

O ISTOCIE BADAŃ EMPIRYCZNYCH W DOSKONALENIU KONSTRUKCJI I EKSPLOATACJI WYROBÓW TECHNIKI ROLNICZEJ

Streszczenie

W pracy opisano zakres i możliwości prowadzenia badań podstawowych, przemysłowych i prac rozwojowych w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych. Zamieszczono przykłady z realizacji tego typu prac. Omówiono polskie uwarunkowania rynkowe prowadzenia takich badań. W podsumowaniu wskazano istniejące ograniczenia i trudności w realizacji badań oraz możliwości finansowania.

Wstęp

Dzisiaj nie musimy nikogo przekonywać o roli badań naukowych związanych z projektowaniem, budową i eksploatacją maszyn, w tym w sektorze techniki rolniczej i leśnej. Rola tych badań i ich udział wyraźnie rosną, chociaż zapewne nie wszyscy jeszcze dostrzegają ich złożoność i wieloaspektowość. Różny też jest zakres prowadzonych prac badawczych w poszczególnych jednostkach naukowo-badawczych.

Prowadzenie prac badawczych jest związane z wykorzystaniem całego zaplecza naukowo-badawczego, jakim dysponują jednostki naukowe. Coraz częściej prace badawcze są prowadzone w zespołach interdyscyplinarnych, pochodzących z różnych ośrodków badawczych. Pozwala to na całościowe, szybsze i bardziej wnikliwie rozwiązywanie rozpatrywanych zagadnień. Ilość informacji o prowadzonych pracach badawczych świadczy nie tylko o ich randze, ale wskazuje na potrzebę popularyzacji wyników prowadzonych prac. O poziomie innowacyjności wdrażanych rozwiązań świadczą nie tylko odkrycia powstałe w trakcie badań, a także efekty poznawcze, utylitarne oraz komercyjne. Osobnym problemem jest podnoszona przez wszystkie środowiska, zainteresowane unowocześnianiem naszej gospodarki, konieczność wspierania związanych z tym obszarów badań podstawowych, czy też prac o charakterze rozwojowym. W prowadzonych pracach trudno czasami rozgraniczyć pomiędzy sobą to, czy prowadzone badania jeszcze należą do grupy badań podstawowych, czy też mają charakter praktyczny, a być może wręcz charakter komercyjny. W rozróżnieniu, do jakiej grupy możemy zaliczyć planowane, czy też prowadzone prace można wykorzystać definicje badań naukowych i prac rozwojowych, jakie zostały ustalone przez Ministra Nauki. Według tych zasad badania podstawowe to prace eksperymentalne lub teoretyczne, podejmowane w celu zdobycia nowej wiedzy o podstawach zjawisk i obserwowalnych faktów. Badania przemysłowe prowadzone są w celu zdobycia nowej wiedzy i umiejętności dla opracowania nowych produktów, procesów, usług lub w celu wprowadzenia istotnych ulepszeń poprzez tworzenie elementów składowych systemów złożonych, z wyjątkiem budowy prototypów. Z kolei prace rozwojowe to nabywanie, łączenie, kształtowanie i adaptacje dostępnej aktualnie wiedzy i umiejętności z dziedziny szeroko pojętej nauki, technologii, działalności gospodarczej oraz innej wiedzy i umiejętności do planowania produkcji oraz tworzenia i projektowania nowocześniejszych produktów, procesów i usług w zakresie „przedkomercyjnym”. W szczególności: opracowywanie pro-

jektów, rysunków, planów oraz innej dokumentacji do tworzenia nowych produktów, procesów i usług, które nie są przeznaczone do celów komercyjnych, opracowanie prototypów o potencjalnym wykorzystaniu komercyjnym oraz projektów pilotażowych w przypadkach, gdy prototyp stanowi końcowy produkt komercyjny, a jego produkcja wyłącznie do celów demonstracyjnych i walidacyjnych jest zbyt kosztowna. W przypadku, gdy projekty pilotażowe lub demonstracyjne mają być następnie wykorzystane do celów komercyjnych, wszelkie przychody uzyskane z tego tytułu należy odjąć od kwoty kosztów kwalifikowanych pomocy publicznej. Wynika to z tego, że dofinansowanie obejmuje jedynie działalność związaną z produkcją eksperymentalną oraz testowaniem produktów, procesów i usług pod warunkiem, że nie są one następnie wykorzystywane komercyjnie.

Należy wspomnieć, że celem finansowania badań podstawowych, przemysłowych, czy też prac rozwojowych jest, oprócz jednorazowego wsparcia przedsiębiorstw, także ich zachęcenie do nawiązania kontaktów roboczych i zachęcenie ich do ściślejszej dalszej współpracy z jednostkami badawczymi. Firmy realizujące wspólne projekty przekonują się, że koszty ponoszone na współpracę z zespołami naukowymi, na wspólną realizację projektów, już w początkowym etapie ich realizacji, szybko się zwracają. Profesjonalnie wykonane badania z zastosowaniem najnowocześniejszej aparatury badawczej skutkują tym, że zbudowane prototypy wymagają zazwyczaj niewielkich kosmetycznych poprawek. Zbudowane w efekcie takiej współpracy nowe produkty, procesy czy usługi często uzyskują wyróżnienia na wystawach krajowych i zagranicznych i zazwyczaj bardzo szybko odnoszą sukcesy komercyjne.

Aby skutecznie realizować prace badawcze niezbędny jest dostęp do danych literaturowych w postaci artykułów, książek, dokumentów patentowych oraz normalizacyjnych. Dane dotychczas gromadzone w sposób tradycyjny są sukcesywnie przetwarzane na postać elektroniczną. Ułatwia to dostęp do zasobów archiwalnych, czy też baz danych. Musimy zdawać sobie sprawę, że korzystanie z elektronicznych baz danych dostępnych w internecie nie gwarantuje dostępu do istotnych szczegółów rozwiązań w zaawansowanych konstrukcjach. Traktowane są one jako *know-how* danej firmy, czy też instytucji naukowej. Stąd też uważamy, że posiadanie własnego ośrodka informacji technicznej jest niezbędne nie tylko dla danej jednostki, ale także dla instytucji współpracujących w realizacji wspólnych projektów. Dostęp do wielu profesjonalnych baz danych oraz własnych zasobów

bibliograficznych oferuje również biblioteka PIMR, która od ponad sześćdziesięciu lat systematycznie gromadzi sprawozdania z badań, patenty, książki i wydawnictwa naukowe z zakresu rolnictwa, które są do dyspozycji pracowników naukowych, jak i studentów, głównie z uczelni rolniczych i technicznych. Udostępniane zbiory norm technicznych, opracowań naukowych oraz wydawnictw pozwalają na zebranie danych literaturowych dla potrzeb nowych projektów badawczych, lub prac magisterskich oraz doktorskich. Znaczne zbiory prac wykonanych w PIMR stanowią doskonały materiał wyjściowy i porównawczy dla potrzeb różnych ekspertyz naukowych, czy też konsultacji. Jedną z takich baz danych jest ciągle rozwijana i uaktualniana w PIMR Baza Krajowych Maszyn Rolniczych, która nawiązuje również do współpracy z międzynarodową bazą danych o maszynach i ciągnikach rolniczych AGRIMACH. Baza opracowywana w PIMR jest wydawana na dyskach CD.

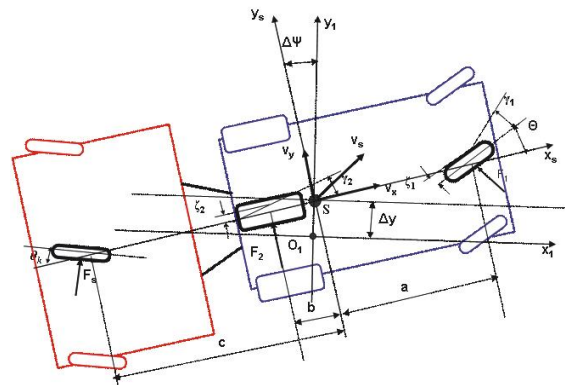
Badania empiryczne

Przystępując do opracowania wspólnego z przedsiębiorcą projektu, przy wyborze tego rodzaju projektu kierujemy się możliwością wprowadzenia wyrobu na rynek. Ocenę taką prowadzi zazwyczaj przedsiębiorca, przeprowadzając odpowiednie badania (pierwszy etap badań empirycznych). Są to zazwyczaj badania marketingowe, przeprowadzone przez własne służby lub poprzez zlecenie tych zadań wyspecjalizowanemu zespołom jednostki badawczo-rozwojowej.

Rozpoczynając prace koncepcyjne nad projektem, uruchamiamy drugi etap badań empirycznych, w którym wykorzystujemy najnowsze, komputerowe stanowiska badawcze przeznaczone do badań symulacyjnych. PIMR dysponuje nowoczesnymi stacjami komputerowymi wyposażonymi w zaawansowane oprogramowanie do projektowania, takie jak: IDEAS, SolidWorks, Inventor, oprogramowanie do prowadzenia analiz kinematycznych typu ADAMS, CosmosMotion, oprogramowanie do analiz wytrzymałościowych NASTRAN, CosmosWorks i in. Na tym etapie badań można prowadzić również badania funkcjonalne. Wymaga to zastosowania specjalistycznych programów, opracowanych dla symulacji wybranych funkcji w procesie technologicznym. PIMR dysponuje również oprogramowaniem narzędziowym (np. Matlab), za pomocą którego można przeprowadzić inne niestandardowe analizy, wybiegające poza możliwości typowych pakietów do prowadzenia badań.

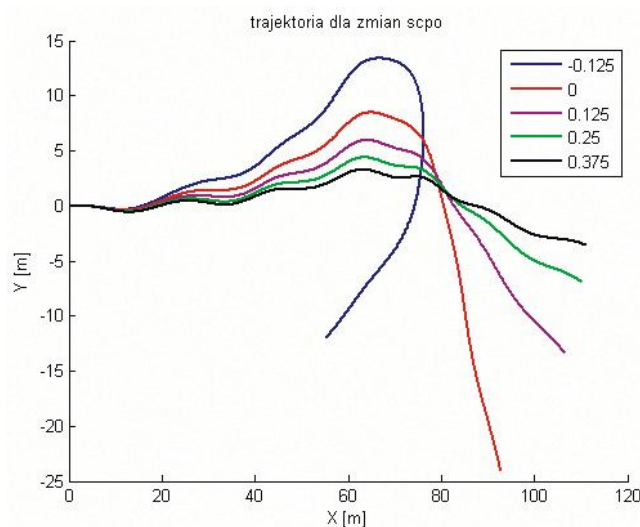
We wczesnym stadium analiz projektu konstrukcyjnego wykorzystuje się modele matematyczne opisane w sposób analityczny. Obliczenia analityczne znajdują swoje zastosowanie po sformułowaniu założeń, zanim powstaną modele w środowisku CAD. Charakteryzuje się on schematycznym, strukturalnym ujęciem konstrukcji, jej wymiarów i działających obciążeń. Cechuje się więc znaczną łatwością przebudowy i niewielką liczbą wymaganych danych początkowych. Z tego względu pozwala w prosty sposób analizować konstrukcję i zdobywać informacje potrzebne w kolejnych etapach projektu na drodze prostych obliczeń. Zapisane zależności matematyczne poddaje się obliczeniom w programach komputerowych typu Excell lub Matlab. Złożoność analizowanych na tym etapie zależności matematycznych, wynikających również z operacji całkowania lub różniczkowania powoduje, że obliczenia nawet w tak wydajnych systemach jak Matlab mogą trwać nawet kilkanaście godzin. Przykładem takich analiz w zakresie badania stateczności pojazdu podczas ruchu po łuku są obliczenia trajektorii tego ruchu agregatu ciągnik-sadzarka do ziemniaków,

z uwzględnieniem reakcji kierowcy pojazdu. Na rys. 1 pokazano schematyczny model agregatu, a na rys. 2 przykładowy wykres obliczonych trajektorii ruchu.



Rys. 1. Model strukturalny agregatu ciągnik-sadzarka do ziemniaków

Fig. 1. Structural model of tractor-potato planter aggregate

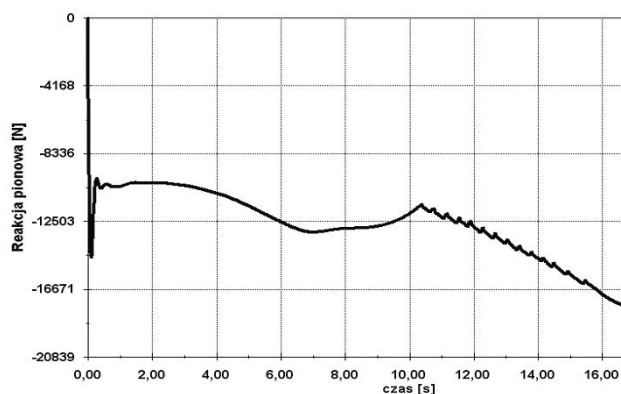


Rys. 2. Trajektorie ruchu agregatu ciągnik-sadzarka do ziemniaków dla różnych parametrów początkowych ruchu

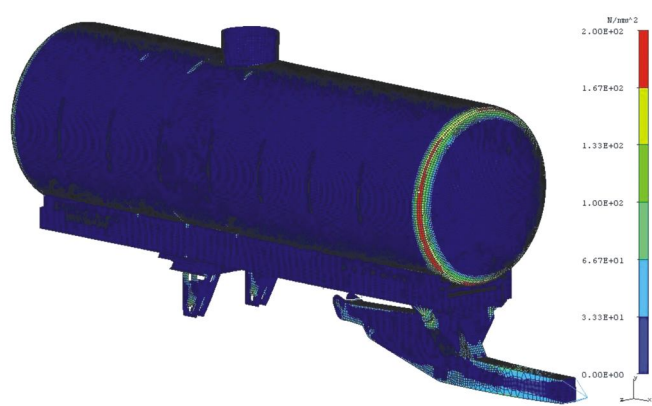
Fig. 2. Tractor-potato planter aggregate movement traces achieved for different initial conditions of movement

Dysponując założeniami konstrukcyjnymi, kolejnym etapem projektowania urządzeń jest opracowywanie ich modeli matematycznych, ale już w środowisku wirtualnym komputera. Model matematyczny jest wykonywany dla potrzeb planowanych symulacji. Istotny tutaj jest zakres informacji, którą należy pozyskać dla celów realizacji projektu, jak również system, w którym te analizy są wykonywane. Zazwyczaj pierwsze prowadzone symulacje służą do pozyskania informacji związanych ze statecznością obiektu, do zidentyfikowania sił działających w poszczególnych węzłach konstrukcyjnych oraz do zidentyfikowania i rozłożenia mas poszczególnych zespołów. Na tym etapie jest możliwe także zweryfikowanie stanu równowagi maszyny, zarówno w spoczynku jak i w ruchu, szczególnie na łuku drogi jak i podczas hamowania. W przypadku niektórych maszyn, np. wozów asenizacyjnych, są to istotne kryteria oceny funkcjonalnej konstrukcji na etapie projektowania. Wydajność nowoczesnych stanowisk badawczych umożliwia przeprowadzanie kilku badań, dla kilku koncepcji rozwiązań konstrukcyjnych w różnych warunkach obciążenia, przy stosunkowo niewielkim nakładzie czasu. Uzyskane wyniki można obserwować na ekranie jako rzeczywisty ruch maszyny (lub wybranych

mechanizmów) oraz analizować na podstawie uzyskiwanych w obliczeniach wykresów (rys. 3).



Rys. 3. Przykładowy wykres zmian reakcji pionowej na kole odciążanym, uzyskany z symulacji kinematycznych
Fig. 3. Chart of vertical reactions changes on right side of cistern achieved from kinematics simulations



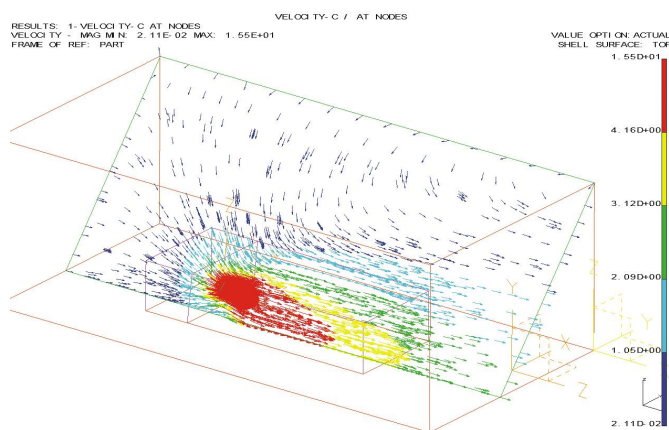
Rys. 4. Wyniki analizy MES konstrukcji wozu asenizacyjnego (naprężenia zredukowane Hubera-Misses)
Fig. 4. FEM computations results of cistern construction (von Huber-Misses stresses)

Uzyskiwane informacje z pierwszego etapu symulacji pozwoliły zidentyfikować siły w węzłach konstrukcyjnych. Takie informacje mogą być pomocne przy generowaniu danych wejściowych do przeprowadzenia w dalszej kolejności analiz wytrzymałościowych. Praktyka ta jest stosowana w przypadku analizowania konstrukcji podzielonej na osobne podzespoły, a te z kolei tworzą niezależne modele obliczeniowe. Wówczas łącznikiem pomiędzy poszczególnymi elementami mechanizmów są modele do analiz kinematycznych. Przy obecnych możliwościach obliczeniowych komputerów odchodzi się jednak od tego podejścia, a analizy konstrukcji maszyn rolniczych przeprowadza się w całości, tzn. jeden model MES odwzorowuje od razu całą maszynę. Jest to jednak możliwe tylko w zaawansowanych systemach obliczeniowych, takich jak I-DEAS, Patran/Nastran, czy CosmosWorks Advance, które umożliwiają budowanie złożów konstrukcji z modeli MES poszczególnych podzespołów. Przykład takiego podejścia pokazano na rys. 5. Przeprowadzone analizy wytrzymałościowe pozwoliły dopracować konstrukcję poprzez wyeliminowanie jej nadmiernie obciążonych węzłów. Uzyskano również informacje o przewymiarowanych obszarach konstrukcji. Prace na tym etapie pozwalają doskonalić konstrukcję i uwzględnić na bieżąco zmiany w dokumentacji rysunkowej projektu, ponieważ analizy MES przeprowadza się równoległe z etapem opracowywania dokumentacji 3D projektowanej maszyny.

Badania funkcjonalne z wykorzystaniem MES można przedstawić na przykładzie maszyny wiatrowej (rodzaj dużego wentylatora, przeznaczony do ochrony upraw przed przymrozkami) - rys. 5. Aby zbadać na etapie projektowania skuteczność oddziaływania urządzenia na otoczenie (sprawdzić skuteczność przemieszczania powietrza), przeprowadzono badania symulacyjne, przy zastosowaniu oprogramowania I-DEAS. Model obliczeniowy obejmował przestrzeń pola rolniczego, w której spodziewane było uzyskanie ruchu mas powietrza w wyniku pracy wirnika maszyny wiatrowej. Uzyskane wyniki obliczeń pozwoliły oszacować prędkość ruchu powietrza i obszar zasięgu maszyny (rys. 6).



Rys. 5. Maszyna wiatrowa zainstalowana na polu
Fig. 5. Wind machine mounted on the field



Rys. 6. Wektory prędkości ruchu powietrza wymuszonego pracą wirnika - wyniki symulacji komputerowych
Fig. 6. Wind velocity vectors get thanks to wind machine rotor work

Zakończeniem etapu badań empirycznych na modelach matematycznych jest dokumentacja techniczna i przekazanie jej na warsztat, celem wykonania prototypu. Wykonany prototyp umożliwia podjęcie kolejnego etapu badań empiry-

cznych. Prototyp zostaje objęty badaniami laboratoryjnymi i eksploatacyjnymi. Podczas tych badań przeprowadzane są pomiary tensometryczne, sił i momentów, przyspieszeń oraz innych parametrów inżynierskich w punktach wybranych na podstawie obliczeń symulacyjnych (rys. 7). Wyznaczyć można częstotliwości drgań własnych metodą eksperymentalnej analizy modalnej, a także określić postaci drgań konstrukcji. Badania wykonuje się w warunkach pracy odpowiadających tym, jakie były przyjęte dla badań symulacyjnych - co umożliwia porównanie wyników eksperymentalnych z symulacyjnymi, wykonanie walidacji modeli, wyciągnięcie stosownych wniosków oraz pozyskanie cennego doświadczenia w zakresie opracowywania modeli obliczeniowych przyszłych maszyn rolniczych. Badania prowadzone są także w warunkach rzeczywistych obciążeń eksploatacyjnych i w rzeczywistych warunkach pracy na polu - w celu potwierdzenia poprawności przyjętych założeń konstrukcyjnych oraz uzyskania informacji o wyężeniu i zachowaniu się opracowywanej konstrukcji. Wyniki uzyskane podczas tego rodzaju porównań umożliwiają doskonalenie modeli maszyn podobnych lub pracujących w podobnych warunkach.



Rys. 7. Prasa zwijająca podczas badań laboratoryjnych obciążeń wałów roboczych
Fig. 7. Round baler during laboratory tests of shafts loadings

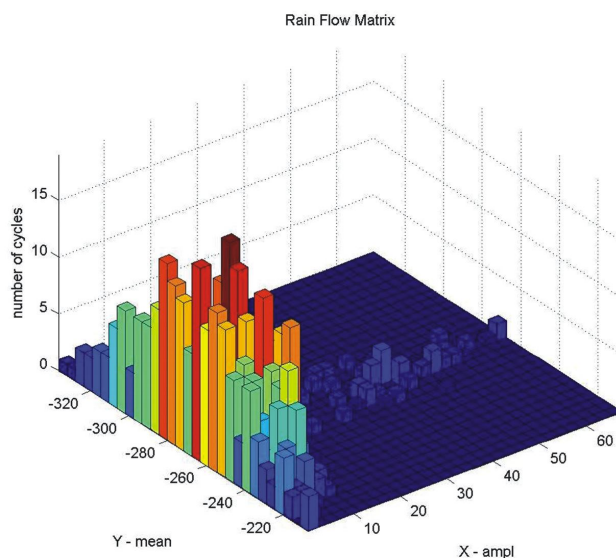
Ważnym elementem prowadzonych na tym etapie badań empirycznych jest przeprowadzenie badań związanych z bezpieczeństwem użytkowania. Wymagania w tym zakresie stwarzają istotne problemy zarówno dla konstruktorów, ponieważ prace nad skonstruowaniem bezpiecznej maszyny zaczynają się już na etapie projektowania, jak również dla osób odpowiedzialnych za użytkowanie tych maszyn i urządzeń. Opracowywane lub modyfikowane konstrukcje muszą uwzględniać wymogi stawiane przez odpowiednie dyrektywy unijne oraz normy krajowe. Laboratoria badawcze i certyfikujące, działające w jednostkach badawczo-rozwojowych, są istotną pomocą dla konstruktorów już na etapie projektowania a dla użytkowników - w trakcie eksploatacji. Prowadzone w sposób ciągły badania w zakresie bezpieczeństwa są gwarancją produkcji maszyn i urządzeń bezpiecznych zarówno dla środowiska, jak i dla obsługi. Działania te ułatwia członkostwo Instytutu w międzynarodowych instytucjach związanych z opracowywaniem i ustalaniem norm związanych z bezpieczeństwem użytkowania maszyn i urządzeń. Taką rolę pełni także sekretariat Komisji Normalizacyjnej Ciągników i Maszyn Rolniczych, zajmującej się opiniowaniem, wdrażaniem norm i dyrektyw oraz opracowywaniem nowych propozycji normalizacyjnych. Prowadzone w certyfikowanym laboratorium badania, z zastosowaniem odpowiednich procedur, potwierdzające prawidłowość zastosowanych rozwiązań, upoważniają producenta do nadania certyfikatu bezpieczeństwa CE w zakresie użytkowania maszyny lub urządzenia. Badania potwierdzają również prawidłowość oznakowania

maszyny wymaganymi piktogramami, informującymi o potencjalnym zagrożeniu i dającymi wskazówki dla bezpiecznej eksploatacji (rys. 8).

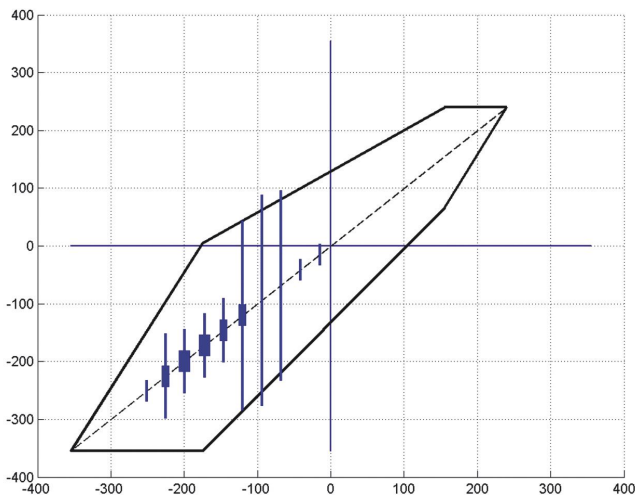


Rys. 8. Piktogramy informujące użytkownika o zasadach bezpiecznej obsługi silosu
Fig. 8. Pictographs with safety instruction draws on the well of grain bin

Ostatnim etapem prowadzonych prac są badania empiryczne związane z badaniami eksploatacyjnymi. Zbierane na tym etapie badań informacje są związane z wyznaczeniem wskaźników eksploatacyjnych oraz z informacją o trwałości konstrukcji. Możliwe jest na tym etapie prowadzenie oceny zużycia maszyny za pomocą różnych metod. Diagnostyka stanu maszyn pozwala na wczesne wykrywanie uszkodzeń oraz umożliwia określenie resursu pracy do spodziewanej awarii (rys. 9, 10). W PIMR prowadzone są prace nad energetyczną metodą identyfikacji procesu degradacji strukturalnej maszyny. Stosuje się do tego modele rozkładu mocy wymuszeń zewnętrznych oraz rozptyłu mocy obciążeń w obiektach mechanicznych. Opracowywana metoda umożliwia ocenę wpływu poszczególnych wymuszeń na charakterystykę trwałościową badanego obiektu. Uzyskanie możliwości wyzna-



Rys. 9. Analiza widmowa zmierzonych naprężeń eksploatacyjnych metodą spadającej kropli w celu oceny liczby cykli o charakterystycznej amplitudzie wymuszeń
Fig. 9. Exploitation loadings spectrum achieved by rain flow method for durability valuation



Rys. 10. Analiza porównawcza zmierzonych naprężeń eksploatacyjnych na podstawie wykresu Smitha dla stali 18G2A

Fig. 10. Exploitation stresses on the Smith graph of 18G2A steel

czania zmian sztywności dynamicznych, spowodowanych degradacją techniczną, pozwala ustalić wartości graniczne mocy obciążeń, powodujących inicjację procesów degradacji strukturalnej (np. pęknięcia) obiektu mechanicznego.

Na rozwój konstrukcji w branży narzędzi, maszyn i pojazdów, pracujących w sektorze rolniczym i leśnym wpływa również sposób użytkowania tych maszyn przez rolników i leśników. Badania prowadzone w tym zakresie dotyczą nie tylko funkcji tych maszyn i ich przydatności w stosowanych technologiach rolnych i leśnych, ale przede wszystkim bezpieczeństwa obsługi. Należy brać pod uwagę fakt, że konstrukcje wprowadzanych do użytkowania maszyn są z każdym rokiem bardziej skomplikowane z uwagi na coraz szersze stosowanie nowoczesnych zespołów z rozbudowanym sterowaniem hydraulicznym lub pneumatycznym. W konstrukcjach tych stosowane są coraz częściej podzespoły elektroniczne, a nawet komputery pokładowe. Stąd też obserwuje się stopniowe zacieśnianie kontaktów, szczególnie małych i średnich przedsiębiorstw z Instytutem w celu poprawienia jakości tych urządzeń. Innym problemem są coraz ostrzejsze normy ograniczające szkodliwy wpływ maszyn i urządzeń na środowisko. Konieczne jest tutaj prowadzenie badań w zakresie zmniejszania hałasu, nadmiernej wibracji, obniżenia zużycia materiałów, czy zastosowania nowej generacji materiałów konstrukcyjnych w produkowanych wyrobach. Badania w tym zakresie są również prowadzone w Instytucie. Można tutaj wymienić wdrażanie nowych materiałów konstrukcyjnych, jak elementy z tworzyw sztucznych, nowe gatunki stali oraz elementy robocze z żeliwa ADI. W dobie kryzysu energetycznego nie bez znaczenia są także badania nad odnawialnymi źródłami energii - pozyskiwanie biomasy dla celów opałowych oraz przetwarzanie nasion rzepaku na olej, a następnie na paliwo do silników spalinowych. W Instytucie prowadzone są zarówno badania rozwojowe, mające na celu wdrożenie do praktyki agrotechnicznej nowości z dziedziny paliw odnawialnych, jak i przemysłowe w celu wdrażania na polski rynek nowych technologii i maszyn.

Warunki prowadzenia prac badawczych

Osiągnięcie poziomu umożliwiającego prawidłowe funkcjonowanie w warunkach gospodarki rynkowej wymaga ciągłych prac badawczych i rozwojowych. Prawidłowy rozwój

kadry zabezpieczającej obszar prowadzonych badań, wymaga z kolei inwestycji zarówno związanych ze szkoleniem pracowników, jak również inwestycji aparaturowych.

Wdrażanie nowoczesnych technik badawczych w przemyśle maszyn rolniczych prowadzono szeroko w latach 90. ubiegłego wieku, w ramach koordynowanych przez instytut projektów UNIDO. Celem tych prac było przystosowanie fabryk i firm branży maszyn rolniczych do produkcji w warunkach konkurencji rynkowej. Projekty te wymogły zmiany organizacyjne zarówno u producentów, jak również w Instytucie. Dokonano także niezbędnych zakupów aparaturowych i unikalnego oprogramowania inżynierskiego (np. ASKA, Pro-Engineer). Pozwoliło to na zmianę jakościową prowadzonych badań na etapie projektowania, jak i eksploatacji wyrobów. Kolejne inwestycje w nowoczesne oprogramowanie inżynierskie (Adams, I-DEAS, SolidWorks, Matlab), stacje robocze, elementy aparatury pomiarowej, umożliwiającej badania w terenie, pozwoliły wykształcić odpowiednie kadry naukowe, jak i pozwoliły na prowadzenie badań z nowych obszarów produkcji.

Procesowi odbudowy wiodącej roli badań i ich wpływowi na rozwój konstrukcji maszyn i urządzeń sprzyja wspólne podejmowanie badań przez konsorcja budowane w oparciu o jednostki naukowo-badawcze oraz przez producentów. Należy w tym celu wykorzystać również istniejące sieci krajowe, międzynarodowe, centra zaawansowanych technologii, centra doskonałości oraz platformy technologiczne. W interesie producentów jest troska o jakość wyrobów oraz o podnoszenie ich innowacyjności. Można tutaj wykorzystać szereg programów oferujących pomoc finansową, skierowanych szczególnie do małych i średnich przedsiębiorstw.

Współpraca małych i średnich przedsiębiorstw, często już od początku ich powstania, z jednostkami naukowo-badawczymi owocuje nowoczesnymi wyrobami uznawanymi tak w kraju jak i zagranicą. Zapewnia to tym firmom sukces finansowy i wytwarza chęć do dalszego inwestowania zarówno w bazę, jak i w innowacyjne wyroby. Można by tutaj wymienić te firmy, ale tak naprawdę wystarczy zwiedzić stoiska targowe. Bardzo bogata jest oferta polskich producentów maszyn i urządzeń rolniczych oraz leśnych. Wyroby te często są nagradzane w rozmaitych konkursach, co potwierdza jak nowoczesne rozwiązania są stosowane w tych konstrukcjach.

Kolejnym przykładem celowości podejmowania multidyscyplinarnych badań jest współpraca instytutu z uczelniami. Wspólne prowadzenie badań pozwala na lepsze wykorzystanie aparatury badawczej oraz potencjału intelektualnego tych jednostek. Instytut często udostępnia swą bazę badawczą do prowadzenia badań zarówno przez studentów, jak i pracowników nauki. Często wykonywane są wspólne prace w ramach grantów badawczych, prac rozwojowych i w ramach programów unijnych. W prowadzonych badaniach konieczne jest projektowanie i wykonywanie stanowisk badawczych. Baza laboratoryjna Instytutu pozwala aktualnie na prowadzenie nawet unikalnych prac badawczych.

Prace wspólne podejmowane są również z partnerami zagranicznymi. Pozwala to na zebranie doświadczeń, szybsze rozwiązanie niektórych problemów, związanych z opracowaniem technologii oraz zapewnia możliwość szerszego wdrażania nowych opracowań. Przykładem takich działań jest oferta Instytutu w zakresie transportu w rolnictwie i leśnictwie. Prowadzone przez szereg lat badania potwierdziły konieczność wprowadzenia bardziej bezpiecznego i efektywniejszego zestawu transportowego. Zaowocowało to opracowaniem i przebadaniem szeregu rozwiązań, które można wdrażać, eliminując przestarzałe rozwiązania konstrukcyjne, mające negatywny wpływ na bezpieczeństwo transportu.

Należy dodać, że jest mało nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych, które nie byłyby zastosowane w maszynach i urządzeniach rolniczych. Dlatego charakter prac badawczych, wykonywanych w Instytucie, pozwala współpracować z firmami nie związanymi z przemysłem maszyn rolniczych i leśnych. Stanowiska badawcze, szczególnie te związane z badaniami na etapie projektowania, jak również badań prototypów, są często wykorzystywane w pracach producentów maszyn i urządzeń innych branż.

Podsumowanie

W niniejszym artykule zaprezentowano jedynie wybrane aspekty, dotyczące badań empirycznych w doskonaleniu konstrukcji i eksploatacji wyrobów techniki rolniczej. Ważne jest, aby działania w tym zakresie były podejmowane z większym rozmachem i zaangażowaniem jednostek naukowych w Polsce, włączając także współpracę zagraniczną. Trendy unijne, które dają się odczuć na polskim rynku wskazują, że obecnie najistotniejszym i najbardziej cenionym kierunkiem badań jest wdrażanie nowoczesnych, innowacyjnych rozwiązań w branży maszyn i urządzeń dla rolnictwa oraz w obszarze kształtowania i ochrony środowiska. Jednak rosnące pod tym względem wymagania narzucają konieczność tworzenia nowych konsorcjów naukowych, w celu zacieśnienia współpracy lub realizacji złożonych, multidyscyplinarnych projektów. Przykładem są projekty technologiczne, środowiskowe, które wymagają połączenia wiedzy z zakresu biologii i ochrony środowiska, wiedzy inżynierskiej z zakresu mechaniki, elektrotechniki, elektroniki i automatyki, a także wiedzy matematycznej, fizycznej, chemicznej i in. Tylko stworzenie multidyscyplinarnego zespołu gwarantuje osiągnięcie pełnego sukcesu, w postaci dobrych wyników realizacji prac badawczo-wdrożeniowych.

Rola badań jest trudna do oceny na wszystkich etapach projektu. Badania te muszą być prowadzone w sposób merytoryczny, a dzięki doświadczeniu kadry i nowoczesnej aparaturze badawczej mogą być realizowane efektywnie i w możliwie kompleksowy sposób. Problemem zasadniczym są koszty prowadzenia prac badawczych, które powinny zapewniać odpowiednie wynagrodzenia dla kadry naukowej, środki na unowocześnianie aparatury badawczej, środki na prowadzenie prac podstawowych i wyprzedzających oraz środki na kontakty i współpracę z innymi krajowymi i międzynarodowymi instytucjami naukowymi. Należałoby stworzyć mechanizm rynkowy (finansowy) ułatwiający korzystanie z usług jednostek badawczo-rozwojowych albo w formie większych dotacji na badania naukowe, albo w formie zmniejszonych odpisów podatku dla firm stosujących nowoczesne, innowacyjne rozwiązania.

Sposobem obniżenia kosztów współpracy z instytucjami naukowo-badawczymi jest ścieżka projektów badawczych

w ramach konkursów ogłaszanych przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Stowarzyszenie Techniczne NOT czy też w ramach konkursów europejskich, np. Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (obecnie PIMR realizuje dwa tego typu projekty). Jednak udział w tych konkursach wymaga znacznych nakładów pracy, związanych z opracowaniem wniosku projektowego, jak i z jego formalnym, finansowym rozliczeniem. Instytut jako jednostka wiodąca w branży maszyn rolniczych w kraju oferuje merytoryczną pomoc firmom w przygotowaniu takich projektów. Nie zawsze udaje się uzyskać finansowanie na każdy złożony wniosek projektowy, ale zazwyczaj w kolejnej próbie poprawiony wniosek uzyskuje aprobatę panelu niezależnych ekspertów.

Literatura

- [1] Grzechowiak R., Mielec K., Pawłowski T., Szczepaniak J.: Zastosowanie metod modelowania, symulacji komputerowej i walidacji w procesie wdrażania do produkcji nowych maszyn rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, Nr 2(77), 2006.
- [2] Ciechacki R., Pawłowski T., Rutkowski J., Szczepaniak J.: Wybrane problemy dostrajania parametrów sztywności i tłumienia układu zawieszenia wozu asenizacyjnego w modelach kinematycznych. *X Sympozjum Technologiczne, Konstrukcyjne i Automatyka w Nowoczesnej Produkcji*, Augustów 2007.
- [3] Kromulski J., Mac J., Pawłowski T., Szczepaniak J.: Metoda identyfikacji eksploatacyjnej postaci drgań dla potrzeb weryfikacji i walidacji modeli maszyn rolniczych. *Zeszyty Naukowe Katedry Mechaniki Stosowanej*, Zeszyt nr 23, Gliwice 2005.
- [4] Mac J., Pawłowski T., Rutkowski J., Szczepaniak J.: Problemy analiz obliczeniowych silosów zbożowych w świetle obowiązujących norm europejskich. *X Sympozjum Technologiczne, Konstrukcyjne i Automatyka w Nowoczesnej Produkcji*, Augustów 2007.
- [5] Pawłowski T., Szczepaniak J.: Współczesna metodyka projektowania i weryfikacji konstrukcji maszyn rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, Nr 14 (74), 2005.
- [6] Rutkowski J.: Kształtowanie cech konstrukcyjnych wałów uprawowych o dużych szerokościach roboczych. *Rozprawa doktorska*, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska, 2007.
- [7] Szczepaniak J.: Symulacja zachowań dynamicznych maszyn rolniczych z uwzględnieniem kryterium stateczności dla potrzeb bezpieczeństwa ruchu. *Rozprawa habilitacyjna*, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska, 2009.
- [8] Szczepaniak J.: Współczesne narzędzia wspomagające projektowanie maszyn rolniczych. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, nr 1, Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, 2008.

ABOUT ESSENCE OF EMPIRICAL RESEARCH IN IMPROVING OF CONSTRUCTION AND EXPLOITATION OF AGRICULTURAL TECHNIQUE PRODUCTS

Summary

The possibilities and range of research (including basic, industrial and developmental research) were presented in the paper. As the examples were showed research, which were realized in Industrial Institute of Agricultural Engineering. The market conditions, as a background theses works were discussed. In the summary were indicated existing problems and confines, which appear during realization theses research, and from the other hand, were discussed possibilities of obtaining finance for these.