

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja systemów mechatronicznych w rolnictwie**
Symbol kwalifikacji: **ROL.08**
Numer zadania: **01**
Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut.

ROL.08-01-25.06-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2025

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
 - swój numer PESEL*,
 - oznaczenie kwalifikacji,
 - numer zadania,
 - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 13 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

Zadanie egzaminacyjne

W gospodarstwie rolnym o powierzchni 150 ha w produkcji polowej do równoległego prowadzenia agregatów maszynowych jest stosowany darmowy sygnał korekcyjny. W opryskiwaczu stosowanym w zabiegach ochrony roślin jest możliwość uruchomienia aplikacji do kontroli sekcji. Po rozpoczęciu pracy i uruchomieniu aplikacji do kontroli sekcji okazało się, że agregat nie pracuje prawidłowo. Opryskiwacz wyłącza się za wcześnie i załącza za późno, czego efektem są nieopryskane powierzchnie pola. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów rolnik stwierdził, że przy zjeżdżaniu z powierzchni opryskanej długość pasa nieopryskanego wynosi 0,6 m, a przy dojeżdżaniu do powierzchni wcześniej opryskanej pas nieopryskany ma długość 0,8 m.

Na podstawie Załączników 1 i 2 wyjaśnij rolnikowi prawdopodobną przyczynę nieprawidłowej pracy opryskiwacza oraz sposoby jej usunięcia. Uzupełnij tabelę 5. Opryskiwacz wyposażony jest w zawory elektromagnetyczne.

Rolnik planuje także doposażyć dwa ciągniki w systemy automatycznego prowadzenia i system telematyczny w taki sposób, aby można było:

- prowadzić agregaty po polu z dokładnością ± 3 cm,
- korzystać z automatyki pracy na uwrociach,
- zwiększyć efektywność gospodarowania dzięki możliwości zdalnego pozyskiwania informacji o działaniu i parametrach pracy każdego z ciągników.

Ciągniki przeznaczone do modernizacji nie są fabrycznie przystosowane do montażu systemów automatycznego prowadzenia, ale są wyposażone w układy kierownicze ze wspomaganie hydraulicznym.

Działki wchodzące w skład gospodarstwa położone są w promieniu do 15 km od zabudowań gospodarskich, na terenie płaskim, bez przeszkód terenowych, z bardzo dobrym poziomem sygnału GSM.

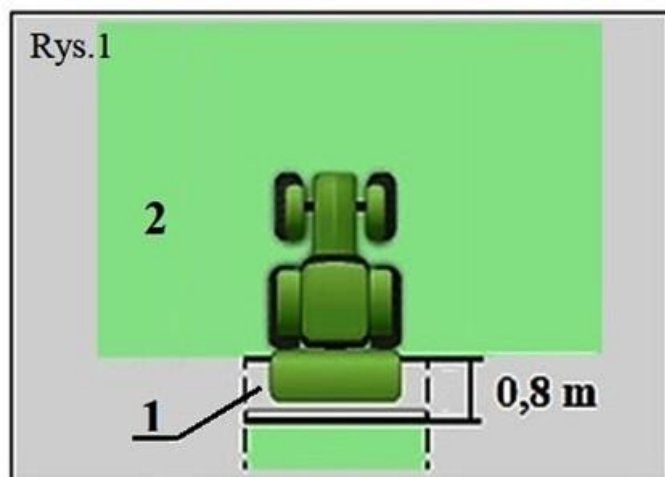
Korzystając z materiałów zamieszczonych w arkuszu egzaminacyjnym:

- określ sposób, w jaki rolnik powinien wykonać kalibrację zaworów elektromagnetycznych przy włączaniu i wyłączaniu sekcji opryskiwacza, zakładając, że agregat będzie poruszał się po polu z prędkością 8 km/h i uzupełnij tabelę 6,
- zaproponuj rolnikowi sygnały korekcyjne i dobierz najtańszy w okresie 5 lat użytkowania i uzupełnij tabelę 7,
- dobierz wyposażenie, aplikacje i aktywacje, aby rolnik mógł osiągnąć założone cele i uzupełnij tabelę 8,
- oblicz koszty związane z modernizacją ciągników i uzupełnij tabelę 9,
- oblicz czas zwrotu kosztów inwestycji, jeżeli korzyści ze stosowania systemów rolnictwa precyzyjnego wynoszą: 5% dla środków produkcji i 3% dla paliwa i uzupełnij tabelę 10.

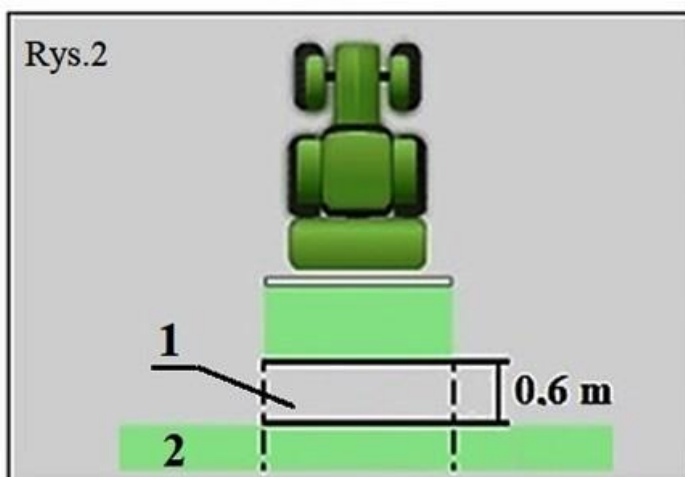
Do wykonania zadania wykorzystaj informacje zawarte w arkuszu egzaminacyjnym:

- ślady pokrycia opryskiem i długości pasów nieopryskanych – Załącznik 1,
- ustawianie parametrów "Opóźnienie przy włączaniu" i "Opóźnienie przy wyłączaniu" – Załącznik 2,
- zestawienie sygnałów korekcyjnych – Tabela 1,
- zestawienie systemów prowadzenia automatycznego – Tabela 2,
- elementy/aplikacje/licencje systemów rolnictwa precyzyjnego – Tabela 3,
- zestawienie kosztów środków produkcji – Tabela 4.

Załącznik 1. Ślady pokrycia opryskiem i długości pasów nieopryskanych



Rys. 1. Powierzchnia nieopryskana podczas wyłączania – oprysk kończy się za wcześnie: 1 – powierzchnia nieopryskana, 2 – powierzchnia opryskana wcześniej.



Rys. 2. Powierzchnia nieopryskana podczas włączania – oprysk zaczyna się za późno: 1 – powierzchnia nieopryskana, 2 – powierzchnia opryskana wcześniej.

Załącznik 2. Ustawianie parametrów "Opóźnienie przy włączaniu" i "Opóźnienie przy wyłączaniu"

Standardowe wartości czasów opóźnienia przy włączaniu i wyłączaniu wynoszą w zależności od rodzaju zaworów opryskiwacza:

1. "Opóźnienie przy włączaniu".
 - zawory elektromagnetyczne: 450 ms,
 - elektrozawory 1 200 ms.
2. „Opóźnienie przy wyłączaniu”.
 - zawory elektromagnetyczne: 450 ms,
 - elektrozawory: 1 200 ms.

UWAGA

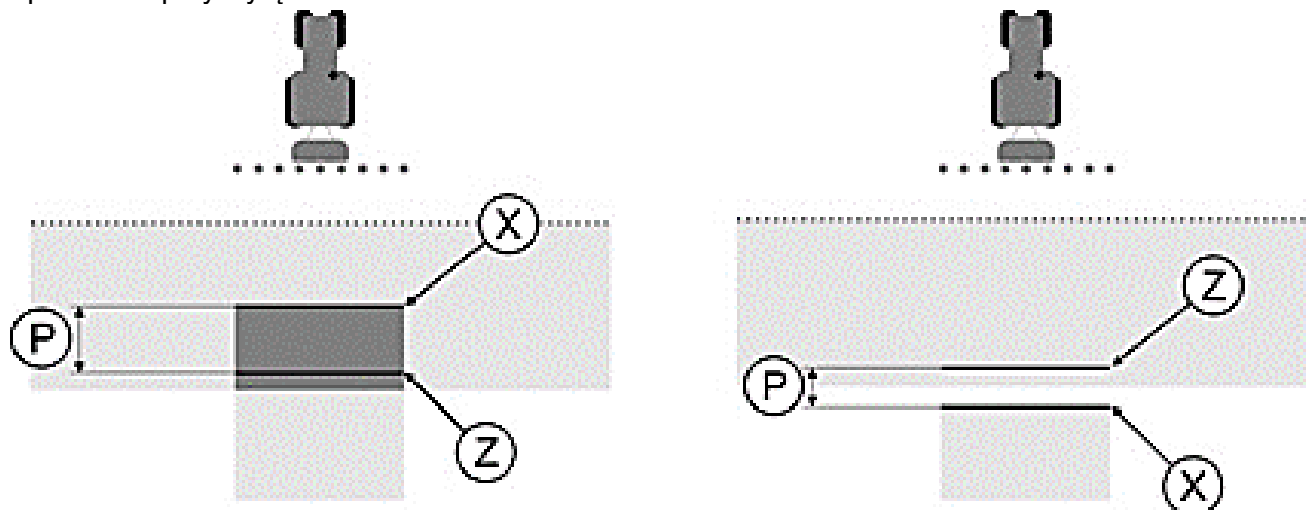
**Zmiana czasu opóźnienia zmienia moment zainicjowania działania zaworów.
Zwiększenie czasu opóźnienia powoduje wcześniejsze zamknięcie/otwarcie zaworu.
Zmniejszenie czasu opóźnienia powoduje późniejsze zamknięcie/otwarcie zaworu.**

Zaznaczanie granic oprysku – dla parametru "Opóźnienie przy wyłączaniu"

W tej fazie należy wyznaczyć, w którym miejscu opryskiwacz kończy oprysk, kiedy wjeżdża na powierzchnię opryskaną wcześniej. Należy zdecydować, w którym momencie opryskiwacz ma kończyć oprysk w następnych przejazdach.

W ten sposób można określić, czy opryskiwacz wyłącza oprysk za wcześnie czy za późno.

Poniższe ilustracje przedstawiają linie, które należy zaznaczyć na polu, aby obliczyć wartość parametru "Opóźnienie przy wyłączaniu".



Linie dla parametru "Opóźnienie przy wyłączaniu". Rysunek z lewej: oprysk zakończony za późno. Rysunek z prawej: oprysk zakończony za wcześnie.

P – odległość pomiędzy miejscem, w którym oprysk ma się zakończyć **Z**, a miejscem, w którym się kończy **X**. Rozpylacz reaguje ze zwłoką, należy zaplanować niewielkie nakładanie się na siebie pasów opryskanych – ok. 10 cm.

W obydwu przypadkach parametr "Opóźnienie przy wyłączaniu" jest nieprawidłowo ustawiony.

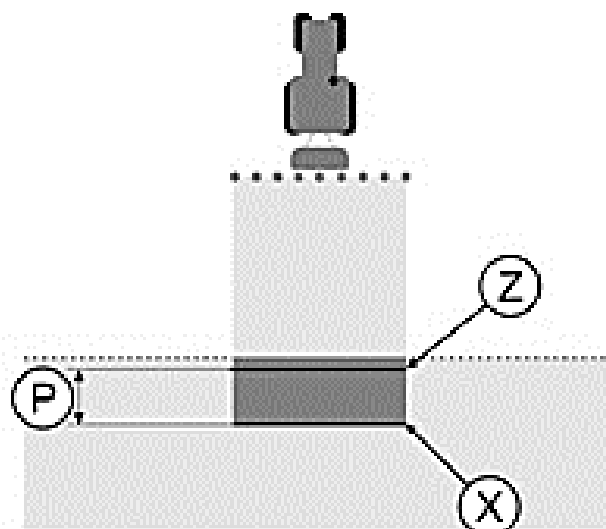
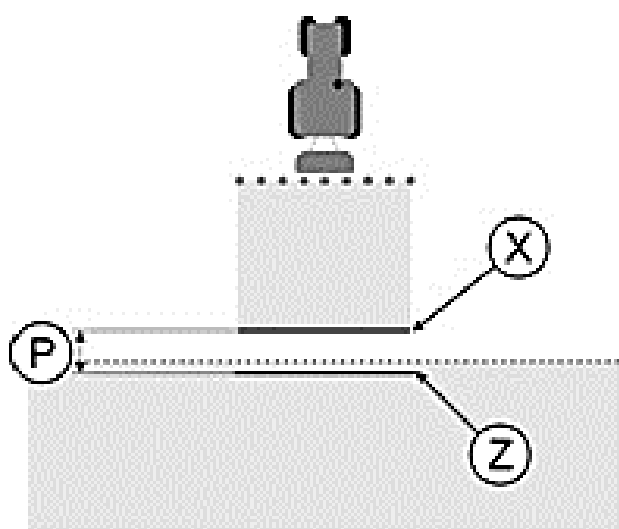
- rysunek z lewej: oprysk kończy się za późno. Opóźnienie powinno być większe.
- rysunek z prawej: oprysk kończy się za wcześnie. Opóźnienie powinno być mniejsze.

Zaznaczanie granic oprysku – dla parametru "Opóźnienie przy włączaniu"

W tej fazie należy wyznaczyć, w którym miejscu opryskiwacz zaczyna oprysk, kiedy wjeżdża na powierzchnię nie opryskaną wcześniej. Należy zdecydować, w którym momencie opryskiwacz ma zaczynać oprysk w następnych przejazdach.

W ten sposób można określić, czy opryskiwacz włącza oprysk za wcześnie czy za późno.

Poniższe ilustracje przedstawiają linie, które należy zaznaczyć na polu, aby obliczyć wartość parametru "Opóźnienie przy włączaniu".



Linie dla parametru "Opóźnienie przy włączaniu". Z lewej: Oprysk zaczyna się za późno. Z prawej: Oprysk zaczyna się za wcześnie.

P – odległość pomiędzy miejscem, w którym oprysk ma się zaczynać **Z**, a miejscem, w którym się zaczyna **X**.

X – miejsce, w którym zaczyna się oprysk. Tu opryskiwacz zaczyna opryskiwać pole.

Z – miejsce, w którym powinien rozpoczynać się oprysk. Tu opryskiwacz ma zaczynać opryskiwać pole w następnych przejazdach. Ponieważ rozpylacz potrzebuje trochę czasu zanim uzyska odpowiednie ciśnienie, należy zaplanować niewielkie nakładanie się na siebie pasów opryskanych, ok. 10 cm.

W obu przypadkach (z lewej i z prawej strony) parametr "Opóźnienie przy włączaniu" jest ustawiony nieprawidłowo.

- Z lewej: Oprysk zaczyna się za późno. Opóźnienie powinno być większe.
- Z prawej: Oprysk zaczyna się za wcześnie. Opóźnienie powinno być mniejsze.

Obliczanie współczynnika korygującego

Aby obliczyć współczynnik korygujący, należy znać prędkość roboczą opryskiwacza. Prędkość musi być przeliczona na cm/ms.

W poniższej tabeli zamieszczono kilka, najczęściej stosowanych prędkości roboczych opryskiwacza przeliczonych na cm/ms.

Prędkość robocza opryskiwacza – v	
[km/h]	[cm/ms]
6	0,16
8	0,22
10	0,28

Wartość parametru korygującego należy obliczyć z następującego wzoru:

$$\text{parametr korygujący} = \frac{\text{odległość } P}{\text{prędkość robocza opryskiwacza } v}$$

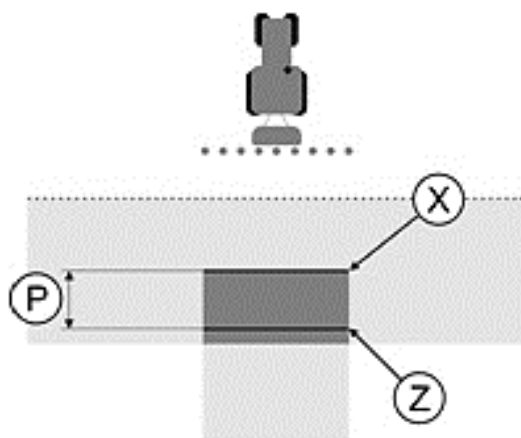
O tę wartość trzeba skorygować parametr "Opóźnienie przy włączaniu" lub "Opóźnienie przy wyłączaniu".

Zmianianie parametru – opóźnienie

1. Parametry: "Opóźnienie przy włączaniu" i "Opóźnienie przy wyłączaniu", należy skorygować w następujący sposób:
 - Jeśli opryskiwacz włącza/wyłącza się za późno, należy zwiększyć opóźnienie.
 - Jeśli opryskiwacz włącza/wyłącza się za wcześnie, należy zmniejszyć opóźnienie.
2. Należy obliczyć nowe wartości parametrów opóźnienia.
 - Jeśli opryskiwacz włącza/wyłącza się zbyt późno należy zwiększyć aktualne opóźnienie o obliczoną wartość parametru korygującego.
 - Jeśli opryskiwacz włącza/wyłącza się zbyt wcześnie należy zredukować opóźnienie o obliczoną wartość parametru korygującego.

Przykład 1

Prędkość robocza opryskiwacza wynosi 8 km/h (0,22 cm/ms). Po drugim przejeździe zmierzona odległość **P** wynosi 80 cm. Ustawiony parametr "Opóźnienie przy wyłączaniu" wynosi 450 ms. Opryskiwacz wyłączony zbyt późno podczas wjeżdżania na powierzchnię opryskaną. Punkt **Z** znajduje się przed punktem **X** – w kierunku jazdy. Linie zaznaczone jak na ilustracji poniżej.



Opryskiwacz wyłączony za późno, przy wjeżdżaniu na powierzchnię opryskaną.

1. Obliczanie parametru korygującego:

$$[\text{Odległość P}] : [\text{prędkość opryskiwacza}] = \text{parametr korygujący}$$

$$\text{parametr korygujący} = \frac{\text{odległość P}}{\text{prędkość robocza opryskiwacza}}$$
$$364 = \frac{80}{0,22}$$

2. Obliczyć nową wartość dla parametru "Opóźnienie przy wyłączaniu".

Ponieważ opryskiwacz wyłączał się zbyt późno, należy zwiększyć parametr "Opóźnienie przy wyłączaniu".

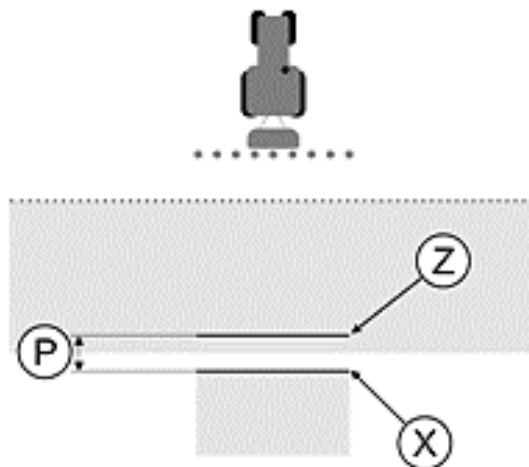
(obliczona wartość parametru korygującego) + (aktualna wartość „Opóźnienie przy wyłączaniu”) = (nowa wartość "Opóźnienie przy wyłączaniu")

$$364 + 450 = 814$$

3. Wprowadzić wartość 814 jako nową wartość parametru "Opóźnienie przy wyłączaniu".

Przykład 2

Prędkość robocza opryskiwacza wynosi 8 km/h (0,22 cm/ms). Po drugim przejeździe zmierzono odległość **P**, która wyniosła 80 cm. Aktualnie ustawiony parametr "Opóźnienie przy wyłączaniu" wynosi 450 ms. Opryskiwacz wyłączony za wcześnie przy wjeżdżaniu na powierzchnię opryskaną. Punkt **Z** znajduje się za punktem **X** – w kierunku jazdy. Linie zaznaczone jak na ilustracji poniżej.



Opryskiwacz wyłączony za wcześnie, przy wjeżdżaniu na powierzchnię opryskaną.

1. Obliczanie parametru korygującego:
2. **[Odległość P] : [prędkość opryskiwacza] = parametr korygujący**
 $80 : 0,22 = 364$
Obliczyć nową wartość dla parametru "Opóźnienie przy wyłączaniu".
(aktualna wartość „Opóźnienie przy wyłączaniu”) – (parametr korygujący) = (nowa wartość "Opóźnienie przy wyłączaniu")
 $450 - 364 = 86$
3. Wprowadzić wartość 86, jako nowa wartość parametru "Opóźnienie przy wyłączaniu".

Tabela 1. Zestawienie sygnałów korekcyjnych

Nazwa sygnału/ urządzenia/ systemu	Dokładność między przejazdami	Opłaty abonamentowe / koszty zakupu		Uwagi
		Okres, za który wnoszona jest opłata	Koszty jednostkowe [zł]	
RTK – radio	± 3 cm	Brak stałych opłat. Jednorazowa opłata dotyczy konstrukcji i wyposażenia 28 000,00		Wymagana bazowa stacja RTK. Sygnał dostępny w promieniu 20 km od stacji.
RTK NET	± 3 cm	Rok	4 300,00	Nie jest wymagana stacja RTK. Sygnał wykorzystuje sieć komórkową. Wymagana antena GSM/GPS
		Kwartał	1 200,00	
		Miesiąc	450,00	
RTK FIELD BASE	± 4 cm	Rok	3 200,00	Wykorzystuje satelity oraz sieć komórkową
		Kwartał	850,00	
		Miesiąc	280,00	
OmniSTAR HP	± 10 cm	Rok	2 800,00	Wykorzystuje satelity geostacjonarne
		Kwartał	750,00	
		Miesiąc	200,00	
Range Point RTX	±15 cm	Rok	2 200,00	Wykorzystuje satelity geostacjonarne

Tabela 2. Zestawienie systemów prowadzenia automatycznego

Funkcje/aplikacje/parametry	System automatycznego sterowania		
	EZ-Steer®	EZ-Pilot®	Autopilot™
Wymaga przystosowań fabrycznych	NIE	NIE	TAK
Kompensacja terenu	T2	T3	T3
Wymagana licencja	EZ-Pilot Pro	EZ-Pilot Pro	AutoGuidance
Maksymalny kąt podejścia	45°	45°	90°
Minimalna prędkość robocza do załączania systemu	0,8 km/h	0,5 km/h	0,1 km/h
Praca w kierunku wstecznym	Maks. 15 s	Brak limitu	Brak limitu
Auto Turn (nawroty na końcu rzędu)	NIE	Tak — wymagana licencja	Tak — wymagana licencja
Section Control (sterowanie sekcjami maszyn do siewu i ochrony roślin)	NIE	TAK	TAK
Możliwość przenoszenia na inny pojazd	TAK	TAK	NIE

Tabela 3. Elementy/aplikacje/licencje systemów rolnictwa precyzyjnego

Lp.	Nazwa sprzętu/aktywacji/licencji	Opłaty abonamentowe /koszty zakupu	Koszty jednostkowe [zł]	Uwagi
1	Licencja Section Control	Jednorazowy koszt zakupu	10 000,00	Sterowanie sekcjami maszyn do siewu i ochrony roślin
2	Licencja Auto Turn	Jednorazowy koszt zakupu	9 000,00	Automatyka nawrotów na końcu rzędu
3	Zestaw Autopilot™	Jednorazowy koszt zakupu	17 000,00	Przeznaczony do pojazdów przystosowanych do automatycznych systemów prowadzenia. Aktywacja i licencja w cenie zestawu.
4	Zestaw E-Pilot® z wyświetlaczem	Jednorazowy koszt zakupu	15 000,00	Przeznaczony do pojazdów z hydraulicznym układem kierowniczym, nieprzystosowanych do automatycznych systemów prowadzenia. Aktywacja i licencja w cenie zestawu.
5	Zestaw EZ-Steer® z wyświetlaczem	Jednorazowy koszt zakupu	12 000,00	Przeznaczony do pojazdów z hydraulicznym układem kierowniczym, nieprzystosowanych do automatycznych systemów prowadzenia. Aktywacja i licencja w cenie zestawu.
6	Modem TSM z okablowaniem	Jednorazowy koszt zakupu	5 000,00	Przesyłanie danych z maszyny do serwera systemu telematycznego.
7	Abonament i aktywacja systemu telematycznego	Opłata roczna	1 500,00	Dostęp do danych gromadzonych w serwerze firmy świadczącej usługę telematyczną.
8	Antena GSM/GPS	Jednorazowy koszt zakupu	4 000,00	-

Tabela 4. Zestawienie kosztów środków produkcji

Lp.	Środki produkcji	Koszt [zł/ha]
1.	Materiał siewny	390,00
2.	Nawozy mineralne	1 100,00
3.	Środki ochrony	520,00
4.	Paliwo	800,00

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 6 rezultatów:

- przyczyny niewłaściwej pracy opryskiwacza i sposoby usunięcia – tabela 5,
- zestawienie czasów opóźnienia dla opryskiwacza – tabela 6,
- wykaz możliwych do wykorzystania sygnałów korekcyjnych i wybór najtańszej opcji – tabela 7,
- wyposażenie, aplikacje i aktywacje dobrane do ciągników – tabela 8,
- koszty poniesione na modernizację i użytkowanie ciągników w pierwszym roku eksploatacji – tabela 9,
- analiza efektów finansowych przedsięwzięcia – tabela 10.

Tabela 5. Przyczyny niewłaściwej pracy opryskiwacza i sposoby usunięcia

Przyczyny niewłaściwej pracy opryskiwacza		
Lp.	Opis niewłaściwej pracy opryskiwacza	Wpisz – <i>większe lub mniejsze</i>
1.	Oprysk kończy się za późno	Opóźnienie powinno być
2.	Oprysk kończy się za wcześnie	Opóźnienie powinno być:
3.	Oprysk zaczyna się za późno	Opóźnienie powinno być:
4.	Oprysk zaczyna się za wcześnie	Opóźnienie powinno być:

Tabela 6. Zestawienie czasów opóźnienia dla opryskiwacza

Lp.	Parametr	Wartość* [ms]
1.	Standardowa wartość czasu opóźnienia przy włączaniu	
2.	Standardowa wartość czasu opóźnienia przy wyłączaniu	
3.	Obliczona wartość współczynnika korekcji przy włączaniu	
4.	Obliczona wartość współczynnika korekcji przy wyłączaniu	
5.	Obliczona wartość czasu opóźnienia przy włączaniu	
6.	Obliczona wartość czasu opóźnienia przy wyłączaniu	

* obliczone wartości zaokrąglaj do pełnych wartości zgodnie z zasadami matematycznymi

Tabela 7. Wykaz możliwych do wykorzystania sygnałów korekcyjnych i wybór najtańszej opcji

Lp.	Nazwa sygnału spełniającego wymagania	Całkowity koszt użytkowania sygnału w okresie 5 lat [zł]
1.		
2.		
Wybrany sygnał		

Tabela 8. Wyposażenie, aplikacje i aktywacje dobrane do ciągników

Lp.	Wybrane wyposażenie, aplikacje i aktywacje	Rodzaj opłaty jednorazowa / roczna
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

Tabela 9. Koszty poniesione na modernizację i użytkowanie ciągników w pierwszym roku eksploatacji

Lp.	Nazwa systemu/urządzenia/licencji/abonamentu	Ilość [szt.]	Cena jednostkowa [zł]	Wartość [zł]
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
Razem				

Tabela 10. Analiza efektów finansowych przedsięwzięcia

Lp.	Koszt/oszczędności/czas	Wartość
1.	Całkowity koszt wyposażenia, aplikacji, abonamentów i aktywacji [zł]	
2.	Oszczędności na nawozach [zł]	
3.	Oszczędności na materiale siewnym [zł]	
4.	Oszczędności na środkach ochrony [zł]	
5.	Oszczędności na paliwie [zł]	
6.	Całkowite oszczędności kosztów produkcji [zł]	
7.	Czas zwrotu inwestycji [lata]*	

Uwaga *- do obliczenia przyjmij wydatki poniesione tylko w pierwszym roku inwestycji. Otrzymany wynik zaokrąglaj do pełnych lat, w górę

**Miejsce na wykonanie obliczeń
(nie podlega ocenie)**