-wspolpracujacych>.
- [11] Besiekierska A.: Cyberbezpieczeństwo w Przemśle 4.0. Automatyka 2020, 1-2. <https://automatykaonline.pl/Artykuly/Prawo-i-normy/Cyberbezpieczenstwo-w-Przemysle-4.0>.
- [12] Bezpieczeństwo w robotyce, (2020). Fundamenty bezpieczeństwa w robotyce. <https://bezpieczenstwosystemachsterowania.pl/2020/09/fundamenty-bezpieczenstwa-w-robotyce/>.
- [13] Bezpieczeństwo w robotyce, (2020). Ocena ryzyka robota współpracującego z człowiekiem: <https://bezpieczenstwosystemachsterowania.pl/2020/10/ocena-ryzyka-robota-wspolpracujacego-z-czlowiekiem/>.
- [14] Grupa Robocza WG 3 „Bezpieczeństwo przemysłowe”, (2018). Nowa wersja normy bezpieczeństwa ISO dla robotów przemysłowych: <https://www.pilz.com/pl-PL/company/news/articles/196225>.
- [15] Jakubek K.: Roboty współpracujące. Specyfikacja techniczna ISO/TS 15066. Automatyka 2017, 1-2. <https://automatykaonline.pl/Artykuly/Robotyka/Roboty-wspolpracujace.-Specyfikacja-techniczna-ISO-TS-15066>.
- [16] Kalendarzrolnikow.pl, (2018). Robotyka w rolnictwie, to już się dzieje, niesamowita wizja realnej przyszłości: <https://www.kalendarzrolnikow.pl/1286/robotyka-w-rolnictwie-to-juz-sie-dzieje-niesamowita-wizja-realnej-przyszlosci>.
- [17] Missala T.: Bezpieczeństwo robotów, systemów zrobotyzowanych i zintegrowanych systemów produkcyjnych. Automatyka 11/2015. <https://automatykaonline.pl/Artykuly/Prawo-i-normy/Bezpieczenstwo-robotow-oraz-zintegrowanych-systemow-produkcyjnych>.

- [18] Owen-Hill A.: Top 10 robotic applications in the agricultural-industry. 2018. <https://blog.robotiq.com/top-10-robotic-applications-in-the-agricultural-industry>.
- [19] Parlament Europejski, Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn: Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn, zmieniająca dyrektywę 95/16/WE. (przekształcenie) - Tekst pierwotny - Baza aktów prawnych - INFOR.pl - portal księgowych.
- [20] SPARC, (2016). Farming with robots: <http://robohub.org/farming-with-robots/>.
- [21] Autonomiczne pojazdy czekają na swoje prawo, (2019), Prawo.pl. <https://www.prawo.pl/prawo/prawo-a-nowe-technologie-autonomiczne-samochody-sztuczna,453609.html>.
- [22] Bezpieczeństwo systemów z robotami współpracującymi. Cz. 1. <https://fugai.pl/bezpieczenstwo-systemow-z-robotami-wspolpracujacyimi-cz-1/>.

## RULES AND REGULATIONS APPLICABLE AUTONOMOUS AGRICULTURAL VEHICLES MOVING ON THE FIELD

### *Summary*

*The article presents issues related to regulations for autonomous robots move in public space and their interaction with humans. Attention was paid to the special requirements for machines and devices with the man in the shared workspace. It was concluded that the special requirements concerning autonomous vehicles traveling on public roads do not apply when using the autonomous agricultural vehicles traveling off-road.*

**Keywords:** robot, autonomous vehicle, safety requirements, machinery directive