

Opracowanie aplikacji do analizy zagrożeń i oceny ryzyka związanego z eksploatacją maszyn i urządzeń – podsumowanie realizacji etapu 1

KATARZYNA BARTŁOMIEJCZAK, FILIP NOWAK,
ADAM SZABLEWSKI, MACIEJ LEITGEBER

Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny

W odpowiedzi na zmieniające się technologie i rozwijające się trendy, które w ostatnich latach zyskały na znaczeniu, zwłaszcza w kontekście cyfryzacji i automatyzacji procesów przemysłowych, 29 czerwca 2023 r. zostało opublikowane Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1230 z dnia 14 czerwca 2023 r. w sprawie maszyn. Dokument ten stawia przed producentami, dystrybutorami i użytkownikami maszyn nowe wyzwania mające na celu zapewnienie najwyższego poziomu bezpieczeństwa dla zdrowia i życia użytkowników w zmieniającym się środowisku technologicznym.



Wpływ nowych technologii na projektowanie i użytkowanie maszyn

Rozporządzenie 2023/1230 uwzględnia dynamiczny rozwój technologiczny, który ma bezpośredni wpływ na proces projektowania, budowy oraz na późniejsze użytkowanie maszyn. Zwraca w szczególności uwagę na rozwój technologii cyfrowych, automatyzacji, a także na wprowadzenie inteligentnych systemów sterowania maszynami.

Wprowadzenie rozwiązań cyfrowych, takich jak np. systemy monitorowania stanu maszyn czy zdalnego sterowania, wpływa na bezpieczeństwo użytkowników, ponieważ umożliwia bieżące monitorowanie parametrów pracy oraz wczesne wykrywanie i eliminowanie potencjalnych zagrożeń. Automatyzacja procesów, w tym wykorzystanie robotów, może potencjalnie zmniejszyć ryzyko związane z bezpośrednim kontaktem człowieka z niebezpiecznymi elementami maszyn. Z drugiej jednak strony wprowadzenie systemów zdalnego sterowania oraz łączności z siecią wiąże się z ryzykiem cyberataków, mogących wpłynąć na nieprawidłowe działanie maszyn i zagrożenie dla zdrowia i życia użytkowników. Aby uniknąć takich zagrożeń, rozporządzenie 2023/1230 nakłada na producentów obowiązek uwzględnienia cyberbezpieczeństwa w procesie analizy ryzyka oraz stosowania odpowiednich zabezpieczeń przed nieautoryzowanym dostępem do systemów maszyn.

Inteligentne systemy sterowania i ich wyzwania

W rozporządzeniu podjęto również tematykę dotyczącą wprowadzenia inteligentnych systemów sterowania maszynami. Systemy oparte na sztucznej inteligencji (AI) i uczeniu maszynowym (ML) mają na celu zwiększenie efektywności pracy, a także podniesienie poziomu bezpieczeństwa. Z jednej strony inteligentne systemy mogą samodzielnie dostosowywać parametry pracy maszyn do

zmieniających się warunków otoczenia, a także wprowadzać korekty w czasie rzeczywistym, co może minimalizować ryzyko wypadków, z drugiej jednak strony zastosowanie AI i ML wymaga szczegółowej oceny ryzyka, z uwagi na potencjalnie

nieprzewidywalny sposób reakcji na niespodziewane sytuacje.

Rola producentów w adaptacji do nowych norm bezpieczeństwa

Dynamicznie rozwijające się technologie, a także zmieniające się wymagania prawne przekładają się na konieczność regularnej aktualizacji produktów przez producentów, aby mogły one spełnić obowiązujące normy. Również optymalizacja czy rozwój produktu, jak np. wprowadzenie nowych funkcjonalności, takich jak zdalne monitorowanie, automatyzacja czy inteligentne systemy sterowania, wymagać będą dokonywania bieżącej analizy ryzyka oraz aktualizacji dokumentacji technicznej.

Rolą producenta jest również zadbanie o odpowiednie przeszkolenie użytkowników z zakresu obsługi nowych systemów, a także uświadomienie im potencjalnych zagrożeń związanych z użytkowaniem maszyn. Zarówno udostępniana dokumentacja, np. schematy czy instrukcje użytkowania, jak i szkolenia, powinny obejmować aspekty techniczne, a także procedury bezpieczeństwa.

Nowe regulacje dotyczące oceny zgodności maszyn

Rozporządzenie 2023/1230 wprowadza zatem zaawansowane wymagania dotyczące bezpieczeństwa maszyn rolniczych, ogrodniczych, leśnych i spożywczych, jednocześnie uwzględniając zmieniające się technologie i trendy rynkowe. Kluczowym elementem jest obowiązek przeprowadzania szczegółowej oceny zgodności oraz analizy ryzyka, które oprócz tradycyjnych



zagrożeń mechanicznych muszą obejmować także nowe ryzyka wynikające z wprowadzenia technologii cyfrowych. Tak szczegółowa analiza i ocena ryzyka da możliwość zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa zdrowia i życia użytkowników maszyn przy jednoczesnej adaptacji do nowoczesnych rozwiązań technologicznych.

Automatyzacja analizy ryzyka dzięki nowoczesnemu oprogramowaniu

Proces oceny zgodności może zostać przyspieszony przy użyciu dostępnych na rynku programów i aplikacji wspomagających wykonanie analizy ryzyka. Oprogramowanie umożliwia automatyzację części etapów procesu, a dzięki zaawansowanym algorytmom może m.in. analizować dane dotyczące norm bezpieczeństwa i generować szczegółowe raporty. Ponieważ aplikacje są na bieżąco aktualizowane, ułatwiają stałe monitorowanie zgodności z przepisami. Dodatkowo, dzięki modelowaniu bezpieczeństwa na etapie projektowym, oprogramowanie może pomóc przewidzieć potencjalne awarie i ich skutki, co prowadzi do zwiększenia bezpieczeństwa użytkowników maszyn.

Aktualnie znane i stosowane aplikacje i programy wspomagające opracowywanie dokumentacji oceny zgodności maszyn i urządzeń oferują odniesienie do wymagań obowiązującej obecnie dyrektywy maszynowej 2006/42/WE i norm zharmonizowanych. Publikacja Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1230 z dnia 14 czerwca 2023 r. w sprawie maszyn oraz dalsza aktualizacja dokumentów związanych jest zatem doskonałą podstawą do opracowania nowej aplikacji odpowiadającej na potrzeby użytkowników.

Projektowanie aplikacji wspierającej ocenę ryzyka

Realizowany w Łukasiewicz – Poznańskim Instytucie Technologicznym

projekt II.PN.06 „Opracowanie aplikacji do analizy zagrożeń i oceny ryzyka związanego z eksploatacją maszyn i urządzeń rolniczych, ogrodniczych, leśnych, spożywczych i innych, w zakresie wymagań rozporządzenia maszynowego i dokumentów związanych”, prowadzony w ramach programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy – VI etap, okres realizacji: lata 2023–2025”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, którego koordynatorem jest Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, zakłada opracowanie prototypu aplikacji, która będzie wspomagać proces oceny zgodności i analizę ryzyka maszyn sektora agrifood. Korzystanie z aplikacji ma na celu ułatwienie producentowi potwierdzenia zgodności wyrobu z zasadniczymi wymaganiami w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa, określonymi w rozporządzeniu 2023/1230 z uwzględnieniem wymagań dyrektywy niskonapięciowej 2014/35/UE, dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej 2014/30/UE, a także innych wymagań dotyczących bezpieczeństwa maszyn i oceny ryzyka zamieszczonych w normach oraz europejskich i krajowych aktach prawnych.

••• ROLĄ PRODUCENTA JEST RÓWNIEŻ ZADBANIE
••• O ODPOWIEDNIE PRZESzkOLENIE UŻYTKOWNIKÓW
••• Z ZAKRESU OBSŁUGI NOWYCH SYSTEMÓW, A TAKŻE
UŚWIADOMIENIE IM POTENCJALNYCH ZAGROŻEŃ ZWIĄ-
ZANYCH Z UŻYTKOWANIEM MASZYN.

Analiza obecnych procesów dokumentacyjnych

W ramach pierwszego etapu projektu zaplanowano i zrealizowano szereg prac mających na celu opracowanie i przygotowanie zestawu wymagań i wytycznych, które są niezbędne do opracowania modelu aplikacji, wskazanie koncepcji docelowego sposobu realizacji procesu oceny zgodności z wykorzystaniem aplikacji, a także symulacyjna ocena efektywności procesu po wdrożeniu potencjalnych usprawnień. Rezultatem realizacji tego etapu jest opracowany model docelowego procesu tworzenia dokumentacji technicznej (TO BE), który w dalszych pracach zostanie poddany walidacji z wykorzystaniem symulacji komputerowej.

Realizację etapu rozpoczęto od analizy obecnego procesu tworzenia dokumentacji technicznej (AS IS) z użyciem programu bazującego na wymaganiach dyrektywy maszynowej 2006/42/WE. Zidentyfikowano potencjał optymalizacyjny w ramach procesu AS IS, a następnie dokonano jego parametryzacji w zakresie czasów trwania poszczególnych

Analiza porównawcza Dyrektywy Maszynowej 2006/42/WE z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1230

Tabela 1.

2006/42/WE		2023/1230		Uwagi
Załącznik I, część 1	Zasadnicze wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa	Załącznik III, część 1	Zasadnicze wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa	
1.1.1.	Definicje	CZĘŚĆ A	Definicje	dodano oraz zmodyfikowano definicje; zmodyfikowano definicje
1.1.2.	Zasady bezpieczeństwa kompleksowego a) należy uwzględnić możliwe do przewidzenia niewłaściwe użycie maszyny. okres eksploatacji maszyny obejmuje: jej transport, montaż, demontaż, unieruchomienie i złomowanie. b) dot. producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela c) dot. producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela	1.1.2.	Zasady bezpieczeństwa kompleksowego	rozszerzono obowiązki nie tylko na producenta, ale również na upoważnionego przedstawiciela; poszerzono możliwości i zakres o produkty powiązane
1.1.3.	Materiały i produkty	1.1.3.	Materiały i produkty	bez zmian merytorycznych
1.1.4.	Oświetlenie	1.1.4.	Oświetlenie	bez zmian merytorycznych uogólniono wymaganie
1.1.5.	Konstrukcja maszyny ułatwiająca jej obsługę dot. również transportu maszyny i jej części składowych.	1.1.5.	Konstrukcja maszyny lub produktu powiązanego ułatwiająca przemieszczanie	bez zmian merytorycznych
1.1.6.	Ergonomia podano przykłady podstawowych zasad ergonomii	1.1.6.	Ergonomia Uwzględniono zasady ergonomii	bez zmian merytorycznych; dodano zasady ergonomii
1.1.7.	Stanowisko operatora	1.1.7.	Stanowisko operatora	bez zmian merytorycznych
1.1.8.	Siedzisko	1.1.8.	Siedzisko	uszczegółowiono wymaganie dla stanowisk pracy operatora siedzącego
		1.1.9.	Zabezpieczenie przed uszkodzeniem	
1.2	Układy sterowania	1.2.	Układy sterowania	-

czynności, liczby tworzonych dokumentów oceny zgodności i deklaracji zgodności UE oraz liczby pracowników realizujących proces. W rezultacie realizacji pierwszego etapu opracowano model symulacyjny AS IS procesu oceny zgodności produktu maszynowego z zasadniczymi wymaganiami w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa.

W ramach dalszych działań zebrano i przeanalizowano podstawowe wymagania prawne dotyczące bezpieczeństwa produktów maszynowych z sektora rolno-spożywczego, m.in. zawartych w dokumentach takich jak:

- Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn, zmieniająca dyrektywę 95/16/WE,
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1230 z dnia 14 czerwca 2023 r. w sprawie maszyn oraz w sprawie uchylenia dyrektywy 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady i dyrektywy Rady 73/361/EWG,

Rys. 1. Analiza porównawcza wymagań dyrektywy maszynowej 2006/42/WE i rozporządzenia ws. maszyn 2023/1230

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/35/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych granicach napięcia,
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/30/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej,
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1689 z dnia 13 czerwca 2024 r. w sprawie ustanowienia zharmonizowanych przepisów dotyczących sztucznej inteligencji oraz zmiany rozporządzeń (WE) nr 300/2008, (UE) nr 167/2013, (UE) nr 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1139 i (UE) 2019/2144 oraz dyrektyw 2014/90/UE, (UE) 2016/797 i (UE) 2020/1828,
- PN-EN ISO 12100:2012: Bezpieczeństwo maszyn – Ogólne zasady projektowania – Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka,
- PN-EN ISO 14120:2016-03: Bezpieczeństwo maszyn – Osłony – Ogólne wymagania dotyczące projektowania i budowy osłon stałych i ruchomych,
- PN-EN ISO 13854:2020-01: Bezpieczeństwo maszyn – Minimalne odstępstwa zapobiegające zgnieceniu części ciała człowieka,
- PN-EN 60204-1:2018-12: Bezpieczeństwo maszyn – Wyposażenie elektryczne maszyn – Część 1: Wymagania ogólne,
- PN-EN ISO 11201:2012: Akustyka – Hałas emitowany przez maszyny i urządzenia – Wyznaczanie 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,

- PN-EN ISO 4254-1:2016-02: Maszyny rolnicze – Bezpieczeństwo – Część 1: Wymagania ogólne,
- PN-EN 1672-2+A1:2009: Maszyny dla przemysłu spożywczego – Pojęcia podstawowe – Część 2: Wymagania z zakresu higieny.

Dokonano także przeglądu wymagań rozporządzenia w porównaniu z aktualnie obowiązującą dyrektywą maszynową 2006/42/WE (rys. 1) w celu przygotowania właściwego zestawu wymagań wprowadzonych do aplikacji.

Z uwagi na to, iż nie wszystkie aktualnie dostępne normy typu A, B i C zawierają wykaz ryzyk, publikacja rozporządzenia spowoduje w dalszej perspektywie ich dostosowanie do nowych wymagań, a także opracowanie nowych norm dla obecnie nieustandaryzowanych obszarów. Konieczne będzie zatem monitorować status dokumentów oraz aktualizować wykaz, aby zapewnić aktualność danych.

Ostatecznie przygotowano zestawienie wymagań unijnych i krajowych aktów prawnych dotyczących bezpieczeństwa produktów maszynowych użytkowanych w sektorze rolno-spożywczym.

Analiza metod oceny ryzyka dla maszyn rolniczych i spożywczych

W ramach etapu dokonano przeglądu dostępnych metod analizy zagrożeń i oceny ryzyka oraz wstępnie wybrano metodę, którą następnie będzie można dostosować do prototypu aplikacji. Spośród licznych metod analizy ryzyka, które najbardziej odpowiadałyby specyfice zadania, takich jak m.in. metoda PHA, analiza niezgodności FMEA, analiza HAZID czy metoda Risk Score, do dalszych prac wybrano tę ostatnią. Jej zaletą jest elastyczność i możliwość zastosowania w aplikacji, która docelowo będzie wspierać proces analizy ryzyka zarówno na etapie projektowania wyrobu, jego wprowadzania do obrotu, a także podczas ewentualnych modyfikacji.

Oczekiwania rynku a innowacje w zakresie bezpieczeństwa maszyn

Zespół realizujący projekt przeprowadził również analizę rynku, mającą na celu rozpoznanie dostępności programów i aplikacji wspierających proces oceny zgodności. Dokonano przeglądu innowacji i trendów oraz wskazano potencjalne słabe i mocne strony projektowanej aplikacji, a także potencjalne szanse i zagrożenia. Wiele dostępnych rozwiązań oferuje profesjonalne oprogramowanie do zarządzania ryzykiem, jednakże nie są to produkty skierowane wprost do sektora agrifood i nie bazują na wymaganiach technicznych dla maszyn. Wśród rozwiązań zbliżonych funkcjonalnością do projektowanej aplikacji, które są dostępne dla polskich producentów, rozpoznano jedynie propozycje bazujące na aktualnie obowiązującej dyrektywie maszynowej 2006/42/WE.

W ramach rozpoznania zapotrzebowania na produkt opracowano i udostępniono ankietę dotyczącą sposobu realizacji oceny zgodności przez producentów. Z uwagi na niską responsywność tego rozwiązania przeprowadzone zostały dodatkowo rozmowy z aktualnymi klientami Instytutu zlecającymi badania do celów oceny zgodności. Otrzymane odpowiedzi potwierdzają zasadność opracowania aplikacji, a producenci wyrazili również chęć udziału w późniejszych testach prototypu oraz warsztatach.

W ramach realizacji etapu dokonano również przeglądu istniejących narzędzi programistycznych umożliwiających stworzenie prototypu aplikacji, aby móc określić sposób udostępniania platformy użytkownikom końcowym. Wybrano dwa narzędzia pozwalające na opracowanie prototypu w technologii low-code do dalszych działań.



Tworzenie dokumentacji technicznej igx

Średnia Czas obsługi (Godziny)

AS IS	TO BE
55,13	47,29

Minimum Czas pracy (Godziny)

AS IS	TO BE
47,92	39,30

Średnia Czas pracy (Godziny)

AS IS	TO BE
55,13	47,29



Maksimum Czas pracy (Godziny)

AS IS	TO BE
61,55	62,26

Średnia ważona dla czasu Procent wykorzystania zasobów

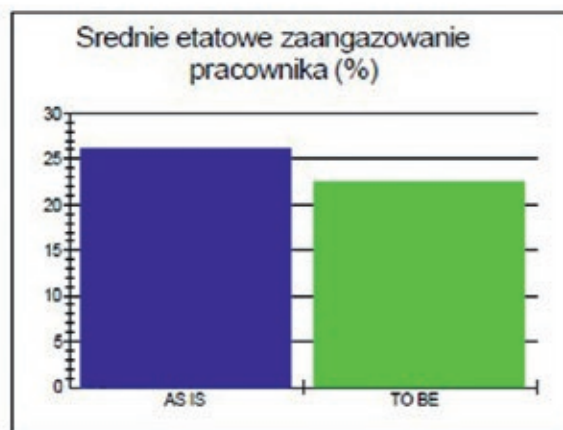
	AS IS	TO BE
Pracownik	26,10	22,39

Średnia ważona dla czasu Procent wykorzystania zasobów

	AS IS	TO BE
Pracownik	26,10	22,39

Średnia ważona dla czasu Procent wykorzystania zasobów

	AS IS	TO BE
Pracownik	26,10	22,39



Suma Czas pracy (Tygodnie)

AS IS	TO BE
41,34	35,47



Rys. 2. Porównanie kluczowych wskaźników efektywności (KPI)

Na tym etapie wyspecyfikowano także wymagania i funkcjonalności dla projektowanego prototypu aplikacji. Dla poprawnego przygotowania dokumentacji oceny zgodności i usprawnienia procesu jej realizacji wskazano kilkanaście kluczowych pozycji.

Opracowano model TO BE procesu tworzenia dokumentacji technicznej, uwzględniający zastosowanie docelowego narzędzia informatycznego oraz precyzujący zmiany wynikające ze zidentyfikowanego potencjału optymalizacyjnego. Na modelu zdefiniowano specyfikację wymagań i funkcjonalności projektowanego prototypu aplikacji. Dokonano parametryzacji modelu TO BE na podstawie parametrów

● ● ● OBIECUJĄCE WYNIKI ANALIZY PORÓWNAWCZEJ
 ● ● ● KLUCZOWYCH WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI PRO-
 ● ● ● CESÓW AS IS ORAZ TO BE W PEŁNI POTWIERDZAJĄ
 ZASADNOŚĆ KONTYNUACJI PROJEKTU I REALIZACJI DAL-
 SZYCH DZIAŁAŃ.

zebranych dla obecnie funkcjonującego procesu i zakładanych funkcji docelowej aplikacji.

Na podstawie opracowanych modeli dokonano analizy porównawczej kluczowych wskaźników efektywności (KPI) procesów AS IS oraz TO BE, takich jak: czas obsługi procesu, czas pracy w procesie, zaangażowanie zasobów ludzkich (rys. 2).

W zakresie upowszechniania i wdrażania wyników projektu w ramach etapu pierwszego zaprezentowano projekt

podczas 24. Konferencji ROL-EKO 2023 „Rolnictwo ekologiczne, projektowanie, badania, eksploatacja, bezpieczeństwo i ergonomia maszyn rolniczych, leśnych i spożywczych”, która odbyła się 28–29.11.2023 r. w Łukasiewicz – Poznańskim Instytucie Technologicznym, opublikowano artykuł w czasopiśmie „Rolnictwo Przyszłości” nr 4/2023 pt. *Aplikacja do analizy zagrożeń i oceny ryzyka związanego z eksploatacją maszyn i urządzeń rolniczych, ogrodniczych, leśnych, spożywczych i innych, w zakresie wymagań rozporządzenia maszynowego i dokumentów związanych*, a także opracowano niniejszy artykuł.

Na pierwszym etapie projektu zrealizowano wszystkie zaplanowane zadania, zostały osiągnięte zakładane kamienie milowe, a także rezultaty realizacji etapu. W wyniku prac zapoznano się z szeregiem wymagań i wytycznych, które mają na celu poprawę bezpieczeństwa wyrobów maszynowych dla sektora agrifood i zostaną wykorzystane na kolejnych etapach oraz w prototypowych dokumentacjach. Zestawiono i zebrano wiele dokumentów i rozwiązań, których będzie można użyć na dalszych etapach projektowych. Obiecujące wyniki analizy porównawczej kluczowych wskaźników efektywności procesów AS IS oraz TO BE w pełni potwierdzają zasadność kontynuacji projektu i realizacji dalszych działań.

Wdrożenie aplikacji i jej wpływ na sektor rolno-spożywczy

Na kolejnym etapie projektu zaplanowano m.in. stworzenie modelu aplikacji i przeprowadzenie testów tworzonych funkcjonalności w warunkach laboratoryjnych, a także opracowanie i przygotowanie materiałów szkoleniowych dla uczestników seminarium weryfikującego produkt.

Wdrożenie aplikacji ma na celu sprawne oraz rzetelne dokonanie weryfikacji maszyn dla branży rolno-spożywczej



z wymaganiami zasadniczymi, a w efekcie na wyeliminowanie jak największej liczby zagrożeń dla zdrowia i życia użytkownika oraz maksymalne ograniczenie ryzyka resztkowego już na etapie projektowania i prototypowania wyrobu.

Wprowadzenie do obrotu maszyn i urządzeń dla przemysłu rolno-spożywczego spełniających zasadnicze wymagania bezpieczeństwa i zdrowia użytkownika rozporządzenia 2023/1230 ma istotne znaczenie dla całej gospodarki. Dla producentów oznacza konieczność dostosowania produkcji do nowych, często bardziej rygorystycznych norm, co może wiązać się z dodatkowymi kosztami, ale stanowi także szansę na wyróżnienie się na rynku dzięki oferowaniu zaawansowanych i bezpiecznych produktów. Dla użytkowników maszyn z kolei przekłada się na wyższy poziom bezpieczeństwa pracy, zmniejszenie ryzyka wypadków oraz potencjalne obniżenie kosztów związanych z konserwacją i naprawami maszyn. Wprowadzenie bezpieczniejszych maszyn może również zwiększyć produktywność i efektywność sektora rolno-spożywczego, a także zminimalizować straty związane z wypadkami przy pracy. Długoterminowo – wprowadzanie do obrotu maszyn spełniających wymagania zasadnicze oraz poprawa bezpieczeństwa przyczyni się do wzrostu zaufania do branży oraz wzrostu jej konkurencyjności, również na rynkach międzynarodowych. ●

Opracowano na podstawie wyników programu wieloletniego „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy – VI etap, okres realizacji: lata 2023–2025”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.



Łukasiewicz

Poznański Instytut Technologiczny



Narodowe Centrum Badań i Rozwoju