



**BROSZURA INFORMACYJNA Z PRZEBIEGU REALIZACJI
PROJEKTU:**

**„Rodzina opryskiwaczy polowych z pomocniczym strumieniem
powietrza”**



**Projekt „Rodzina opryskiwaczy polowych z pomocniczym strumieniem
powietrza”**

w ramach konkursu „Ścieżka dla Mazowsza”

Numer umowy o dofinansowanie: MAZOWSZE/0002/19-00



SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1. Widok przykładowego stanowiska badawczego.....	6
Rys. 2. Widok przykładowego stanowiska badawczego w trakcie badań i przykładowe wyniki pomiarów.	6
Rys. 3. Przykładowe rozwiązania i badania stanowiska badawczego w zakresie rozkładu poprzecznego cieczy i rozkładu prędkości strumienia powietrza oraz badania symulacyjnych wariantów wymuszeń wychyleń (drgań) belki opryskiwacza.....	7
Rys. 4. Przykładowe rozwiązania i badania stanowiska badawczego w zakresie poziomu znoszenia cieczy	9
Rys. 5. Przykładowe rozwiązania i badania stanowiska badawczego w zakresie stabilizacji belki polowej	10
Rys. 6. Przykładowe rozwiązania i badania stanowiska badawczego w zakresie stabilizacji belki polowej w etapie III.....	13
Rys. 7. Przykładowe rozwiązania i badania prototypu opryskiwacza w zakresie poziomu znoszenia cieczy w etapie III	14
Rys. 8. Przykładowe rozwiązania i badania prototypu opryskiwacza w zakresie penetracji łąnu w etapie III.....	15
Rys. 9. Przykładowe rozwiązania i badania własne stanowisk badawczych, prototypów opryskiwacza i rozwiązań poszczególnych podzespołów	18
Rys. 10. Współczynniki pokrycia dla każdej z powierzchni pomiarowych i każdej prędkości dla rzepaku	21
Rys. 11. Współczynniki pokrycia dla każdej z powierzchni pomiarowych i wszystkich prędkości dla rzepaku	21
Rys. 12. Badania prototypów opryskiwaczy etap IV	23
Rys. 13. Przykładowe badania własne prototypów opryskiwaczy	24
Rys. 14. Wizualizacja komputerowa prototypu opryskiwacza.....	26
Rys. 15. Wersja końcowego prototypu opryskiwacza gotowego do wdrożenia.	27
Rys. 16. Przekrój poprzeczny rury powietrznej (okrągłej) dotyczącej patentu: „Rura powietrzna układu powietrznego belki polowej opryskiwacza”	30
Rys. 17. Przekrój poprzeczny rury powietrznej (prostokątnej) dotyczącej patentu: „Rura powietrzna układu powietrznego belki polowej opryskiwacza”	30
Rys. 18. Patent: „Urządzenie do regulacji szerokości szczeliny roboczej w rękawie powietrznym opryskiwacza polowego”- rozwiązanie w odmianie z przesuwana listwą.....	30
Rys. 19. Promocja projektu: przykładowe strony tytułowe referatów prezentowanych na konferencjach naukowych	31

SPIS TABEL

Tabela 1. Wyznaczone czasy stabilizacji belki przy różnych prędkościach jazdy.....	11
Tabela 2. Wielkości naniesienia cieczy użytkowej rozpylaczami szczelinowymi na papierki wodnoczułe ustawione na wysokości 30 cm	16
Tabela 3. Zestawienie wskaźników eksploatacyjnych zabiegu ochrony roślin: wydajność punktu poboru wody 5 dm ³ /s, odległość transportowa 1 km, prędkość robocza 12 km/h.....	20
Tabela 4. Wartości współczynników pokrycia dla każdej z badanych powierzchni pomiarowych w odniesieniu do wartości współczynników pokrycia dla przejazdu kontrolnego, tj. tradycyjnej techniki oprysku dla grochu	22

Projekt „Rodzina opryskiwaczy polowych z pomocniczym strumieniem powietrza” realizowany był w firmie Niegowski Zdzisław „AGROLA” Zakład Handlowo – Produkcyjny z siedzibą w miejscowości Płatkownica 84; 07-140 Sadowne w okresie od 01.07.2020r do 30.06.2023 r. Całkowity początkowy budżet projektu wynosił 5 264 050 zł, z czego dofinansowanie wynosiło 3 787 658 zł. W wyniku realizacji projektu całkowity koszt wyniósł 5 213 154,04 zł, z czego dofinansowanie NCBiR wynosiło 3 755 930,59 zł.

Realizacja projektu była podzielona okresy:

Rodzaj prac badawczo-rozwojowych	Etapy	Okres realizacji	Czas trwania (miesiące)
BADANIA PRZEMYSŁOWE	Etap I	01.07.2020 – 31.10.2020	4
	Etap II	01.11.2020 – 31.10.2021	12
PRACE ROZWOJOWE	Etap III	01.11.2021 – 31.10.2022	12
	Etap IV	01.11.2022 – 30.06.2023	8

Ze względu na trudny okres w czasie realizacji projektu spowodowany pandemią, a następnie wojną w Ukrainie i związanymi z tym trudnościami na rynku okresy realizacji poszczególnych etapów uległy pewnej zmianie. Rzeczywiste czasy realizacji etapów przedstawia poniższa tabela.

Rodzaj prac badawczo-rozwojowych	Etapy	Okres realizacji	Czas trwania (miesiące)
BADANIA PRZEMYSŁOWE	Etap I	01.07.2020 – 31.10.2020	4
	Etap II	01.11.2020 – 31.01.2022	15
PRACE ROZWOJOWE	Etap III	01.02.2022 – 28.02.2023	13
	Etap IV	01.03.2023 – 30.06.2023	4

Problemem technologicznym wszystkich współczesnych opryskiwaczy polowych są wysokie straty (ponad 80%) i nierównomierny rozkład cieczy (środka ochrony roślin) na opryskiwanych powierzchniach oraz zbyt niska prędkość robocza. Projekt miał na celu poprawę wymienionych parametrów, szczególnie podczas niekorzystnych warunków atmosferycznych.

Za najbardziej racjonalną, ze znanych dotąd metod ochrony płaskich upraw polowych, uważa się technikę opryskiwania z zastosowaniem pomocniczego strumienia powietrza (PSP). Jest ona nie tylko najbardziej skuteczna i wydajna, spośród innych znanych metod ochrony płaskich upraw polowych, ale również najbardziej przyjazna środowisku przyrodniczemu. Przemawia za tym 90% redukcja znoszenia cieczy użytkowej w odniesieniu do standardowej techniki opryskiwania. Wszeczhronne badania techniki PSP wskazują także na możliwość obniżenia dawki środka ochrony roślin o 20–30% w stosunku do techniki tradycyjnej. Niższe są też koszty wykonywania zabiegów, pomimo wyraźnie wyższej ceny maszyny. Składają się na to nie tylko oszczędności ś.o.r., ale również niemal dwukrotnie wyższa wydajność wynikająca z możliwości wykonywania zabiegów z większymi prędkościami roboczymi (ponad 10–12 km/godz.), przy obniżonych dawkach cieczy użytkowej (do 50–100 l/ha). Lepsza jest także terminowość zabiegów, z uwagi na szersze „okno zabiegowe” dzięki możliwości ich wykonywania podczas wietrznej pogody, gdy użycie technik standardowych nie jest możliwe. Jednocześnie jest to

technika przyjazna środowisku, ponieważ nawet przy prędkości wiatru 5 m/s znoszenie jest na podobnym poziomie, jak dla zabiegów wykonywanych w warunkach optymalnych (1,5 m/s) przy użyciu techniki standardowej. Pomocniczy strumień powietrza ułatwia penetrację przez ciecz użytkową nawet w gęstych łąkach roślin i wydatnie zmniejsza znoszenie cieczy. Ponadto zmieniając wydajność strumienia powietrza można regulować zasięg cieczy użytkowej w zależności od lokalizacji zwalczanych chorób lub szkodników.

Niestety w Polsce nie ma producenta opryskiwacza z PSP, dlatego ZHP AGROLA podjął próbę zmiany tej sytuacji i wdrożenia do produkcji takiego opryskiwacza. W tym celu został opracowany projekt, który uzyskał dofinansowanie NCBiR w ramach konkursu „Ścieżka dla Mazowsza”.

Celem głównym projektu było opracowanie innowacji produktowej jaką jest nowatorski opryskiwacz polowy z pomocniczym strumieniem powietrza.

Nowością rezultatów projektu w skali polskiego rynku i rynków zagranicznych w założeniu miał być opryskiwacz, który spełni między innymi następujące główne wymagania:

- system emisji cieczy i powietrza zapewniający poprawę penetracji łąnu o 50 % w porównaniu do technik referencyjnych,
- układ regulacji wydajności i kierunku strumienia powietrza zapewniający możliwość pracy przy wietrze powyżej 4 m/s,
- układ stabilizacji belki polowej zapewniający brak wahań w ciągu 3 sekund po najechaniu na przeszkodę,
- stopień redukcji znoszenia cieczy w odniesieniu do standardowej techniki opryskiwania – nie mniej niż 75% (wg. metody JKI Braunschweig),
- układ zawieszenia kół umożliwiający prędkość roboczą na poziomie przynajmniej 12 km/h.

Od początku projektu ZHP AGROLA współpracował przy realizacji projektu z Wydziałem Nauk Technicznych Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, który od wielu lat zajmuje się problemami i badaniami dotyczącymi ochrony chemicznej w rolnictwie. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie wspomagał przy wyborze kierunków i rozwiązań, jakie należy podjąć i zastosować podczas kolejnych etapów projektu i ewolucji rozwiązań począwszy od stanowisk badawczych do końcowej wersji opryskiwacza.

Projekt był podzielony na etapy, a każdy etap projektu miał przewidziane określone prace do wykonania oraz efekty końcowe, który należało osiągnąć podczas prac nad danym etapem (tzw. kamienie milowe).

W etapie I, w ramach badań przemysłowych, wykonane zostało stanowisko badawcze (Rys. 1) do przeprowadzania badań laboratoryjnych układu emisji cieczy i powietrza.

Przeprowadzone zostały badania dystrybucji strumienia powietrza przy użyciu anemometrów oraz poziomego rozkładu cieczy z użyciem stołu rozdzielczego oraz badanie stworzonych algorytmów sterowania emisją cieczy i powietrza w środowisku laboratoryjnym przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (Rys. 2).

Kamienie milowe etapu I:

Założeniem w I etapie projektu było ustalenie parametrów strumienia powietrza i przestrzennej konfiguracji kurtyny powietrznej, a parametrami były:

a/ prędkość strumienia powietrza - nie mniej niż 20 m/s (w odległości 0,1 m od gardzieli wylotowej),

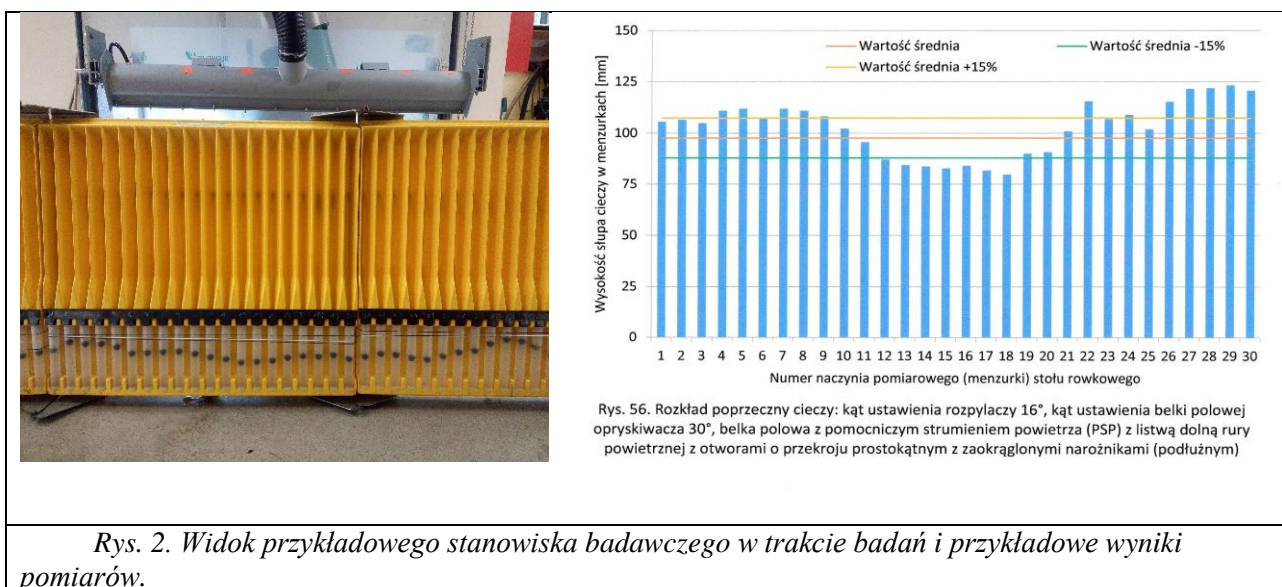
b/ wydajność powietrza – nie mniej niż 20 tys. m³/godz.

c/ regulacja kierunku wypływu powietrza - nie mniej niż 30° do przodu i 20° ku tyłowi (do pionowej płaszczyzny rozpylania cieczy).

Przeprowadzone badania własne oraz przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie badania laboratoryjne (Rys. 2), symulacyjne a także badania stworzonych algorytmów sterowania emisją strumienia cieczy i strumienia powietrza potwierdziły, że zakładane parametry strumienia cieczy i przestrzennej konfiguracji kurtyny powietrznej, tj. prędkości strumienia powietrza wynoszącej 20 m/s w odległości 0,1 m od gardzieli wylotowej, wydajności powietrza wynoszącej nie mniej niż 20 000 m³/h oraz regulacji kierunku wypływu powietrza: nie mniej niż 30° w kierunku do przodu i 20° w kierunku do tyłu (w odniesieniu do pionowej płaszczyzny rozpylania cieczy), zostały osiągnięte.



Rys. 1. Widok przykładowego stanowiska badawczego.



Rys. 2. Widok przykładowego stanowiska badawczego w trakcie badań i przykładowe wyniki pomiarów.

W etapie II, w ramach badań przemysłowych, celem było zbudowanie systemu precyzyjnego i równomiernego rozkładu cieczy użytkowej w warunkach polowych, charakteryzującego się założonymi w projekcie parametrami roboczymi oraz ocena stabilizacji belki polowej, stabilności ruchu i toru jazdy podczas symulowanych zabiegów, przy użyciu mobilnego stanowiska badawczego.



Rys. 3. Przykładowe rozwiązania i badania stanowiska badawczego w zakresie rozkładu poprzecznego cieczy i rozkładu prędkości strumienia powietrza oraz badania symulacyjnych wariantów wymuszeń wychyleń (drgań) belki opryskiwacza.

W celu osiągnięcia zamierzonych celów, zdobycia nowej wiedzy dotyczącej m.in. wyboru najbardziej odpowiednich podzespołów i zespołów roboczych, ich parametrów roboczych i konfiguracji przestrzennej, prowadzone były badania dotyczące rozwiązań technicznych zastosowanych w stanowiskach badawczych. W analizie problemów występujących w realizacji

projektu ZHP AGROLA wykorzystał wiedzę, doświadczenie i badania prowadzone przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie. Badania dotyczyły zarówno układu nośnego i jezdnego oraz układu cieczowego i powietrznego. Oprócz badań prowadzonych w ZHP AGROLA, badania przeprowadził też Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.

W pierwszej części etapu II przeprowadzone zostały badania symulacyjnych wariantów wymuszeń wychyleń (drgań) belki opryskiwacza w aspekcie poszukiwania pożądanego – optymalnego systemu tłumienia drgań oraz badania laboratoryjne obejmujące zagadnienia rozkładu poprzecznego cieczy oraz rozkładu prędkości strumienia powietrza (Rys. 3).

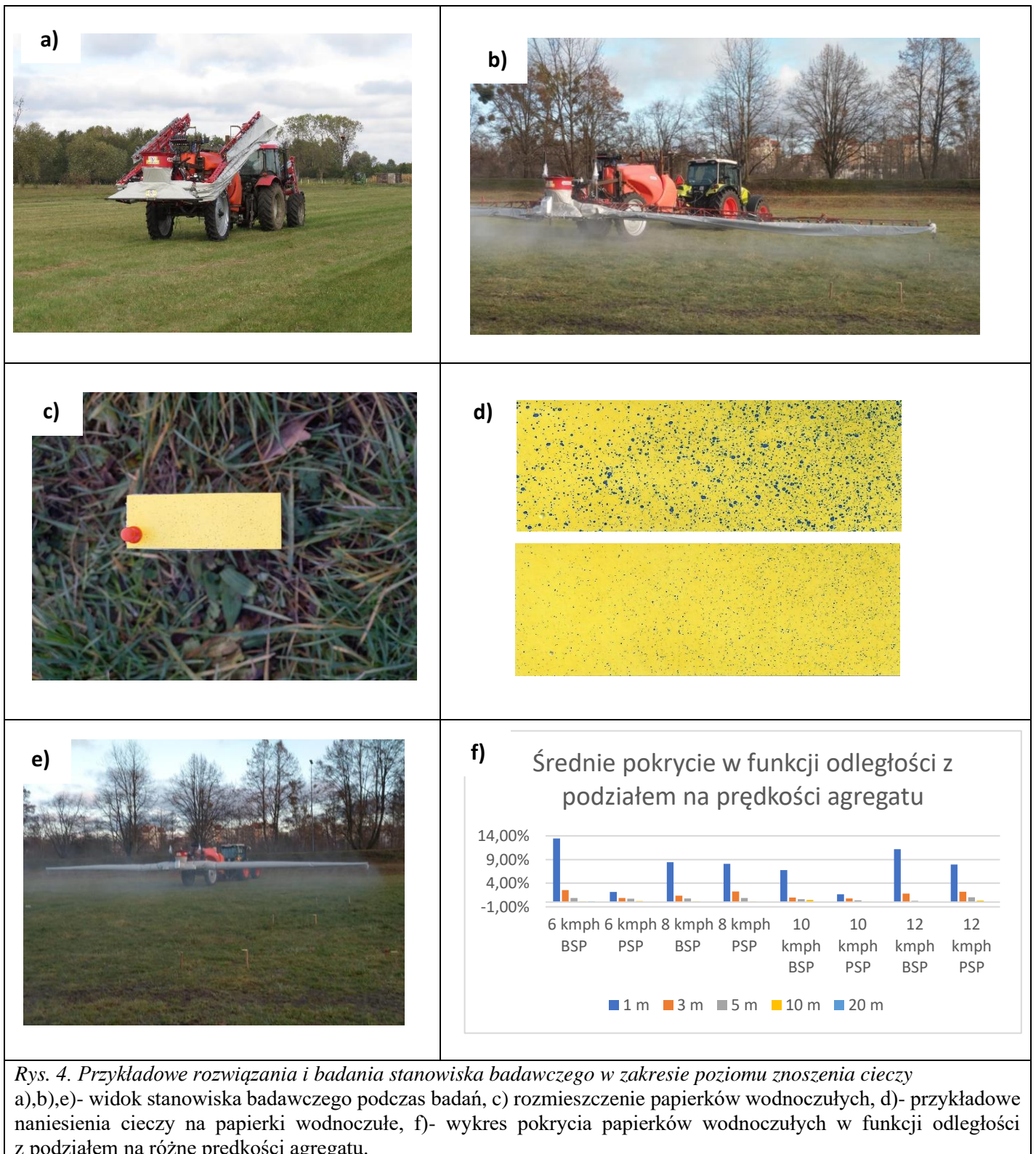
Badania wykazały, że wartości prędkości strumienia powietrza wynoszą średnio około 20 m/s dla pierwszej prędkości wentylatora i około 25 m/s dla drugiej, wyższej prędkości wentylatora (możliwe jest uzyskanie jeszcze wyższej prędkości wentylatora podczas pracy).

Badania dotyczące rozkładu poprzecznego cieczy wykazały, że przebieg zmian rozkładu poprzecznego cieczy jest powtarzalny dla lewej i prawej strony belki opryskiwacza i jest korzystniejszy dla rozkładów poprzecznych cieczy uzyskanych w wariantach z pomocniczym strumieniem powietrza (PSP), niezależnie od ustawienia prędkości obrotowej wentylatora.

Badania w dalszej części etapu II były głównie ukierunkowane na: Badanie poziomu znoszenia cieczy przez prototyp belki polowej opryskiwacza z PSP oraz Badania stabilności układu stabilizacji prototypu belki polowej opryskiwacza z PSP.

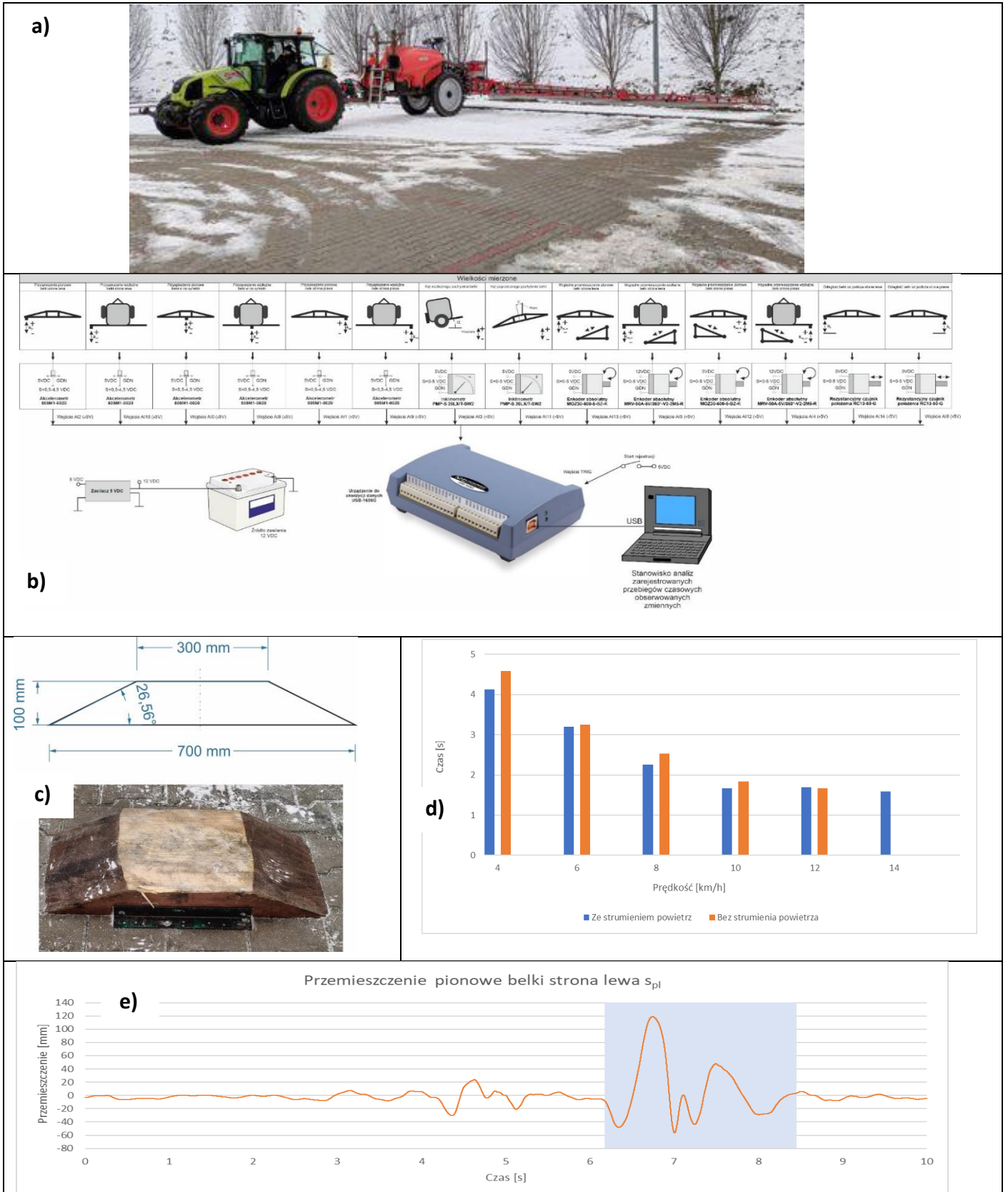
Badania polowe poziomu znoszenia cieczy zostały wykonane zgodnie z opracowaną metodyką. Belka polowa prototypu opryskiwacza umieszczona była na wysokości 0,5 metra od powierzchni gleby, a pomiary znoszenia były wykonywane w taki sposób, by w ostatnim punkcie pomiarowym mierzone naniesienie było zerowe. Prędkość agregatu w czasie badań była równa 6, 8, 10 i 12 km/h. Do badania poziomu pokrycia wykorzystane zostały specjalne papierki wodnoczułe umieszczone w trzech liniach w odległościach 1, 3, 5, 10, 20 i 30 metrów od końca prototypu belki polowej opryskiwacza.

Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowanie pomocniczego strumienia powietrza ogranicza znoszenie dla każdej prędkości agregatu, jak i dla każdej odległości od końcówki belki polowej opryskiwacza. Przykładowe badania i przyjęte rozwiązania w czasie badań przedstawione są na (Rys. 4). Istotnym jest, że największe ograniczenie znoszenia uzyskano w miejscu największego pokrycia, tj. dla odległości 1 m od końca belki polowej. Największe ograniczenie znoszenia przekroczyło 80%, a założenie projektowe wynosiło 75%.



Rys. 4. Przykładowe rozwiązania i badania stanowiska badawczego w zakresie poziomu znoszenia cieczy
a),b),e)- widok stanowiska badawczego podczas badań, c) rozmieszczenie papierków wodnoczułych, d)- przykładowe naniesienia cieczy na papierki wodnoczułe, f)- wykres pokrycia papierków wodnoczułych w funkcji odległości z podziałem na różne prędkości agregatu.

Badania polowe w zakresie stabilizacji belki polowej były wykonane w warunkach rzeczywistych z wymuszeniem wahań belki poprzez najechanie na przeszkodę i analizą zachowania belki. W tym celu zbudowany został specjalny tor do jazdy z wymuszeniem drgań belki polowej, a stanowisko badawcze wyposażone zostało w odpowiednią aparaturę pomiarową z układem rejestracji danych (Rys. 5).



Rys. 5. Przykładowe rozwiązania i badania stanowiska badawczego w zakresie stabilizacji belki polowej
 a)- Widok agregatu ciągnikowego użytego w czasie badań, b)- układ rejestracji danych c) Widok przeszkody i jej wymiary geometryczne, d)- czasy stabilizacji prototypowej belki polowej przy różnych prędkościach jazdy, e)- przykładowy przebieg czasowy przemieszczenia pionowego belki strona lewa – prędkość 8 km/h – ze strumieniem powietrza - (czas stabilizacji belki 2,258s) .

Prędkość jazdy była różna i wynosiła: 4 km/h, 6 km/h, 8 km/h, 10 km/h, 12 km/h i 14 km/h. Przejazdy wykonano z uruchomionym i nieuruchomionym strumieniem powietrza. Średnie czasy stabilizacji podczas badań przedstawia Tabela 1.

W czasie badań obserwacji poddano następujące parametry:

- przyspieszenie pionowe belki po stronie lewej,
- przyspieszenie pionowe belki po stronie prawej,
- przyspieszenie wzdłużne belki po stronie lewej,
- przyspieszenie wzdłużne belki po stronie prawej,
- przyspieszenie wzdłużne belki w osi symetrii,
- przyspieszenie pionowe belki w osi symetrii,
- kąt wzdłużnego pochylenia belki,
- kąt poprzecznego pochylenia belki,
- przemieszczenie wzdłużne belki strona lewa,
- przemieszczenie wzdłużne belki strona prawa,
- przemieszczenie pionowe belki strona lewa,
- przemieszczenie pionowe belki strona prawa,
- odległość belki od podłoża strona lewa,
- odległość belki od podłoża strona prawa,
- kąt poprzecznego pochylenia belki względem podłoża.

Tabela 1. Wyznaczone czasy stabilizacji belki przy różnych prędkościach jazdy

Czas stabilizacji belki [s]		Prędkość [km/h]	Średni czas stabilizacji belki [s]	
Ze strumieniem powietrza	Bez strumienia powietrza		Ze strumieniem powietrz	Bez strumienia powietrza
4,140	4,536	4	4,122	4,581
4,097	4,471			
4,130	4,736			
3,153	3,134	6	3,194	3,249
3,221	3,047			
3,208	3,565			
2,258	2,622	8	2,263	2,529
2,265	2,522			
2,266	2,442			
1,637	1,810	10	1,662	1,837
1,677	1,819			
1,671	1,881			
1,665	1,706	12	1,695	1,666
1,676	1,683			
1,745	1,609			
1,916	-	14	1,592	-
1,474	-			
1,387	-			

Badania prowadzone przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie wykazały, że czas stabilizacji belki po najechaniu na przeszkodę w stanowisku badawczym był znacznie krótszy od założeń projektowych.

Kamień milowy etapu II:

Założeniem w II etapie projektu było przeprowadzenie badań stanowiskowych układów kinematycznych systemu stabilizacji belki polowej oraz badanie stopnia redukcji znoszenia, a parametrami były:

1. Ustalona geometria układu stabilizacji belki polowej w płaszczyźnie pionowej i poziomej

Parametr:

a/ prędkość robocza - nie mniej niż 12 km/godz.,

b/ dawka cieczy roboczej w płaskich uprawach polowych (np. zboża) – nie więcej niż 150 l/ha,

c/ stopień redukcji znoszenia cieczy w odniesieniu do standardowej techniki opryskiwania – nie mniej niż 75% (wg. metody JKI Braunschweig),

2. Przestrzenna konfiguracja kurtyny powietrznej oraz stabilizacji belki polowej opryskiwacza

a/ belka polowa o szerokości roboczej nie mniej niż 21 m,

b/ belka wyposażona w napędzany hydraulicznie wentylator o wydajność powietrza nie mniej niż 20 tys. m³/godz.,

c/ brak wahań belki po 3 s od najazdu na przeszkodę.

II etap zakończył Badania Przemysłowe, założenia projektu zostały osiągnięte. Wyniki badań zostały wykorzystane przy budowie stanowisk badawczych i prototypów opryskiwacza w następnym etapie projektu czyli Pracach Rozwojowych.

W etapie III, w ramach prac rozwojowych, celem było wykonanie stanowisk badawczych i prototypów do prowadzenia dalszych badań spełniających określone kryteria, założone w projekcie. Przez cały okres sukcesywnie wykonywana była odpowiednia dokumentacja projektowa i techniczna.

W trzecim etapie realizacji projektu (pierwszy etap prac rozwojowych) wykorzystane zostały doświadczenia, prowadzone badania własne, badania wykonywane przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski podczas realizacji pierwszych dwóch etapów projektu – Badań Przemysłowych.

Sukcesywnie prowadzone były działania mające na celu projektowanie, wykonanie i testowanie najlepszych rozwiązań konstrukcyjnych systemu emisji cieczy i powietrza, projektowanie i wykonanie zabezpieczeń mechanicznych i hydraulicznych układu podnoszenia i składania belki polowej, projektowanie, wykonanie i testowanie najlepszych rozwiązań układu podnoszenia belki polowej i jej układu stabilizacji.

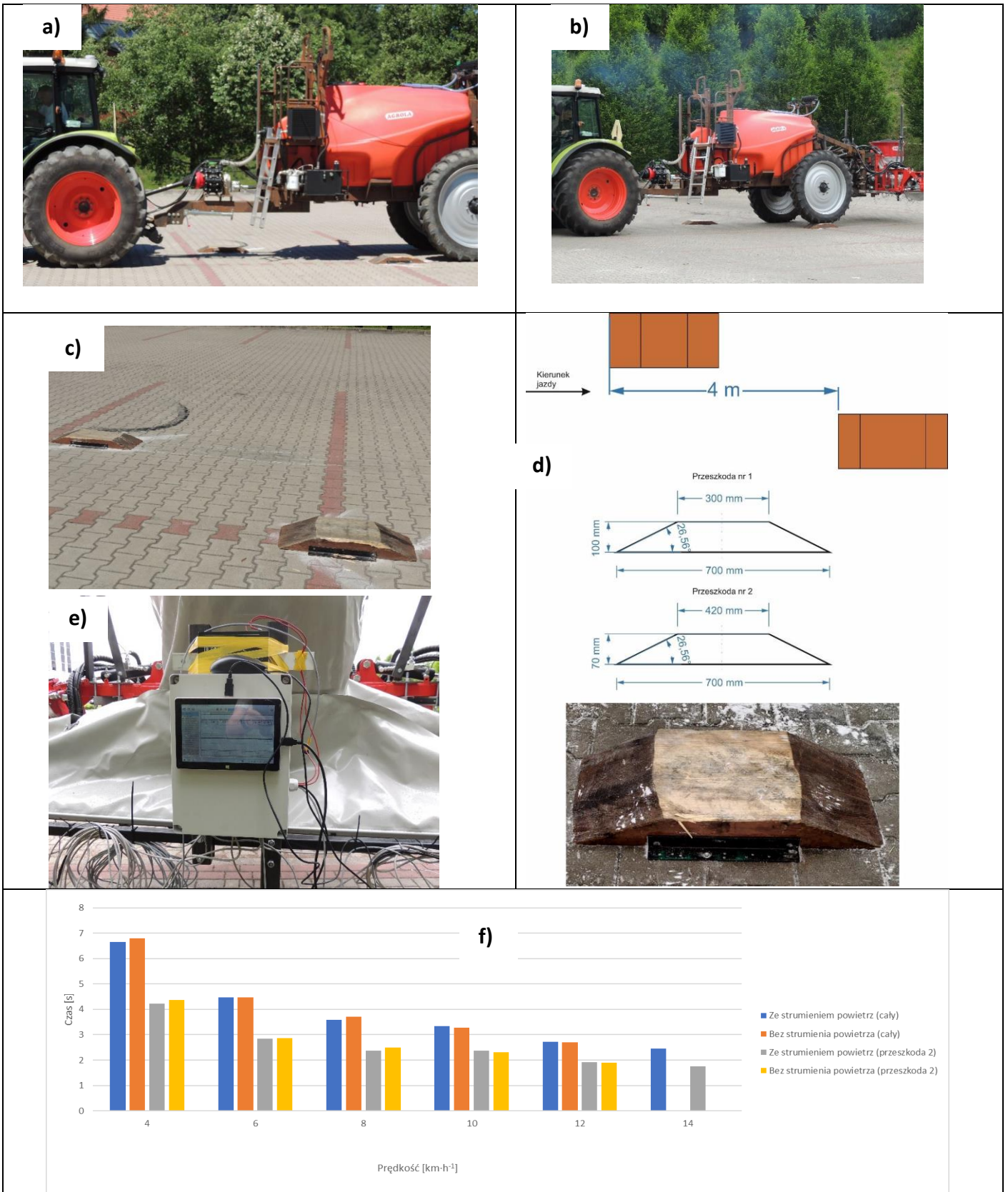
Prowadzone były działania i badania własne dotyczące opracowania systemu sterowania układem emisji cieczy i układem regulacji położenia kurtyny powietrznej. W zakresie dotyczącym przestrzennej konfiguracji kurtyny powietrznej wykonany został układ do regulacji kierunku wpływu powietrza z rękawa belki polowej – możliwość wychylenia kurtyny powietrznej do przodu i do tyłu.

W następnej kolejności badania prowadził UWM w Olsztynie. W pierwszej fazie badań analizie została poddana stabilność belki polowej w rozbudowanej wersji w stosunku do poprzedniego etapu. Badania prowadzone były na specjalnie przygotowanym torze z przeszkodami (Rys. 6). W czasie badania można było wyróżnić trzy fazy ruchu:

Faza I – rozpędzanie agregatu do określonej prędkości z przyjętego zakresu od 4 km/h do 14 km/h,

Faza II – pokonanie przeszkód (przejazd ze stałą prędkością wynikającą z przyjętego zakresu od 4 km/h do 14 km/h),

Faza III – zatrzymanie.



Rys. 6. Przykładowe rozwiązania i badania stanowiska badawczego w zakresie stabilizacji belki polowej w etapie III
a), b)- agregat ciągnikowy z prototypem opryskiwacza w czasie badań, c)- przykładowe rozmieszczenia przeszkód,
d)- widok przeszkody i jej wymiary geometryczne, e)- przykładowy wykres: Wyznaczone czasy stabilizacji belki przy
różnych prędkościach jazdy (rozstaw przeszkód 2 m).

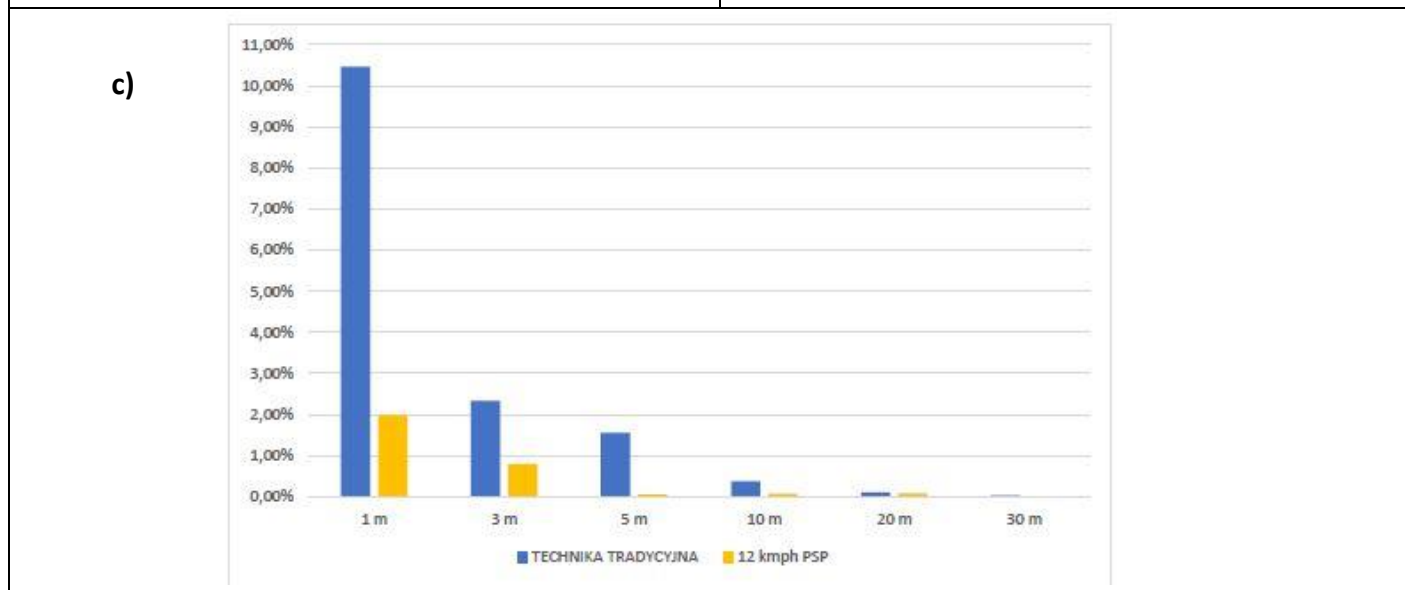
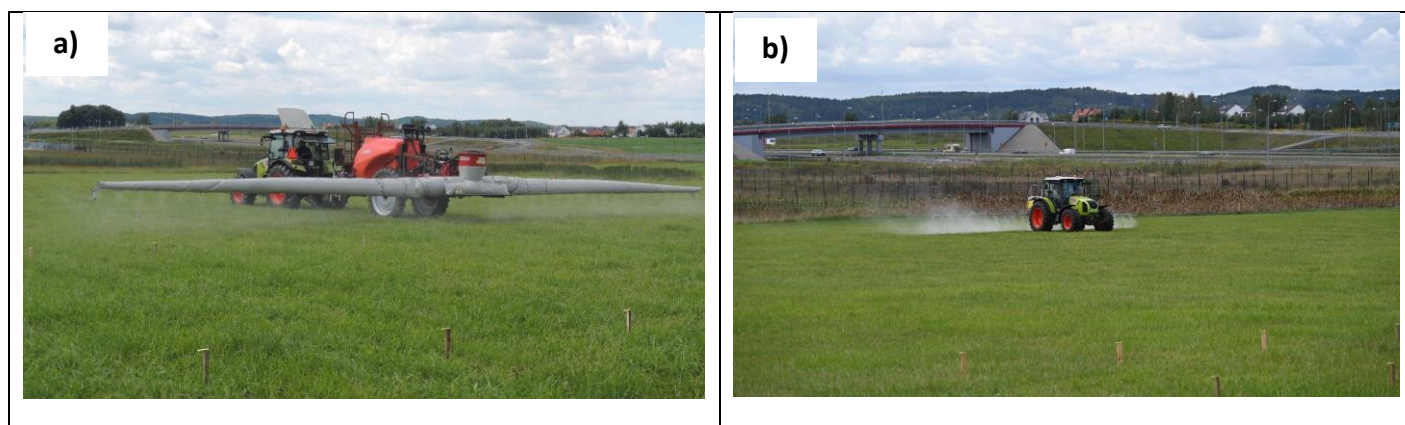
W fazie drugiej zarówno ciągnik jak i opryskiwacz najjeżdżał najpierw lewym, a potem prawym kołem na drewniane przeszkody o trapezowym kształcie, które zamontowano w odległości 4 m od siebie oraz 2 m od siebie.

W czasie badań obserwacji poddano podobne parametry jak w etapie II.

Na podstawie analiz wyników badań i obserwacji kolejnej wersji stanowiska badawczego, tj. mobilnego prototypu belki polowej opryskiwacza z pomocniczym strumieniem powietrza (PSP) stwierdzono:

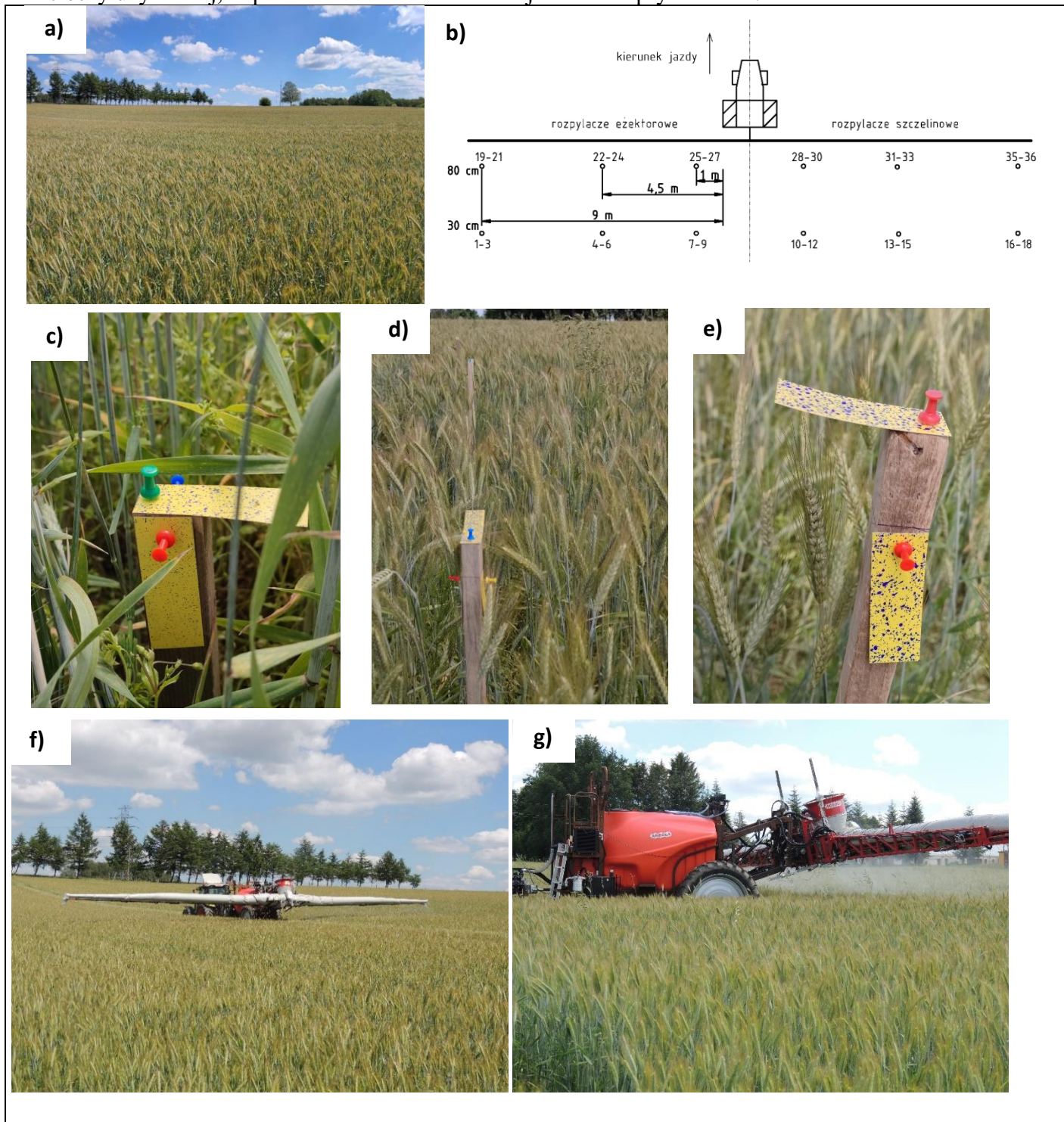
- uzyskany czas stabilizacji belki polowej, dla rozstawu przeszkód 2 m, nie przekracza wartości 3 sekund dla prędkości od 6 km/h,
- wyniki badań wskazują, że istnieje możliwość pracy i ustabilizowania położenia belki polowej, w czasie nie przekraczającym 3 sekund, mobilnego prototypu belki polowej opryskiwacza z pomocniczym strumieniem powietrza (PSP) przy prędkości powyżej 12 km/h.

Badania w dalszej części etapu III były głównie ukierunkowane na: Badanie poziomu znoszenia cieczy przez prototyp opryskiwacza z PSP oraz Badania w zakresie penetracji łąnu roślin, czyli równomierności naniesienia cieczy w całej objętości upraw przestrzennych przez prototyp opryskiwacza z PSP.



Rys. 7. Przykładowe rozwiązania i badania prototypu opryskiwacza w zakresie poziomu znoszenia cieczy w etapie III a), b)- agregat ciągnikowy z prototypem opryskiwacza w czasie badań poziomu znoszenia, c)- wielkości znoszenia cieczy użytkowej uzyskane dla tradycyjnej techniki oprysku i podczas pracy opryskiwacza z pomocniczym strumieniem powietrza przy prędkości agregatu 12 km/h.

Badania w zakresie redukcji stopnia znoszenia dla techniki oprysku z PSP kolejnej wersji prototypu opryskiwacza w odniesieniu do standardowej techniki opryskiwania przeprowadzono podobnie jak w etapie II (Rys. 7). W badaniach kolejnej wersji mobilnego prototypu belki połowej opryskiwacza z pomocniczym strumieniem powietrza uzyskano ponad 75% redukcję znoszenia cieczy użytkowej, w porównaniu do standardowej techniki opryskiwania.



Rys. 8. Przykładowe rozwiązania i badania prototypu opryskiwacza w zakresie penetracji łanu w etapie III a)- widok łanu pszenicy do badań b)- schemat poglądowy prowadzonych badań, c)- papierki wodnoczułe w łanie na wysokości 30 cm, d), e)- papierki wodnoczułe w łanie na wysokości 80 cm, f), g)- agregat ciągnikowy z prototypem opryskiwacza w czasie badań penetracji łanu.

Badania określające stopień penetracji łąnu podczas pracy, mobilnego prototypu belki polowej opryskiwacza z pomocniczym strumieniem powietrza przeprowadzono w łąnie pszenżyta. Celem było sprawdzenie, czy i w jakim stopniu, dodatkowy strumień powietrza podczas wykonywania zabiegów ochrony roślin (oprysków) mobilnym prototypem belki polowej opryskiwacza z pomocniczym strumieniem powietrza, poprawia penetrację łąnu roślin.

Przed przejazdem mobilnym prototypem opryskiwacza w łąnie pszenżyta rozmieszczono w dwóch rzędach słupki służące do umieszczania na nich papierków wodnoczułych. W pierwszym rzędzie słupki miały wysokość 30 cm, w drugim zaś 80 cm. Na każdym słupku umieszczano po 3 papierki wodnoczułe, których zadaniem było „wychwytywanie” kropelek cieczy (wody) rozpylanej przez mobilny prototyp opryskiwacza. Papierek wodnoczuły umieszczony w płaszczyźnie poziomej miał za zadanie „wychwytywać” i rejestrować ślady kropli spadających od góry, zaś papierki umieszczone w płaszczyźnie pionowej miały za zadanie „wychwytywać” i rejestrować ślady kropli przemieszczających się od strony najazdowej i od strony odjazdowej.

W każdym przejeździe mobilnym prototypem na belce polowej opryskiwacza były zamontowane rozpylacze eżektorowe (z lewej strony belki) oraz rozpylacze szczelinowe (z prawej strony belki). Zastosowano trzy prędkości robocze agregatu, tj. 8, 10 oraz 12 km/h.

Badania były realizowane etapowo w różnych konfiguracjach: pomocniczy strumień powietrza był wyłączony, pomocniczy strumień powietrza był włączony w wersji strumienia powietrza skierowanego prostopadle do powierzchni łąnu oraz w wersjach, w których strumień powietrza był odchylony w kierunku pracy agregatu lub przeciwnie do kierunku pracy agregatu.

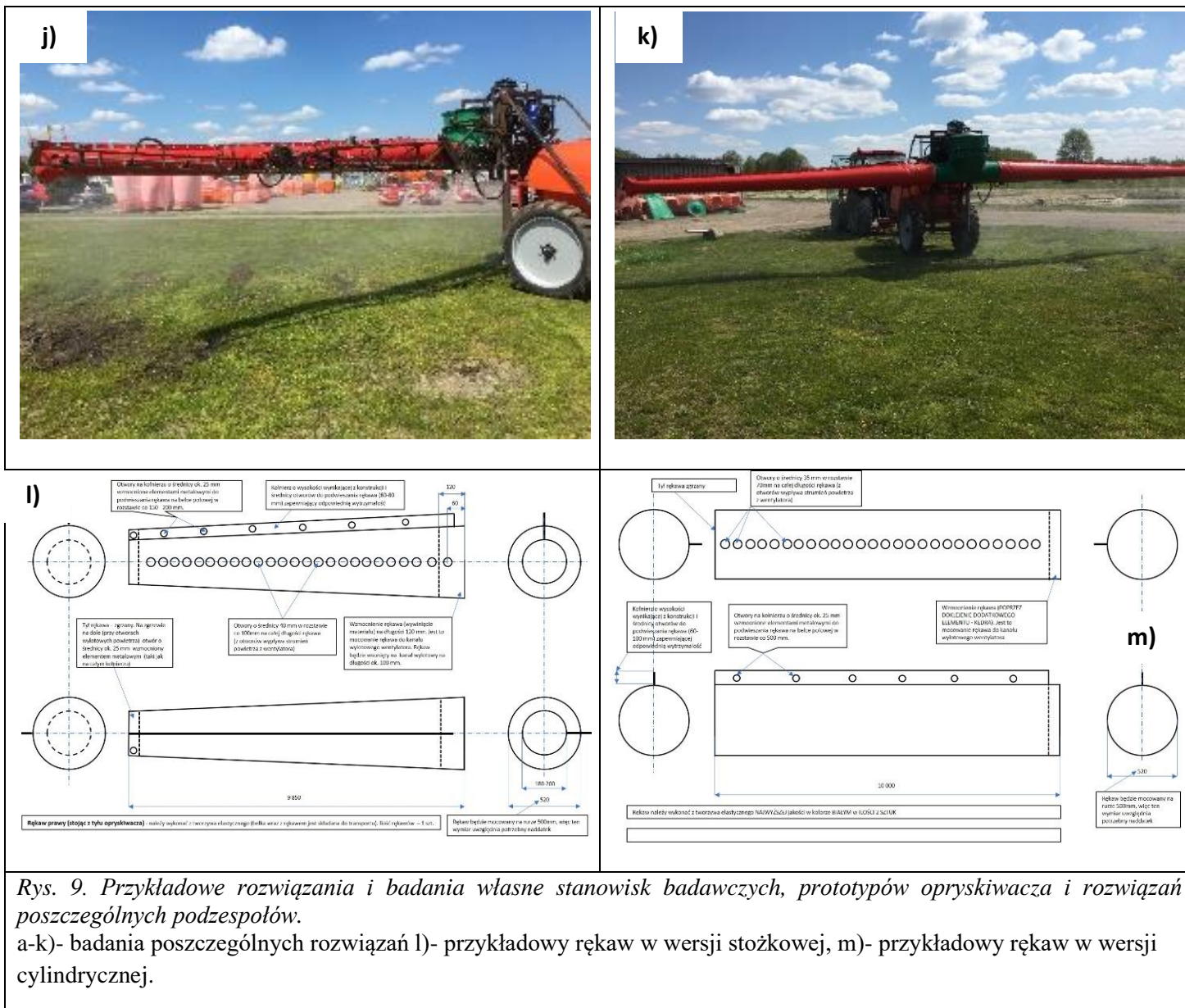
Przeprowadzone badania wykazały wzrost penetracji łąnu o ponad 50% w stosunku do wyników penetracji łąnu uzyskanych podczas wykonywania zabiegów opryskiwania roślin opryskiwaczami bez pomocniczego strumienia powietrza, tj. zabiegów wykonywanych z tzw. standardową techniką opryskiwania roślin.

Tabela 2. Wielkości naniesienia cieczy użytkowej rozpylaczami szczelinowymi na papierki wodnoczułe ustawione na wysokości 30 cm

LP	Wyszczególnienie	Wartości naniesienia cieczy użytkowej/Procentowy wzrost (spadek) wielkości naniesienia		
		Płaszczyzna pionowa, od strony najazdowej	Płaszczyzna pozioma, od góry	Płaszczyzna pionowa, od strony odjazdowej
1	Wariant I, strumień powietrza wyłączony	0,016	0,229	0,012
2	Wariant II, strumień powietrza włączony i ustawiony prostopadle do powierzchni łąnu	0,019 +18,6%	0,213 -7%	0,027 +125%
3	Wariant III, strumień powietrza włączony i odchylony 15o (w kierunku pracy agregatu)	0,026 +62,5%	0,197 +14%	0,017 +41,7%
4	Wariant IV, strumień powietrza włączony i odchylony 15o (przeciwnie do kierunku pracy agregatu)	0,048 +200%	0,190 -17%	0,014 +16,7%
Średnio		+93,7%	-12,7%	+61,1%

Oprócz badań wykonywanych przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie badania były prowadzone w sposób ciągły w ZHP AGROLA. Przykładowe badania nad poszczególnymi rozwiązaniami oraz zmiany w konstrukcjach podzespołów przedstawione są na (Rys. 9).





Kamień milowy etapu III:

1. Stopień redukcji znoszenia cieczy w odniesieniu do standardowej techniki opryskiwania

Parametr:

- zmniejszenie znoszenia o przynajmniej 75% w odniesieniu do istniejących technik opryskiwania
- zgodnie z metodyką JKI stopień redukcji znoszenia cieczy w odniesieniu do standardowej techniki opryskiwania.

2. Penetracja łanu roślin - właściwość równomiernego naniesienia cieczy w całej objętości upraw przestrzennych

Parametr:

- poprawa penetracji łanu o przynajmniej 50% w odniesieniu do standardowej techniki opryskiwania.

3. Stanowisko badawcze dla opryskiwacza z pomocniczym strumieniem powietrza (PSP) nabudowany na ramie wyposażony w belkę polową, wentylator i rękaw powietrzny

Parametr:

- a/ belka polowa o szerokości roboczej nie mniejszej niż 21 m,

b/ wentylator osiowy napędzany hydraulicznie wydajność powietrza – nie mniej niż 20 tys. m³/godz.,

c/ rękaw powietrzny wykonany z elastycznego tworzywa sztucznego.

4. Opryskiwacz wyposażony w belkę polową o szerokości roboczej nie mniejszej niż 21 m, napędzany hydraulicznie wentylator osiowy i elastyczne rękawy z tworzywa sztucznego do rozprowadzania powietrza.

Parametr:

a/ rozpylacze płaskostrumieniowe standardowe (110-03),

b/ ciśnienie cieczy - nie mniej niż 3,0 bar,

c/ liczba sekcji – nie mniej niż 4.

Badania prowadzone w III etapie potwierdziły osiągnięcie kamieni milowych dla tego etapu. Prototypy opryskiwaczy podlegały ciągłym badaniom i modyfikacjom, wprowadzane były ulepszenia i zmiany w konstrukcjach, w celu zbudowania w etapie końcowym, prototypów demonstrujących ostateczną formę technologii opryskiwacza, który będzie mógł być wdrożony do produkcji i użytkowania w rolnictwie. Badania prototypów były różnorodne i prowadzone w siedzibie firmy, na polach, Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie.

Etap IV polegał na wykonaniu wszechstronnej, wielokryterialnej oceny jakości pracy prototypów opryskiwaczy. Badania prowadzone w ZHP AGROLA oraz w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie ukierunkowane były głównie na weryfikację zakładanych wymagań funkcjonalnych i wyznaczenie podstawowych wskaźników eksploatacyjnych (przykłady badań przedstawione są na Rys. 12, Rys. 13). W efekcie powstała wersja finalna, spełniająca założenia projektu, gotowa do wdrożenia do produkcji i skierowania do potencjalnych użytkowników.

Ostateczne badania prototypów opryskiwaczy przeprowadził Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, którego zadaniem było zbadanie czy prototyp demonstrujący ostateczną formę technologii uzyskuje właściwą (Rys. 12):

- prędkość robocza (co najmniej 12 km/h),
- dawkę cieczy roboczej w płaskich uprawach polowych (nie więcej niż 150 l/ha),
- wydajność roboczą (nie mniej niż 10 ha/h jeśli odległość do ujęcia wody nie przekracza 1 km),
- redukcję znoszenia (nie mniej niż 75%),
- penetrację ładu (poprawa penetracji o 50% w stosunku do technik standardowych).

W etapie IV przeprowadzona została analiza wydajności prototypu opryskiwacza z PSP.

Proces technologiczny wykonywania zabiegów ochrony roślin opryskiwaczami polowymi, w tzw. uprawach płaskich obejmuje następujące etapy:

- dostarczenie wody do miejsca wykonywania zabiegu lub napełnienie zbiornika opryskiwacza bezpośrednio w punkcie poboru wody w gospodarstwie rolnym,
- przygotowanie cieczy roboczej,
- przejazd do miejsca wykonywania zabiegu (przejazd transportowy),
- wykonanie zabiegu ochrony roślin (opryskiwanie chronionych obiektów),
- powrót do miejsca przygotowania cieczy użytkowej i napełnienia zbiornika opryskiwacza (przejazd transportowy).

Analiza wydajności przeprowadzona została przez UWM w Olsztynie dla różnych zmiennych parametrów roboczych (różna pojemność zbiornika na ciecz roboczą, różna prędkość robocza, różna odległość do źródła wody, różna wydajność źródła wody). W analizie przyjęto powierzchnię zagonu równą 50 ha o wymiarach 500×1000 m – przykładowa tabela z analizą (Tabela 3). Z danych zestawionych przez UWM w raporcie jednoznacznie wynika, że dla prędkości agregatu 12 km/h, szerokości belki polowej 21 m, wydajność robocza Wp (eksploatacyjna), wynosi znacznie powyżej 10 ha/h (nawet przekracza 15 ha/h).

Tabela 3. Zestawienie wskaźników eksploatacyjnych zabiegu ochrony roślin: wydajność punktu poboru wody 5 dm³/s, odległość transportowa 1 km, prędkość robocza 12 km/h

Parametr eksploatacyjny	Jednostka	Tabela z wynikami									
		1500	1500	2200	2200	2500	2500	3000	3000	3500	3500
Pojemność zbiornika opryskiwacza	dm ³	1500	1500	2200	2200	2500	2500	3000	3000	3500	3500
Dawka cieczy na hektar	dm ³ /ha	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Powierzchnia oprysku z pojemności nominalnej zbiornika opryskiwacza	ha	10,00	10,00	14,67	14,67	16,67	16,67	20,00	20,00	23,33	23,33
Długość przejazdu z pojemności nominalnej zbiornika opryskiwacza	m	6667	5556	8148	6984	9259	7937	11111	9524	12963	11111
Czas oprysku z pojemności nominalnej zbiornika opryskiwacza	min	33,33	27,78	40,74	34,92	46,30	39,68	55,56	47,62	64,81	55,56
Powierzchnia oprysku z pojemności rzeczywistej zbiornika opryskiwacza	ha	10,50	9,90	12,60	12,60	16,20	15,75	19,80	19,95	22,50	23,10
Długość przejazdu z pojemności rzeczywistej zbiornika opryskiwacza	m	7000	5500	7000	6000	9000	7500	11000	9500	12500	11000
Czas oprysku z pojemności rzeczywistej zbiornika opryskiwacza	min	35,00	27,50	35,00	30,00	45,00	37,50	55,00	47,50	62,50	55,00
Szerokość belki polowej opryskiwacza	m	15	18	18	21	18	21	18	21	18	21
Prędkość robocza opryskiwacza	km/h	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Odległość transportowa (do punktu ujęcia wody)	km	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Prędkość transportowa agregatu opryskującego	km/h	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Łączny czas dojazdu i powrotu do punktu napełnienia zbiornika (pow. 50 ha)	min	40,00	48,00	32,00	32,00	32,00	32,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Czas napełniania zbiornika (pojemność nominalna)	min	5,00	5,00	7,33	7,33	8,33	8,33	10,00	10,00	11,67	11,67
Czas napełnienia zbiornika (pojemność rzeczywista)	min	5,25	4,95	6,30	6,30	8,10	7,88	9,90	9,98	11,25	11,55
Łączny czas napełnień zbiornika na pow. 50 ha	min	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Łączny czas rozłożenia belki na pow. 50 ha	min	4,76	5,05	3,97	3,97	3,09	3,17	2,53	2,51	2,22	2,16
Łączny czas złożenia belki na pow. 50 ha	min	4,76	5,05	3,97	3,97	3,09	3,17	2,53	2,51	2,22	2,16
Łączny czas wykonania nawrotów na pow. 50 ha	min	15,48	12,63	12,90	10,91	13,12	11,11	13,26	11,28	13,33	11,36
Łączny czas czynności przygotowujących proces napełnienia zbiornika	min	15,00	18,00	12,00	12,00	12,00	12,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Łączny czas przygotowania cieczy użytkowej na pow. 50 ha	min	105,00	113,73	89,83	87,85	88,29	86,46	76,31	74,29	75,78	73,69
Łączny czas przejazdów roboczych wzdłuż boku zagonu	min	166,67	138,89	138,89	119,05	138,89	119,05	138,89	119,05	138,89	119,05
Łączny czas wykonywania zabiegu	min	271,67	252,62	228,72	206,90	227,18	205,51	215,20	193,34	214,67	192,74
Liczba nawrotów na powierzchni 50 ha		67	56	56	48	56	48	56	48	56	48
Wydatek objętościowy rozpylaczy Ww (zapotrzebowanie na wodę)	dm ³ /h	2700	3240	3240	3780	3240	3780	3240	3780	3240	3780
Wydajność eksploatacyjna Wp (z czasu obiegu środka roboczego)	ha/h	11,04	11,88	13,12	14,50	13,21	14,60	13,94	15,52	13,98	15,56

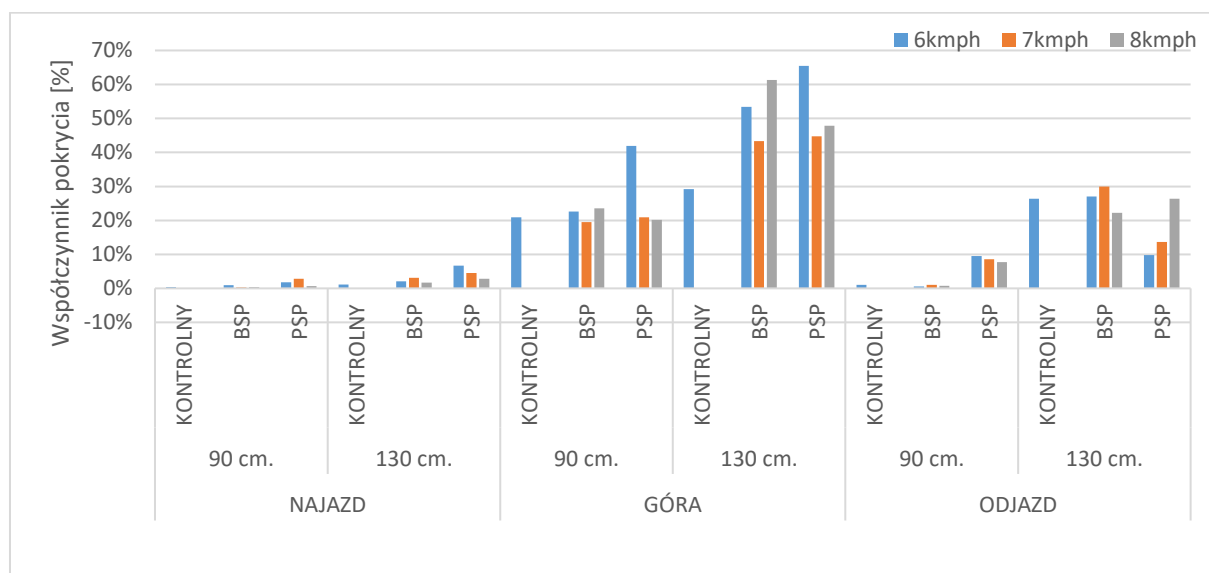
Badania polowe prototypów opryskiwacza UWM w Olsztynie przeprowadził w zbożach (pszenica), rzepaku, grochu oraz warzywach (pietruska). Przykładowe wyniki badań przedstawia (Rys. 10, Rys. 11, Tabela 4).

Przed przejazdem mobilnym prototypem opryskiwacza w łanie roślin rozmieszczono naprzemiennie, w jednym rzędzie, słupki „krótkie” i „długie”, które służyły do umieszczania na nich papierków wodnoczułych (Rys. 12).

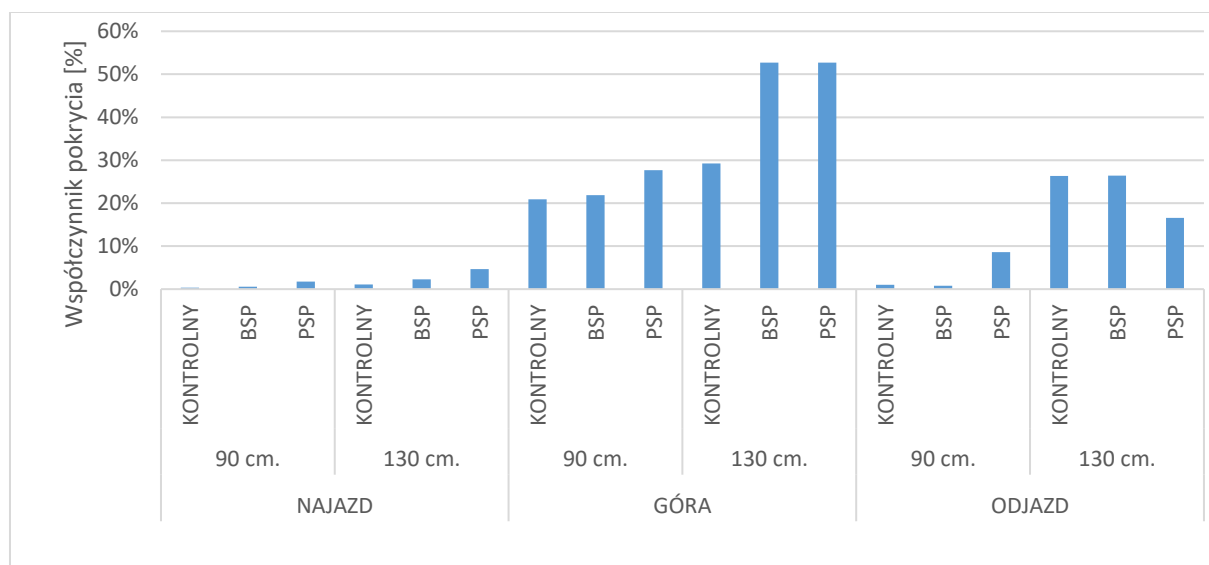
Wysokość słupków była dostosowywana do wysokości łanu danej uprawy. Wysokość słupka długiego była dostosowywana do wysokości łanu, zaś krótkiego do połowy wysokości łanu.

Na każdym słupku umieszczano po 3 papierki wodnoczułe, których zadaniem było „wychwytywanie” kropelek cieczy (wody) rozpylanej przez mobilny prototyp opryskiwacza.

Papierek wodnoczuły umieszczony w płaszczyźnie poziomej miał za zadanie „wychwytywać” i rejestrować ślady kropli spadających od góry, zaś papierki umieszczone w płaszczyźnie pionowej miały za zadanie „wychwytywać” i rejestrować ślady kropli przemieszczających się od strony najazdowej i od strony odjazdowej.



Rys. 10. Współczynniki pokrycia dla każdej z powierzchni pomiarowych i każdej prędkości dla rzepaku



Rys. 11. Współczynniki pokrycia dla każdej z powierzchni pomiarowych i wszystkich prędkości dla rzepaku

Tabela 4. Wartości współczynników pokrycia dla każdej z badanych powierzchni pomiarowych w odniesieniu do wartości współczynników pokrycia dla przejazdu kontrolnego, tj. tradycyjnej techniki oprysku dla grochu

Umiejscowienie papierków wodnoczułych	Wysokość umiejscowienia papierków wodnoczułych [cm]	Rodzaj przejazdu	Prędkość robocza [km/h]		
			6	7	8
NAJAZD	25	KONTROLNY	100,00%		
		BSP	123,75%	61,92%	104,30%
		PSP	560,49%	546,16%	716,79%
	50	KONTROLNY	100,00%		
		BSP	129,01%	50,66%	83,19%
		PSP	647,93%	602,44%	647,32%
			6	7	8
GÓRA	25	KONTROLNY	100,00%		
		BSP	132,41%	115,28%	124,07%
		PSP	126,59%	119,41%	100,73%
	50	KONTROLNY	100,00%		
		BSP	123,75%	110,77%	121,83%
		PSP	132,75%	126,66%	128,57%
			6	7	8
ODJAZD	25	KONTROLNY	100,00%		
		BSP	47,82%	82,91%	106,91%
		PSP	526,18%	411,15%	480,12%
	50	KONTROLNY	100,00%		
		BSP	132,24%	255,12%	120,65%
		PSP	261,93%	249,17%	419,56%

Zasadniczym celem tej części badań było znalezienie odpowiedzi na pytanie, czy penetracja łąnu w uprawach z wykorzystaniem dodatkowego strumienia powietrza poprawia się o co najmniej 50% w odniesieniu do standardowej techniki opryskiwania.

Analizując przedstawione na rysunkach oraz w tabeli wielkości naniesienia cieczy użytkowej na papierki wodnoczułe należy stwierdzić, że dodatkowy strumień powietrza zasadniczo zwiększa pokrycie roślin opryskiwaną cieczą użytkową, a wartości tego wzrostu znacznie przekraczają 50%.

Użycie pomocniczego strumienia powietrza (PSP) znacząco poprawia dystrybucję cieczy w porównaniu do standardowej techniki opryskiwania. Powyższe stwierdzenie wynika z faktu, że strumień powietrza powodując zawirowania w łąnie, stwarza możliwość lepszego dotarcia dystrybuowanej cieczy na różne wysokości roślin oraz do różnych jej fragmentów (poziomych i pionowych).



Rys. 12. Badania prototypów opryskiwaczy etap IV

a)- przykładowe umiejscowienie papierków wodnoczułych w pszenicy, b)- przykładowe umiejscowienie papierków wodnoczułych w rzepaku, c)- przykładowe umiejscowienie papierków wodnoczułych w grochu, d)- przykładowe umiejscowienie papierków wodnoczułych w pietruszce, e)- prototyp opryskiwacza podczas badań w pszenicy, f)- prototyp opryskiwacza podczas badań w rzepaku, g)- prototyp opryskiwacza podczas badań w grochu, h)- prototyp opryskiwacza podczas badań w pietruszce.

W celu wykonania prototypu opryskiwacza z PSP gotowego do wdrożenia do produkcji w ZHP AGROLA prowadzone były badania własne. Przykładowe badania nad poszczególnymi rozwiązaniami i prototypami przedstawione są na Rys. 13.



Rys. 13. Przykładowe badania własne prototypów opryskiwaczy
 a,b,c,d,f)- badania poszczególnych rozwiązań i prototypów, e)- przykładowe rozmieszczenie w kabinie ciągnika urządzeń do sterowania pracą opryskiwacza.

W trakcie etapu wykonana została dokumentacja techniczna opryskiwacza pozwalająca na zbudowanie prototypu o cechach i funkcjonalnościach opisanych we wniosku i przygotowanych do wdrożenia (przykładowa wizualizacja Rys. 14). Opryskiwacz posiada odpowiednią konstrukcję mechaniczną (materiały i podzespoły) z zastosowaniem odpowiednich materiałów (blacha, pcv, elementy gumowe itp), wyposażony jest w odpowiednie systemy sterowania (głównie elektronika).

Kamień milowy etapu IV:

W wyniku realizacji projektu powstał prototyp opryskiwacza, który posiada następujące cechy:

1. Prototyp demonstrujący ostateczną formę technologii – prędkość robocza

Parametr:

Prędkość robocza – nie mniej niż 12 km/godz.,

2. Prototyp demonstrujący ostateczną formę technologii - dawka cieczy roboczej w płaskich uprawach polowych

Parametr:

Dawka cieczy roboczej w płaskich uprawach polowych (np. zboża) – nie więcej niż 150 l/ha,

3. Prototyp demonstrujący ostateczną formę technologii – wydajność robocza

Parametr:

Wydajność robocza – nie mniej niż 10 ha/godz. (odległość do ujęcia wody do 1 km),

4. Prototyp demonstrujący ostateczną formę technologii – redukcja znoszenia cieczy

Parametr:

Stopień redukcji znoszenia cieczy w odniesieniu do standardowej techniki opryskiwania – nie mniej niż 75% (wg. metody JKI Braunschweig),

5. Prototyp demonstrujący ostateczną formę technologii – penetracja lanu.

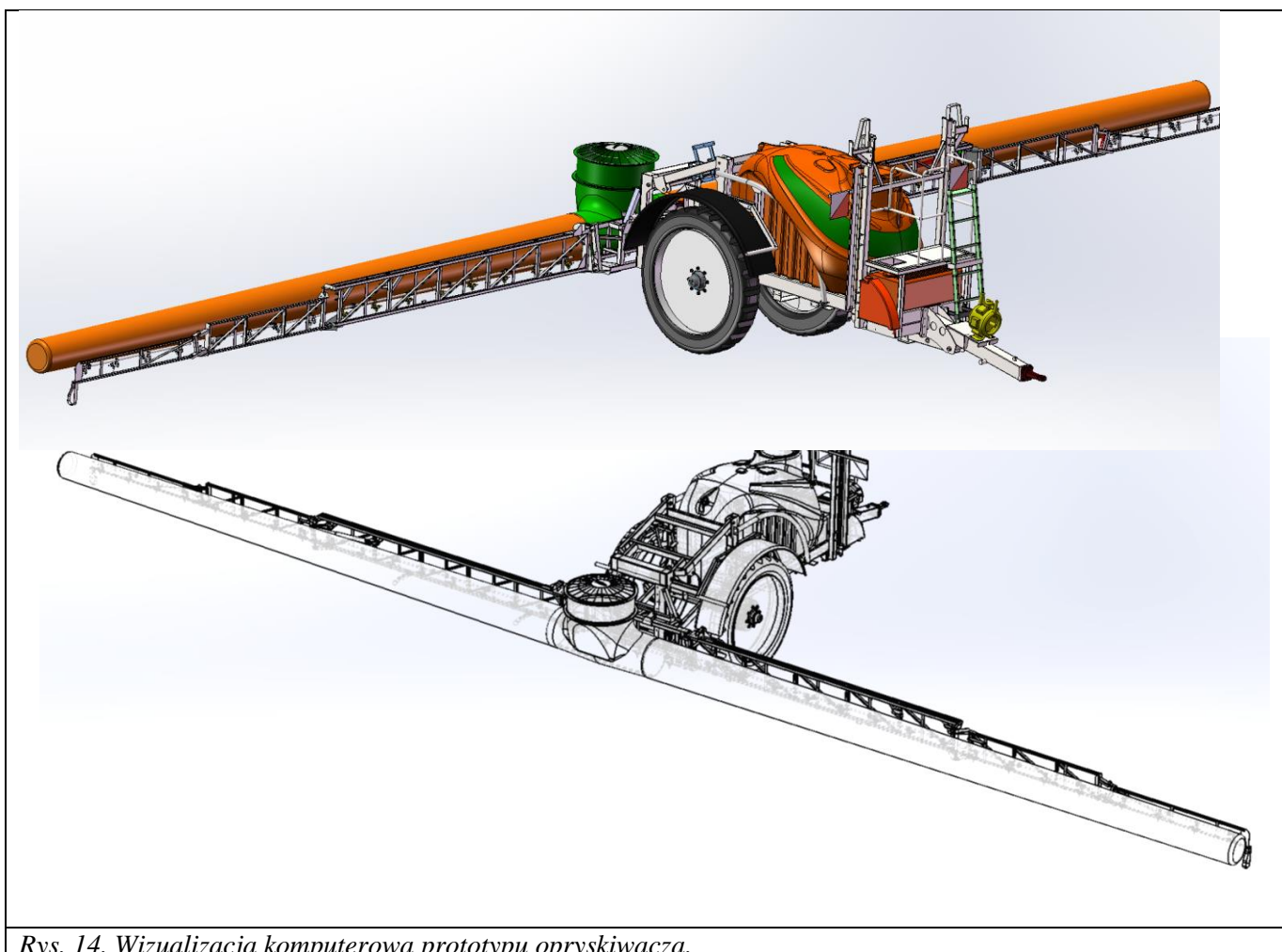
Parametr:

Poprawa penetracji lanu o 50 % w stosunku do technik standardowych.

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie przedstawił poniższe wnioski z całości badań nad rozwiązaniami, stanowiskami badawczymi i prototypami opryskiwacza z PSP. Wnioski jednoznacznie wskazują na spełnienie założeń projektowych.

- 1. Każdy przekazany przez firmę „Zakład Handlowo-Produkcyjny AGROLA Zdzisław Niegowski” mobilny prototyp belki polowej opryskiwacza z pomocniczym strumieniem powietrza (prototyp opryskiwacza) do badań (testów) uzyskiwał wymaganą prędkość roboczą, tj. co najmniej 12 km/h.*
- 2. Spełniony został również warunek, aby czas stabilizacji położenia belki polowej opryskiwacza, po najechnaniu na przeszkodę(y), nie przekraczał 3 sekund. Zmierzone precyzyjnie czasy stabilizacji belek polowych prototypowych opryskiwaczy z pomocniczym strumieniem powietrza, były poniżej wartości 3 s (dla prędkości roboczych od 8 do 14 km/h).*
- 3. Spełniono też warunek dotyczący wydajności roboczej agregatu - nie mniej niż 10 ha/h jeśli odległość do ujęcia wody nie przekracza 1 km. Umieszczone w tym sprawozdaniu obliczenia i analizy potwierdzają powyższe stwierdzenie.*

4. Spełniony został również warunek dotyczący dawki cieczy roboczej w płaskich uprawach polowych (nie więcej niż 150 l/ha). Dawkę 150 l/ha zastosowano w prowadzonych badaniach nad redukcją znoszenia oraz penetracją lanu.
5. W prowadzonych badaniach nad redukcją znoszenia stwierdzono, że wymóg redukcji znoszenia o 75%, w odniesieniu do tradycyjnej techniki oprysku, został spełniony.
6. Uzyskano również poprawę penetracji lanu o ponad 50% (w porównaniu do technik standardowych) dla różnych roślin (rzepak, pszenica, groch, pietruszka).
7. Ważne są również wyniki, które uzyskano podczas badań w uprawie pietruszki: zastosowanie dodatkowego strumienia powietrza przyczyniło się do zmniejszonego okapywania rozpylanej cieczy do gleby (wartości współczynników pokrycia cieczą użytkową papierków wodnoczułych umieszczonych na glebie były mniejsze średnio o około 50% w porównaniu do standardowej techniki opryskiwania).



Rys. 14. Wizualizacja komputerowa prototypu opryskiwacza.

EFEKT KOŃCOWY PROJEKTU



Rys. 15. Wersja końcowego prototypu opryskiwacza gotowego do wdrożenia.

a,b,c,d)- widoki prototypu demonstrującego ostateczną formę technologii, e)- widok opryskiwacza z belką odchyloną do tyłu, f) widok opryskiwacza z belką w pozycji środkowej, g) widok opryskiwacza z belką odchyloną do przodu, h)- opryskiwacz w trakcie pracy.

W wyniku realizacji projektu, prowadzonych badań, prób, doświadczeń, symulacji powstawały kolejne wersje działań zakładu - od stanowisk pomiarowych poprzez kolejne, ulepszone wersje prototypów do ostatecznej wersji prototypu (Rys. 15).

Prowadzone badania potwierdziły też, że prototyp opryskiwacza z PSP, a następnie wdrożony do użytku opryskiwacz może spełnić ważne kryteria poprawy jakości oprysku:

- ograniczenie emisji środków ochrony roślin do środowiska – dzięki znacznemu ograniczeniu znoszenia nawet powyżej 75% w odniesieniu do standardowej techniki opryskiwania. Ograniczenie znoszenia cieczy roboczej zmniejszy zagrożenia dla fauny pożytecznej występującej w uprawach rolnych, zmniejszy ilość środków chemicznych na sąsiednich uprawach, a także obniży ryzyko występowania pozostałości środków ochrony roślin w plonach i glebie na użytkach rolnych będących w bezpośrednim sąsiedztwie opryskiwanych powierzchni. Ograniczenie znoszenia i zmniejszenie emisji środków ochrony roślin powoduje, że do gleby dostaje się znacznie mniej ś.o.r., co powoduje poprawę ochrony środowiska naturalnego,

- znacząca poprawa penetracji opryskiwanych roślin pozwoli na redukcję ilości zużywanych środków ochrony roślin przy zachowaniu odpowiedniego poziomu naniesienia cieczy roboczej,

- dzięki zastosowaniu pomocniczego strumienia powietrza użytkownicy uzyskają możliwości aktywnego przeciwdziałania niekorzystnemu wpływowi wiatru podczas zabiegu opryskiwania oraz będą mogli wpływać na penetrację opryskiwanych roślin w zależności od ich stopnia wegetacji,

- zwiększenie prędkości opryskiwania przy zachowaniu odpowiedniego poziomu naniesienia cieczy roboczej. Konsekwencją zwiększenia prędkości roboczej jest skrócenie czasu wykonania zabiegów, zmniejszenie zużycia paliwa i mniejsze zapotrzebowanie na ilość ciągników i opryskiwaczy potrzebnych w czasie oprysków. Poza tym poprawie ulegnie skuteczność oprysku, ze względu na szybkość jego wykonania (często jest to bardzo krótki czas wykonania zabiegu tak, aby był skuteczny w zwalczaniu szkodliwego zjawiska),

- redukcja ilości zużywanych środków ochrony roślin, możliwość zwiększenia prędkości opryskiwania i zwiększenie wydajności roboczej spowoduje zmniejszenie zużycia paliwa, zmniejszenie zapotrzebowania na ciągniki i opryskiwacze potrzebne do wykonywania zabiegów ochrony roślin, a w konsekwencji spowoduje zmniejszenie kosztów przeprowadzania zabiegów ochrony roślin.

Zgodnie z badaniami opryskiwacz z PSP osiąga w pracy znaczne ograniczenie znoszenia cieczy roboczej. Ograniczenie znoszenia i zakwalifikowanie opryskiwacza do odpowiedniej klasy TOZ (Techniki Ograniczające Znoszenie) jest aktualnie bardzo istotne. Przepisy obowiązujące w Polsce i innych krajach, wymagają zachowania odpowiednich stref buforowych (dla dróg publicznych, cieków wodnych, pasiek, rodzaju opryskiwacza – sadowniczy, polowy). W wielu krajach Unii Europejskiej wielkość stref buforowych jest uzależniona od zakwalifikowania opryskiwacza do odpowiedniej klasy TOZ. Należy spodziewać się, że w niedalekiej przyszłości również takie przepisy zostaną wprowadzone w Polsce. Aktualnie, zgodnie z przepisami, środki chemiczne mają podane na etykiecie produktu wymagane strefy buforowe. Szerokość strefy buforowej wskazana w etykiecie-instrukcji środka ochrony roślin może być zmniejszona w wyniku zastosowania Techniki Ograniczających Znoszenie (TOZ). **Zgodnie z powyższym opryskiwacz z PSP pozwoli na wykonywanie oprysków przy zachowaniu mniejszych stref buforowych, a to z kolei pozwoli na skuteczniejszą ochronę roślin, a w konsekwencji zwiększenie plonów i poprawę wskaźników ekonomicznych prowadzonej działalności. Jest to szczególnie istotne przy ewentualnej sprzedaży opryskiwaczy na rynkach zagranicznych.**

Zaliczenie opryskiwacza do odpowiedniej klasy TOZ pozwoli na opryski w danej, określonej strefie środkami chemicznymi, którymi w danym obszarze nie można byłoby wykonać przy użyciu opryskiwaczy konwencjonalnych i trzeba byłoby wykonać oprysk innym środkiem ochrony roślin (np. mniej skutecznym) lub pozostawić dany obszar bez oprysku, ze względu na strefę buforową.

OPRYSKIWACZ Z POMOCNICZYM STRUMIENIEM POWIETRZA jest gotowy do wdrożenia do produkcji, wprowadzenia go na rynek użytkowników w rolnictwie polskim i zagranicznym. Opryskiwacz jest absolutną nowością na rynku polskim, wykazuje wiele cech przewyższających aktualnie stosowane opryskiwacze, szczególnie przy prowadzeniu oprysków w trudnych warunkach.

OCHRONA PATENTOWA

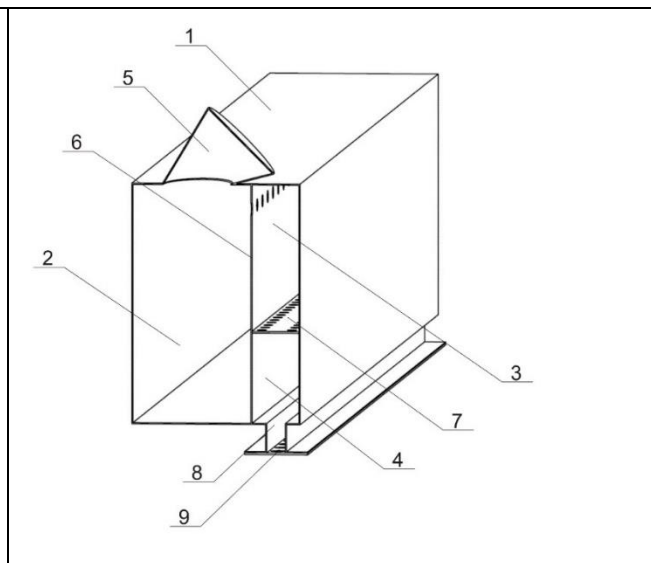
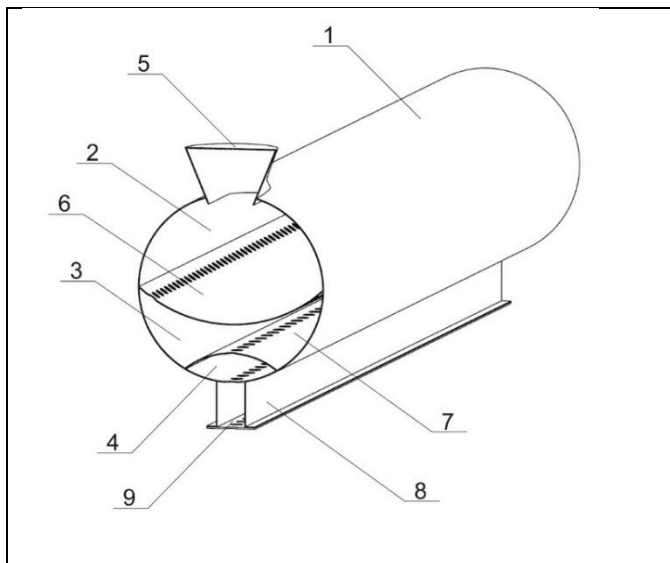
W trakcie realizacji projektu prowadzone były działania, mające na celu ochronę nowych rozwiązań występujących w prototypie opryskiwacza. Zgłoszone zostały w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej 3 wnioski o udzielenie patentu na wynalazek.

Pierwszy wniosek, wraz z pełną dokumentacją (przykładowa dokumentacja Rys. 16), pod nazwą „**Rura powietrzna układu powietrznego belki polowej opryskiwacza**” (rura okrągła) dotyczy rozwiązania, w którym rura powietrzna układu powietrznego belki polowej opryskiwacza charakteryzuje się tym, że ma przekrój kołowy i składa się z komory rozprowadzającej powietrze, komory wstępnej stabilizacji ciśnienia oraz komory końcowej stabilizacji ciśnienia. Zgłoszenie patentowe pod numerem P.438495 złożone zostało 15.07.2021r.

Drugi wniosek, wraz z pełną dokumentacją (przykładowa dokumentacja Rys. 17), pod nazwą „**Rura powietrzna układu powietrznego belki polowej opryskiwacza**” (rura prostokątna) dotyczy rozwiązania, w którym rura powietrzna układu powietrznego belki polowej opryskiwacza charakteryzuje się tym, że ma przekrój prostokątny i składa się z komory rozprowadzającej powietrze, komory wstępnej stabilizacji ciśnienia oraz komory końcowej stabilizacji ciśnienia. Zgłoszenie patentowe pod numerem P.438493 złożone zostało 15.07.2021r.

W obydwu rozwiązaniach ich celem jest uzyskanie stabilizacji ciśnienia i prędkości pomocniczego strumienia powietrza skierowanego na opryskiwane rośliny. Wpływa to na bardziej równomierny oprysk roślin i mniejsze znoszenie cieczy roboczej.

Trzeci wniosek, wraz z pełną dokumentacją (przykładowa dokumentacja Rys. 18), pod nazwą „**Urządzenie do regulacji szerokości szczeliny roboczej w rękawie powietrznym opryskiwacza polowego**” dotyczy rozwiązania, w którym można zmieniać wielkość otworów wylotowych pomocniczego strumienia powietrza (następuje zmiana siły strumienia powietrza) w zależności od siły wiatru, rodzaju i okresu wegetacji opryskiwanych roślin. Celem jest właściwa penetracja opryskiwanego łąnu i zmniejszenie efektu znoszenia cieczy roboczej przez wiatr. Wniosek patentowy obejmuje trzy różne rozwiązania zmiany wielkości szczeliny roboczej. Zgłoszenie patentowe pod numerem P.444877 złożone zostało 12.05.2023r.

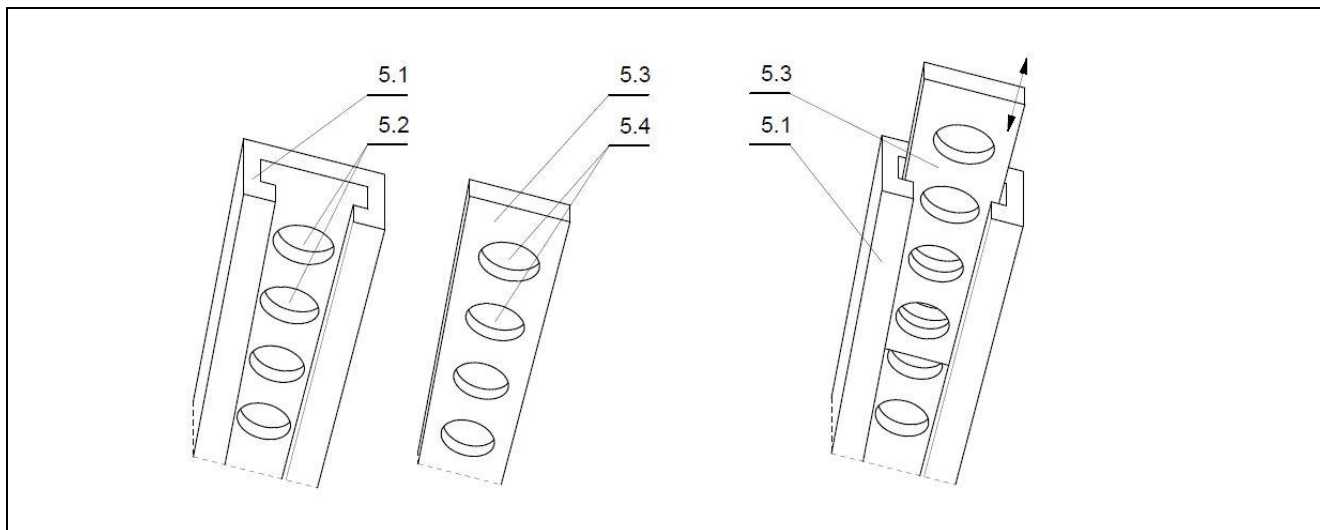


Rys. 16. Przekrój poprzeczny rury powietrznej (okrągłej) dotyczącej patentu: „Rura powietrzna układu powietrznego belki polowej opryskiwacza”

1- rura powietrzna, 2- komora rozprowadzająca powietrze, 3- komora wstępnej stabilizacji ciśnienia, 4- komora końcowej stabilizacji ciśnienia, 5- rura doprowadzająca strumień powietrza, 6- wklęsła przegroda wewnętrzna z dwoma rzędami otworów o przekroju okrągłym, 7- wypukła ścianka z otworami o przekroju kołowym, 8- wylot powietrza, 9- wymienna listwa z jednym rzędem otworów o przekroju kołowym.

Rys. 17. Przekrój poprzeczny rury powietrznej (prostokątnej) dotyczącej patentu: „Rura powietrzna układu powietrznego belki polowej opryskiwacza”

1- rura powietrzna, 2- komora rozprowadzająca powietrze, 3- komora wstępnej stabilizacji ciśnienia, 4- komora końcowej stabilizacji ciśnienia, 5- rura doprowadzająca strumień powietrza, 6- przegroda wewnętrzna z jednym rzędem otworów o przekroju okrągłym, 7- listwa z dwoma rzędami otworów, 8- wylot powietrza, 9- wymienna listwa z jednym rzędem otworów o przekroju kołowym.



Rys. 18. Patent: „Urządzenie do regulacji szerokości szczeliny roboczej w rękawie powietrznym opryskiwacza polowego”- rozwiązanie z przesuwana listwą

5.1- ceowa listwa przewodnicowa, 5.2- otwory w listwie przewodnicowej, 5.3- płaska przesuwana listwa umieszczona w listwie przewodnicowej, 5.4- otwory w listwie przewodnicowej.

PROMOCJA PROJEKTU

Od rozpoczęcia projektu, a właściwie od zatwierdzenia wniosku do realizacji, w ciągu całego czasu jego trwania, prowadzona była jego promocja w różnych formach i zakresie. Na początku była to informacja na stronie internetowej ZHP AGROLA, plakat informacyjny w budynku firmy. W trakcie realizacji informacja o realizacji projektu była przedstawiana na wszelkich pokazach i targach sprzętu rolniczego i sadowniczego, których ZHP AGROLA brał udział. Projekt był przedstawiany i omawiany na trzech konferencjach naukowych o zasięgu krajowym (Rys. 19):

1. Wpływ parametrów konstrukcyjnych opryskiwaczy polowych z PSP na jakość oprysku” – Konferencja naukowa „Postęp w inżynierii produkcji”; 14-17.09.2021 Kazimierz Dolny,
2. „Stabilizacja belki polowej opryskiwacza z PSP” - Konferencja naukowa „Postęp naukowo-techniczny i organizacyjny w rolnictwie”; 07-10.02.2022r. Kraków,
3. „Znoszenie cieczy roboczej podczas użytkowania opryskiwacza z PSP” - XX Konferencja Naukowo-Techniczna: Budowa i Eksploatacja Maszyn Przemysłu Spożywczego „BEMS 2022”; 20-23.09.2022r. Pułtusk.

