

## ROLA BADAŃ W ROZWOJU KONSTRUKCJI I EKSPLOATACJI MASZYN ROLNICZYCH

Streszczenie

*Artykuł omawia znaczenie i miejsce badań naukowych w procesie opracowywania nowoczesnych maszyn rolniczych w realiach polskiego przemysłu maszyn rolniczych. Podany jest podział i charakterystyka typów badań. Przedstawione zostały przykłady prowadzenia badań przemysłowych i prac rozwojowych prowadzonych w PIMR. Podkreślono znaczenie współpracy producentów maszyn rolniczych z jednostkami naukowo-badawczymi dla jakości i nowoczesności produkowanych w Polsce maszyn.*

### 1. Wprowadzenie

Rola badań naukowych oraz zagadnienia związane z projektowaniem, budową i eksploatacją maszyn, zwłaszcza eksploatowanych w sektorze rolniczym czy leśnym, zaczyna wyraźnie wzrastać, chociaż stosunkowo wąski krąg specjalistów dostrzega złożoność i wieloaspektowość prowadzonych prac w różnych jednostkach naukowo-badawczych.

O misji prowadzenia prac badawczych napisano wiele, a przeszukanie stron internetowych daje ponad 2 miliony odnośników. Świadczy to nie tylko o randze prowadzonych badań, ale również o potrzebie dotarcia z ich wynikami do odbiorców. Odkrycia dokonane w trakcie badań, a także spodziewane efekty poznawcze, użytkarckie oraz komercyjne w bliskiej i dalszej perspektywie świadczą o poziomie innowacyjności wdrażanych rozwiązań. Podnoszona jest przy tej okazji konieczność wspierania priorytetowych obszarów badań podstawowych, czy też prac o charakterze rozwojowym, szczególnie tych ważnych dla społeczeństwa, czy też gospodarki. Dostrzega się przy tym korzyści prowadzenia badań w zespołach interdyscyplinarnych, dzięki którym możliwe jest lepsze poznanie rozpatrywanych zagadnień, dokonanie krytycznej analizy z różnych punktów widzenia a także dostrzeżenie kolejnych elementów wiedzy, których wyjaśnienie czy też znalezienie rozwiązania pozwoli na dalszy szybszy rozwój nauki. Czasami trudno rozgraniczyć pomiędzy sobą to, czy prowadzone badania jeszcze należą do grupy badań podstawowych, czy też mają charakter praktyczny, a być może wręcz charakter komercyjny. Stąd też dla prawidłowego finansowania z funduszy publicznych takich prac tworzy się podział badań na poszczególne grupy i podaje się ich związką charakterystykę.

W oparciu o definicje badań naukowych i prac rozwojowych jakie obowiązują od lipca 2007 r. w badaniach naukowych wyróżniamy:

- **badania podstawowe** - prace eksperymentalne lub teoretyczne, podejmowane w celu zdobycia nowej wiedzy o podstawach zjawisk i obserwowalnych faktów,
- **badania przemysłowe** - 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.

Prace rozwojowe to nabywanie, łączenie, kształtowanie i adaptacje dostępnej aktualnie wiedzy i umiejętności z dziedziny 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:

- tworzenie projektów, 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,
- działalność związana z produkcją eksperymentalną oraz testowaniem produktów, procesów i usług pod warunkiem, że nie są one następnie wykorzystywane komercyjnie.

W świetle nowych definicji badań należy uwzględnić fakt, że prace rozwojowe nie obejmują rutynowych i okresowych zmian wprowadzanych do produktów, linii produkcyjnych, procesów wytwórczych, istniejących usług oraz innych operacji w toku, nawet jeżeli takie zmiany mają charakter ulepszeń.

Przytoczony powyżej podział ma istotne znaczenie dla prawidłowego i merytorycznego opracowania wniosków o dofinansowanie prowadzonych przez jednostki własnych tematów prac badawczych, przemysłowych, jak i projektów prac rozwojowych zgłaszanych samodzielnie, czy też wspólnie z producentami. Od kilku lat obserwowana jest tendencja dofinansowywania, która nie tylko wspiera naukę niezbędnymi środkami finansowymi, ale także zapewnia fundusze małym i średnim przedsiębiorstwom na kosztowne prace związane z wdrażaniem do produkcji nowoczesnych i innowacyjnych rozwiązań. Prace te najczęściej polegają na opracowaniu modeli wirtualnych i przeprowadzeniu wstępnych badań, a następnie wykonaniu modeli badawczych i ich testowaniu, często na bardzo kosztownych stanowiskach badawczych. Komputerowe stacje robocze wraz z kosztownym oprogramowaniem stanowią stanowiska badawcze do wirtualnego modelowania i badania elementów, podzespołów lub całych maszyn. Również wyszkolenie kadry naukowej, która obsługuje te skomplikowane stanowiska badawcze wymaga szeregu lat praktyki. Małe firmy nie są w stanie utrzymać własnych, w pełni wyposażonych, ośrodków badawczych. Jednak wiele z nich zatrudnia kadry i jest wyposażona w podstawowe oprogramowanie do projektowania. Sporządzona dzięki temu dokumentacja konstrukcyjna może być wykorzystana w ośrodkach badawczych. W oparciu o nią można szybciej zbudować modele wirtualne do wykorzystania w dalszych pracach. Zazwyczaj kolejnymi etapami są: budowanie funkcjonalnych prototypów w metalu, ich ponowna weryfikacja przy wykorzystaniu zaawansowanych technik badawczych oraz badania laboratoryjne ich funkcjonalności,

niezawodności i trwałości zmęczeniowej.

Celem finansowania badań podstawowych, przemysłowych czy też prac rozwojowych jest oprócz jednorazowego wsparcia tych małych czy średnich przedsiębiorstw także zachęcenie ich do nawiązania kontaktów roboczych i przekonanie ich do ściślejszej dalszej współpracy z jednostkami badawczymi. Obecnie jeszcze dość trudno przekonać małe firmy, że koszty naukowego opracowania i przebadania modeli szybko się zwracają, a prototypy, zbudowane w oparciu o rezultaty profesjonalnie wykonanych badań, wymagają zazwyczaj jedynie kosmetycznych poprawek. Powstałe w efekcie takiej współpracy nowe produkty, procesy czy usługi często uzyskują wyróżnienia na wystawach krajowych oraz zagranicznych i zazwyczaj bardzo szybko odnoszą sukcesy komercyjne.

W badaniach naukowych niezbędny jest dostęp do danych literaturowych w postaci artykułów, książek, dokumentów patentowych oraz normalizacyjnych. Dane te mogą być gromadzone w sposób tradycyjny lub w formie elektronicznych zasobów archiwalnych, czy też baz danych. Należy 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 służy nie tylko danej jednostce, ale także instytucjom i studentom uczelni związanych z branżą.

Biblioteka PIMR od ponad 60 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. W opinii studentów oraz pracowników nauki z innych uczelni, korzystających z biblioteki PIMR, jej zbiory norm technicznych, opracowań naukowych, jak i wydawnictw pozwalają na zebranie danych literaturowych dla potrzeb nowych projektów badawczych, czy też prac magisterskich oraz doktorskich. Znaczne zbiory prac wykonanych przez pracowników PIMR ciągle stanowią materiał wyjściowy i porównawczy dla potrzeb różnych ekspertyz naukowych, czy też konsultacji.

Także tym celom służy opracowana i uaktualniana w PIMR Baza Krajowych Maszyn Rolniczych, która nawiązuje również do współpracy z międzynarodową bazą danych o maszynach i ciągnikach rolniczych AGRIMACH. Opracowywana w PIMR baza, jest wydawana cyklicznie w formie drukowanej. W najbliższym czasie będzie wydawana na dyskach CD.

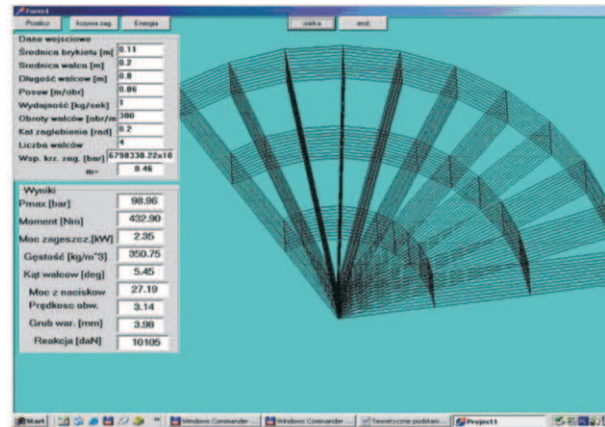
W Instytucie jest prowadzony szereg prac, które możemy zakwalifikować do badań przemysłowych oraz do prac rozwojowych. Należy zdawać sobie sprawę z tego, że w wykonywanych projektach prace rozwojowe i badania przemysłowe często się przenikają.

## 2. Badania przemysłowe

Przykładem takich badań było opracowanie koncepcji a następnie metodyki pomiaru zużycia dysz opryskiwaczy metodą wykorzystującą mikroskop optyczny, fotografię cyfrową i programy komputerowe do analizy obrazów. Opracowana w PIMR metoda znalazła praktyczne zastosowanie przy ocenie na stanowiskach badawczych jakości i trwałości dysz oferowanych przez różne firmy na rynku europejskim. Wyniki uzyskane dzięki tym badaniom mogą służyć pomocą przy wyborze tworzyw sztucznych i materiałów, z których dysze opryskiwaczy są produkowane. Zebrane doświadczenia służą również do określenia resursów godzin pracy opryskiwaczy, po

których należy dokonać przeglądu i wymienić dysze. Rozkalibrowane dysze opryskiwaczy, a więc dozujące zbyt duże dawki środków ochrony roślin, stanowią zagrożenie dla zdrowia ludzi, jak i dla środowiska naturalnego.

Istotne znaczenie dla rozwoju maszyn rolniczych mają badania nad nowymi technologiami i technikami będącymi podstawą ich działania. Jednym z przykładów tego typu badań są prowadzone w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych prace nad technologią procesu zagęszczania słomy przeznaczonej na cele energetyczne metodą zwijania [1]. W wyniku opracowania modelu matematycznego procesu zagęszczania słomy i przeprowadzenia wstępnych badań w warunkach laboratoryjnych, opracowano i zbudowano stanowisko badawcze. Wykorzystano je do opracowania koncepcji rozwiązania zespołu roboczego do zagęszczania słomy metodą zwijania oraz opracowania wytycznych konstrukcyjnych maszyny polowej do zagęszczania słomy na paliwo energetyczne.



Rys. 1. Model obliczeniowy brykietu do wyznaczania rozkładu naprężeń w brykiecie i ciśnienia na jego powierzchni  
Fig. 1. Analytical model of briquette for determining of stresses distribution in it and pressures on its surface



Rys. 2. Płyta przednia (czołowa) stanowiska badawczego z obrotową tarczą umożliwiającą zmianę położenia osi wałków względem osi komory brykietującej  
Fig. 2. Frontal plate of the test stand with the rotary disc which makes possible to change position of rollers axis with respect to briquetting chamber axis



Ważnym problemem jest diagnostyka stanu maszyn rolniczych pozwalająca na wczesne wykrywanie uszkodzeń oraz umożliwiająca określenie resursu pracy do spodziewanej awarii. Jej zastosowanie zapobiega ujawnieniu się usterek w czasie pracy i umożliwia przeprowadzenie niezbędnych napraw, np. przed sezonem agrotechnicznym. W PIMR trwają obecnie badania nad jedną z takich metod. Jest to energetyczna metoda identyfikacji procesu degradacji strukturalnej maszyny. W badaniach zastosowano modele rozkładu mocy wymuszeń zewnętrznych oraz rozplywu mocy obciążeń w obiektach mechanicznych. Opracowywana metoda umożliwia ocenę wpływu poszczególnych wymuszeń na charakterystykę trwałościową badanego obiektu. Może służyć również do weryfikacji eksperymentalnej numerycznych modeli wytrzymałościowych, otrzymywanych za pomocą elementów skończonych. Umożliwia otrzymanie przestrzennej charakterystyki wyczerpywania zapasu trwałości elementów analizowanego systemu. Uzyskanie możliwości wyznaczania zmian sztywności dynamicznych, spowodowanych degradacją techniczną pozwala ustalić wartości graniczne mocy obciążeń, powodujących inicjację procesów degradacji strukturalnej (np. pęknięcia) obiektu mechanicznego.

Szereg innych prac dotyczy analizy obrazu, zastosowania plazmy niskotemperaturowej w dezynfekcji ziarna zbóż, czy też nowych sposobów nanoszenia środków ochrony roślin.

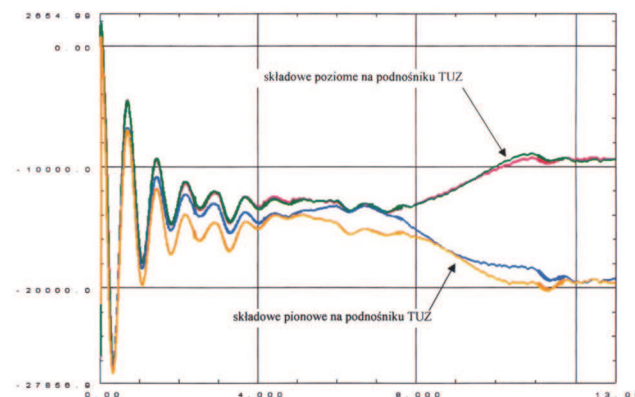
### 3. Prace rozwojowe

Prace rozwojowe są rodzajem badań, które w powiązaniu Instytutu z przemysłem maszyn rolniczych wykonywane są najczęściej. Prowadzone są przede wszystkim podczas opracowywania nowych lub doskonalenia istniejących maszyn i urządzeń. Badania te często są inicjowane przez producentów maszyn rolniczych, którzy w jednostce naukowo-badawczej widzą partnera we wdrażaniu innowacyjnych technologii. Jednostki naukowo-badawcze dysponują wiedzą i wyposażeniem umożliwiającym efektywne przygotowanie i wdrożenie nowoczesnych opracowań, spełniających wymagania nie tylko rynku krajowego. Wynikiem takiej współpracy jest powstanie wielu nowoczesnych konstrukcji maszyn i urządzeń, z powodzeniem konkurujących z produktami znanych firm światowych.

Jednym z przykładów prowadzenia prac rozwojowych związanych z procesem projektowania nowej maszyny rolniczej, jest opracowanie wału uprawowego mogącego współpracować, zależnie od potrzeb, z przednim lub tylnym zawieszeniem ciągnika.

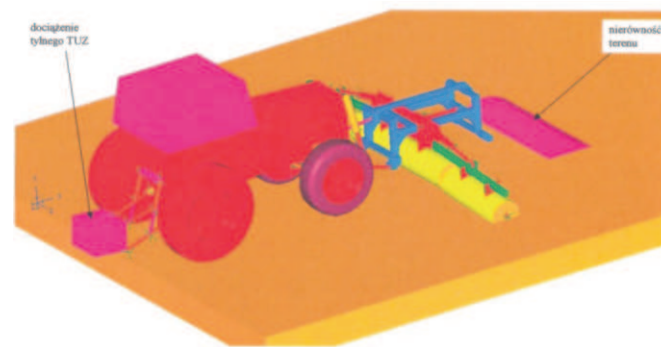
Dzięki wykorzystaniu nowoczesnych stanowisk badawczych pozwalających na przeprowadzanie badań już na etapie założeń wstępnych oraz na etapie projektowania, możliwe było szybkie opracowanie i wstępne sprawdzenie przydatności kilku koncepcji wykonania wałów[4]. W wyniku przeprowadzonych wstępnych analiz skupiono się na wersji belkowej i dla tej wersji rozważono koncepcje kilku rozwiązań ramy układu zawieszenia, jako elementu nośnego i zarazem centrującego całą konstrukcję. Po przyjęciu ogólnej koncepcji (rama nośna sekcji wykonana jako belkowa, a sekcje ułożone w jednym rzędzie) przystąpiono do bardziej szczegółowych badań, obejmujących zagadnienia kinematyczne, z uwzględnieniem ciągnika oraz badań wytrzymałościowych. W pierwszej kolejności, z uwagi na bardziej ogólny model, przeprowadzono badania kinematyczne wału [5]. Na tym etapie badań uzyskuje się informacje o obciążeniach konstrukcji, które są następnie wykorzystywane w badaniach wytrzymałościowych. Badania stateczności wykonano dla kilku wariantów prędkości i kilku opcji dociążania ciągnika.

Modele obliczeniowe były tak przygotowane, aby była możliwa symulacja jazdy ciągnika po drodze, wraz z nierównością terenową w formie karbu o wysokości 150 mm.



Rys. 3. Wyniki symulacji kinematycznych dla wału 6 m: siły pionowe i poziome na końcach podnośnika TUZ [N] podczas podnoszenia wału do góry (oś Y wartości [N], oś X czas [s])

Fig. 3. Kinematic simulations results for soil packing roller of 6 m width: vertical and horizontal forces on the ends of three-point linkage [N] during lifting the roller up (Y axis-values [N], X axis-time [s])



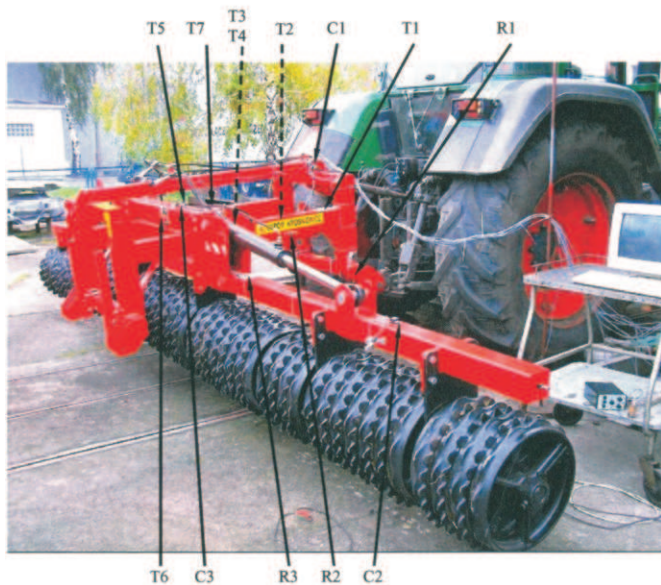
Rys. 4. Model obliczeniowy dla analizy stateczności przy przejazdach po nierównościach drogi (przykład z wałem 6 m, zawieszonym z przodu ciągnika i z dociążeniem tylnego TUZ)

Fig. 4. Analytical model for analysis of stability when passing over road roughness (example with the roller of 6 m, mounted at front of tractor and with added load on the rear 3-point linkage)

Po przeprowadzeniu analiz kinematycznych oraz ustaleniu szczegółowych parametrów geometrycznych wałów oraz sił działających w czasie ich pracy przystąpiono do badań wytrzymałościowych, przy zastosowaniu metody elementów skończonych (MES). Przyjęto szereg przypadków obciążenia, pozwalających wszechstronnie sprawdzić własności maszyny w różnych warunkach pracy oraz przebadać różne szczegóły konstrukcji, przed ich ostatecznym wyborem i budową prototypu.

Aby uzyskać jak najlepsze parametry analizowanej konstrukcji przeprowadzono również obliczenia optymalizacyjne wybranych węzłów konstrukcyjnych. Prototyp zbudowany na podstawie opisanych wyżej obliczeń został poddany badaniom laboratoryjnym i eksploatacyjnym, podczas których przeprowadzono pomiary tensometryczne wyężenia konstrukcji wałów oraz pomiary przyspieszeń w wybranych, na podstawie obliczeń symulacyjnych, punktach konstrukcji [3]. Przeprowadzono 18 pomiarów dla różnych warunków pracy, różnych nawierzchni i prędkości pracy

wałów. Wyznaczono również częstotliwości drgań własnych metodą eksperymentalnej analizy modalnej. Badania te miały na celu przede wszystkim potwierdzenie poprawności przyjętych na podstawie symulacji parametrów konstrukcyjnych.



Rys. 5. Lokalizacja punktów pomiarowych; wał znajduje się na laboratoryjnym stanowisku zadawania wymuszeń dynamicznych

Fig. 5. Localization of measurement points; the roller is placed on laboratory stand where is subjected to dynamic loads

Innym, dodatkowym rezultatem przeprowadzonych badań była weryfikacja modelu zarówno w zakresie obliczonych naprężeń, jak i częstości własnych. Wyniki uzyskane podczas tego rodzaju porównań umożliwiają doskonalenie modeli maszyn podobnych lub pracujących w podobnych warunkach.

Innym przykładem badań rozwojowych były prace związane z opracowaniem koncepcji i wdrożeniem do produkcji 3- i 4-rzędowych automatycznych sadzarek do ziemniaków przeznaczonych do pracy w uprawie zagonowej. Różnice polegają na tym, że o ile w przypadku opisywanych poprzednio wałów prace dotyczyły głównie problemów związanych z ich cechami wytrzymałościowymi, nie badano natomiast obróbki gleby dokonywanej przez te wały, to w przypadku sadzarek analiza samego procesu sadzenia była podstawowym elementem badań. Przeprowadzono oczywiście także badania wytrzymałościowe maszyny, ale głównie skupiono się na wykonywanym procesie agrotechnicznym.

Podstawowym celem, który starano się uzyskać podczas prac badawczych było zapewnienie przez zespoły wysadzające wysokiej dokładności rozmieszczania sadzianek wzdłuż rzędów, porównywalnej z dokładnością, uzyskiwaną przez sadzarki wiodących firm europejskich (Grimme, Gruse, Reekie).

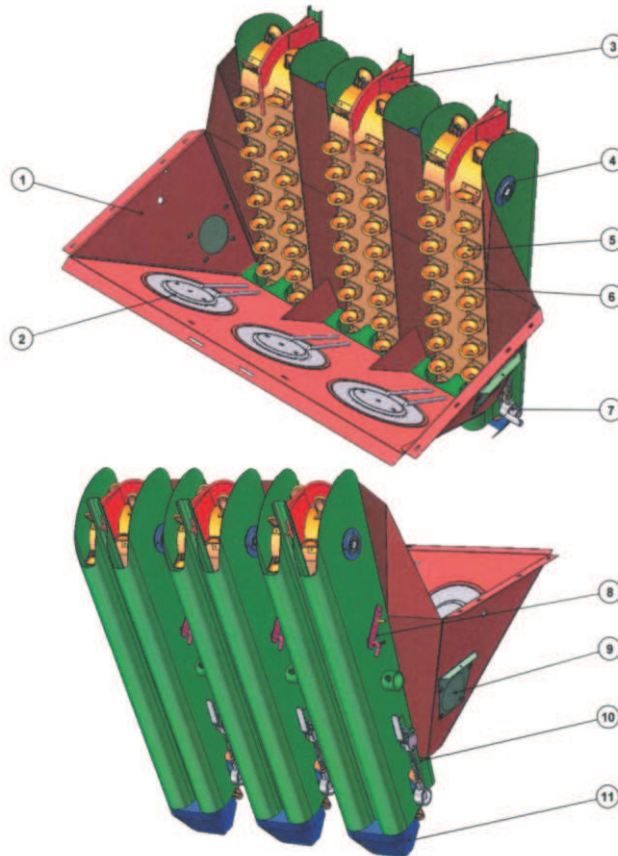
Prace nad konstrukcją sadzarek rozpoczęto od analizy przyjętej dla warunków krajowych technologii sadzenia ziemniaków w uprawie zagonowej. Na tej podstawie przyjęto założenia funkcjonalne sadzarek dotyczące szerokości obrabianych zagonów, rozstawów rzędów, odległości i głębokości sadzenia oraz prędkości roboczych [7].

Jako kryteria wyboru między różnymi spotykanymi rozwiązaniami przyjęto: wymagania agrotechniczne krajowego rolnictwa, dotyczące parametrów eksploatacyjnych sadzarki, koszt produkcji oraz nakłady energetyczne. Ostatecznie przyjęto półzawieszany system agregowania ich z ciągnikami. Rama nośna sadzarki zarówno 3-rzędowej, jak i 4-

rzędowej oparta została na 4-kołowym układzie jezdny.

Szczegółowo przebadano dostępne ciągniki pod kątem możliwości ich współpracy z projektowanymi maszynami. Jako kryterium wyboru przyjęto współczynnik sterowności „Ws” agregatu ciągnik-sadzarka oraz zapotrzebowanie mocy, niezbędnej do ruchu roboczego sadzarki.

Po opracowaniu opisanych wyżej założeń opracowano modele 3D konstrukcji nośnej dla sadzarek 3- i 4-rzędowych, uzupełnionych o elementy dodatkowe, istotne z punktu widzenia późniejszego wykonania modeli kinematycznych i modeli MES. Modele te, podobnie jak w przypadku opisanych wcześniej wałów, posłużyły do opracowania modeli obliczeniowych do badań kinematycznych i wytrzymałościowych [2].



Rys. 6. Widok ogólny modelu 3D taśmowo-czerpakowego zespołu wysadzającego sadzarki zagonowej 3-rzędowej: 1- zbiornik stały zespołu, 2- tarcza wstrząsowa, 3- rozdzielacz, 4- obudowa łożyska, 5- czerpak, 6- taśma czerpaków, 7- wałek napędzający tarczę wstrząsową, 8- wstrząsacz taśmy, 9- zasuwka, 10- napinacz, 11- kierownica

Fig. 6. General view of 3D model of tape-bucket planter working unit of 3-row bed planter: 1 - constant tank of the unit, 2 - shaking shield, 3 - divider, 4 - bearing casing, 5 - bucket, 6 - buckets tape, 7 - the roller driving shaking shield, 8 - tape shaker, 9 - gate valve, 10 - tape stretcher, 11 - guiding device

Badania kinematyczne obejmowały zjawiska dotyczące: wzdłużnego ruchu agregatu, zmiany kąta pochylenia sadzarki, zmiany wysokości uchwytów układu zawieszania ciągnika, podatności kół podporowych, zmiany pochylenia zbiornika, obrotu widełek tylnych kół podporowych, kontaktu wszystkich kół z nawierzchnią, kontaktu kół tylnych z powierzchnią oporową.

Wyniki badań stanowiły podstawę opracowania przypadków obciążeń badanej konstrukcji i posłużyły do prawidłowego opracowania modelu MES.



Podczas badań wytrzymałościowych analizowano cztery przypadki obciążeń, dotyczące przejazdów transportowych oraz cofania maszyn na polu, przy zablokowanych tylnych kołach podporowych.

Po stwierdzeniu poprawności modelu MES przystąpiono do szczegółowych badań zespołu wysadzającego na specjalnie zbudowanym stanowisku. Pozwalało ono na sprawdzenie wartości wskaźników, charakteryzujących jakość pracy zespołu wysadzającego: stopnia napełnienia czerpaków sadzeniakami, liczby pustych czerpaków, liczby czerpaków napełnionych dwoma sadzeniakami, parametrów czerpaków dla różnych frakcji wysadzanych sadzeniaków, stopnia uszkodzeń sadzeniaków. Ponadto, stanowisko pozwoliło na określenie wpływu prędkości ruchu roboczego sadzarki na jakość pracy zespołu wysadzającego. Przeprowadzone badania pozwoliły na dopracowanie koncepcji tego zespołu i uzyskanie poprawy wartości badanych wskaźników.

Na podstawie uzyskanych rozwiązań konstrukcyjnych opracowano dokumentację techniczną i zbudowano prototypy sadzarek. Poddano je szczegółowym badaniom funkcjonalnym, najpierw w warunkach laboratoryjnych, a następnie w warunkach polowych. Badania miały na celu: sprawdzenie ogólnej funkcjonalności prototypów sadzarek w wersji 3- i 4-rzędowej, ocenę jakości pracy zespołu wysadzającego, przy różnych prędkościach ruchu roboczego sadzarki, ocenę stopnia uszkodzenia sadzeniaków podczas wysadzania, określenie równomierności sadzenia, równomierności głębokości sadzenia oraz poprzecznych przesunięć sadzeniaków od osi rzędów, wyznaczenie poślizgu kół napędowych, wyznaczenie oporów roboczych sadzarek, określenie uzyskiwanych przez sadzarki wskaźników eksploatacyjnych, określenie jakości wschodów ziemniaków. Stwierdzono, że uzyskane wyniki badań eksploatacyjnych sadzarek stanowią podstawę do opracowania dokumentacji konstrukcyjno-technologicznej i wykonania na jej podstawie serii informacyjnej sadzarek.

#### 4. Prace związane z bezpieczeństwem

Na rozwój konstrukcji w branży narzędzi, maszyn i pojazdów pracujących w sektorze rolniczym czy leśnym wpływa również sposób użytkowania tych maszyn przez rolników, czy też 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. Wymagania w tym zakresie stwarzają istotne problemy zarówno dla konstruktorów, którzy muszą uwzględniać wymogi stawiane przez odpowiednie dyrektywy unijne oraz normy krajowe, ale również dla osób odpowiedzialnych za użytkowanie tych maszyn i urządzeń. 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. Ułatwia to członkostwo Instytutu w międzynarodowych instytucjach związanych z opracowaniem i ustalaniem norm związanych z bezpieczeństwem użytkowania maszyn i urządzeń oraz uzasadnia prowadzenie sekretariatu Komisji Normalizacyjnej Ciągników i Maszyn Rolniczych zajmującej się opiniowaniem, wdrażaniem norm i dyrektyw oraz opracowaniem nowych propozycji normalizacyjnych.

Należy brać pod uwagę fakt, że konstrukcje wprowadzanych do użytkowania maszyn są z każdym rokiem bardziej skomplikowane, z uwagi na coraz szersze stosowanie nowo-

czesnych zespołów, z rozbudowanym sterowaniem hydraulicznym lub pneumatycznym. W konstrukcjach tych stosowane są coraz częściej podzespoły elektroniczne oraz 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 zmniejszenia hałasu, nadmiernej wibracji, obniżenia zużycia materiałów oraz 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.

#### 5. Warunki prowadzenia prac badawczych

Osiągnięcie poziomu umożliwiającego prawidłowe funkcjonowanie w warunkach gospodarki rynkowej wymaga ciągłych prac badawczych. Prawidłowy rozwój kadry zabezpieczającej obszar prowadzonych badań wymaga z kolei inwestycji, zarówno tych związanych ze szkoleniem pracowników, jak również inwestycji aparaturowych.

Wdrażanie nowoczesnych technik badawczych w przemyśle maszyn rolniczych prowadzono szeroko w latach 90., 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, IDEAS, SOLID WORKS, MATLAB), stacje robocze, elementy aparatury pomiarowej, umożliwiającej badania w terenie, pozwoliły wykształcić odpowiednie kadry naukowe, jak i pozwoliły na prowadzenie badań w coraz to nowych obszarach produkcji.

Procesowi odbudowy wiodącej roli badań i ich wpływu 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 zachęca do dalszego inwestowania, zarówno w bazę produkcyjną, jak i w innowacyjne wyroby. Można by tutaj wymienić te firmy, ale tak naprawdę wystarczy zwiedzić stoiska targowe. Zobaczymy jak bogata jest oferta polskich producentów maszyn i urządzeń rolniczych oraz leśnych. Jak często wyroby te są nagradzane w rozmaitych konkursach, 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, czy też w ramach programów unijnych. Często w prowadzonych badaniach konieczne jest zaprojektowanie i wykonanie stanowisk badawczych. Baza laboratoryjna Instytutu pozwala na prowadzenie nawet tak unikalnych prac badawczych.

Prace wspólne podejmowane są także z partnerami zagranicznymi. Pozwala to na zebranie doświadczeń we współpracy, szybsze rozwiązanie niektórych problemów, związanych z opracowaniem technologii oraz 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 mało jest rozwiązań konstrukcyjnych, które nie byłyby zastosowane w maszynach i urządzeniach rolniczych. Dlatego charakter prac badawczych wykonywanych w instytucie pozwala współpracować z firmami niezwiązanymi z przemysłem maszyn rolniczych i leśnych. Stanowiska badawcze, szczególnie związane z badaniami na etapie projektowania, jak również badań prototypów, są często wykorzystywane w pracach producentów maszyn i urządzeń innych branż.

## 6. Podsumowanie

Na zakończenie należy jeszcze raz podkreślić, że specyfika prowadzenia w nowoczesny sposób prac naukowych wymaga solidnego merytorycznego przygotowania kadry naukowej jak i obsługi technicznej poszczególnych laboratoriów, wymaga systematycznego zakupu nowych składników aparatury badawczej oraz doskonalenia metodyk badawczych. 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.

Innym 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 Programu Ramowego. 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.

Rola badań jest trudna do przecenienia na wszystkich etapach projektu. Badania te muszą być prowadzone w sposób merytoryczny, a dzięki wiedzy, umiejętnościom i doświadczeniu kadry oraz nowoczesnej aparaturze badawczej mogą być realizowane efektywnie i w sposób możliwie kompleksowy.

Problemem zasadniczym są koszty prowadzenia prac badawczych, które powinny zapewniać odpowiednie wynagrodzenia 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.

Badania nie powinny ograniczać się tylko do prac związanych z certyfikacją nowych narzędzi, maszyn i pojazdów, ale powinny być szeroko prowadzone w zakresie funkcjonalności, bezpieczeństwa pracy, niezawodności i trwałości produkowanych wyrobów.

Należy pomyśleć o uszczelnieniu systemu kontroli bezpieczeństwa pracy i objąć nim w sposób efektywny znajdujące się na rynku narzędzia, maszyny rolnicze i leśne, których stan techniczny może zagrażać zdrowiu i bezpieczeństwu ludzi.

## 7. Literatura

- [1] Mielec. i in.: Energooszczędny proces zagęszczania słomy do spalania w kotłowniach małej mocy, proj. bad. 4T07C 021 27, PIMR, 2006.
- [2] Pawłowski T. i in.: Sadzarka automatyczna do ziemniaków w uprawie zagonowej. Zad. I.3 Analiza kinematyczna układu jezdnego sadzarki w wersji półzawieszanej, proj. cel. ROW-II-075/2005, PIMR, 2006.
- [3] Pawłowski T., i in.: Wał uprawowy z zawieszeniem przednim i tylnym ciągnika, Zad. II.3 Badania eksperymentalne niekomercyjnych prototypów wałów w aspekcie obciążeń eksploatacyjnych, proj. cel. ROW-II-075/2005, PIMR, 2006.
- [4] Rutkowski J. i in.: Wał uprawowy z zawieszeniem przednim i tylnym ciągnika. Zad. I.1 Wariantowa analiza różnych konfiguracji konstrukcyjnych wałów w aspekcie funkcjonalnym (graficzna wizualizacja i animacja składania oraz doboru głównych parametrów konstrukcyjnych z zastosowaniem systemów komputerowych, proj. celowy ROW-II-090-2006, PIMR, 2006.
- [5] Rutkowski J. i in.: Wał uprawowy z zawieszeniem przednim i tylnym ciągnika. Zad. I.2 Opracowanie wirtualnego modelu bryłowego 3D konstrukcji wałów z zastosowaniem systemu komputerowego umożliwiającego stosowanie technik „virtual prototyping”. Badania symulacyjne w aspekcie zachowań kinematycznych i dynamicznych w celu wyznaczenia funkcji obciążeń i wartości wymuszeń w aspekcie zastosowania ich do modeli obliczeniowych MES, proj. celowy ROW-II-090-2006, PIMR, 2006.
- [6] Rutkowski J. i in.: Wał uprawowy z zawieszeniem przednim i tylnym ciągnika. Zad. I.3 Opracowanie modelu geometrycznego CAD 3D, dyskretyzacja i utworzenie modelu obliczeniowego z wykorzystaniem biblioteki elementów skończonych systemu komputerowego, implementacja obciążeń do modelu MES oraz wielowariantowe badania wytrzymałości w symulowanych warunkach eksploatacyjnych, proj. celowy ROW-II-090-2006, PIMR, 2006.
- [7] Szczepaniak J., Maciaszek H., Rogacki R.: Sadzarka automatyczna do ziemniaków w uprawie zagonowej. Zad. I.1 Założenia funkcjonalne konstrukcji do sadzenia ziemniaków w uprawie zagonowej, proj. celowy ROW-II-075/2005, PIMR, 2006.

## ROLE OF RESEARCH IN CONSTRUCTION AND EXPLOITATION DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY

### Summary

*The article discusses role and place of research in the process of development of modern agricultural machines in the realities of Polish agricultural machines industry. Determined are in the article the division and characteristics of the research types. Presented are also the examples of carrying out of industrial researches and development works in the Industrial Institute of Agricultural Engineering in Poznan. Emphasized is as well the role of cooperation of agricultural machines producers with scientific and research units for achievement of better quality and modernity degree of the machines produced in Poland.*