

Analiza i ocena wyników badań porównawczych różnych metod pomiaru natężenia wypływu cieczy z rozpylaczy.

Autorzy: Artur Godyń, Ryszard Hołownicki, Grzegorz Doruchowski, Waldemar Świechowski
– Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice

Opracowanie zawiera:

- **METODYKĘ** prowadzenia badań
- **WYNIKI** badań, ich analizę i omówienie

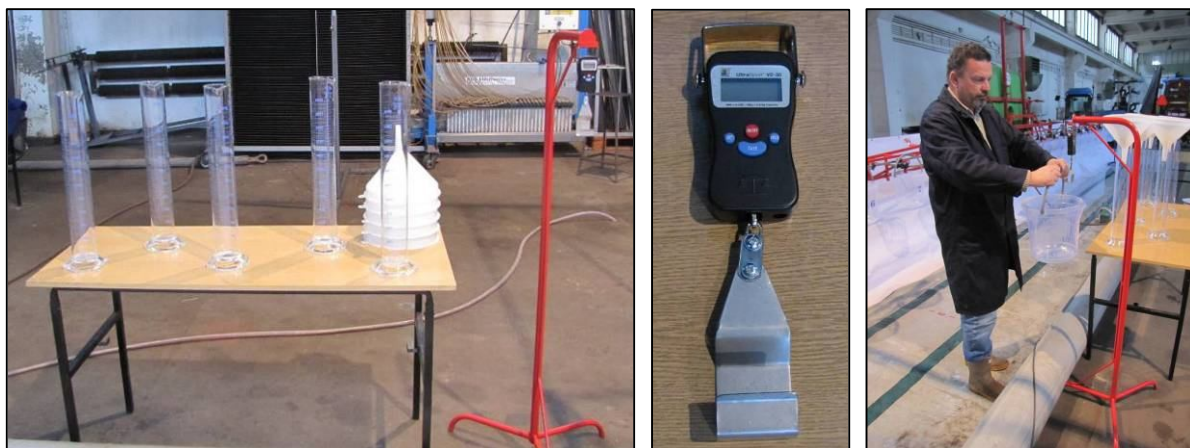
Metodyka prowadzenia badań

W badaniach porównywano:

- metodę wagową wykorzystującą wiaderka plastikowe i wagę haczykową,
- metodę objętościową wykorzystującą wiaderka plastikowe i 5 cylindrów miarowych 2,0 l,
- zestaw 20 menzur miarowych SCHACHTNER i adaptery do rozpylaczy HERBST,
- przepływomierze SprayTest-45 i SprayTest-75 (Polska).



Rys. 1-3. Wiaderka o pojemności 10 l stosowane w metodzie wagowej i objętościowej: ważenie wiaderka, wiaderka na belce opryskiwacza i sposób zawieszenia wiaderka na belce na specjalnym stelażu.



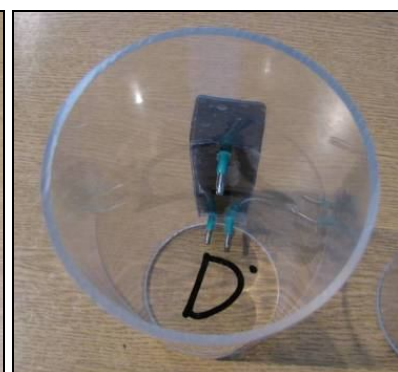
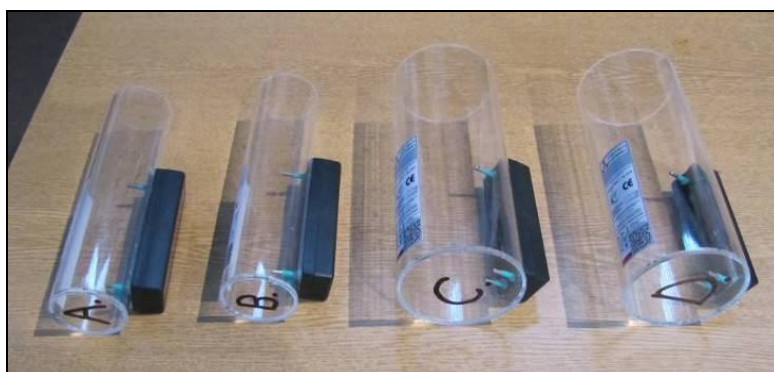
Rys. 4-6. Przyrządy wykorzystywane w metodzie wagowej i objętościowej: cylindry miarowe 2,0 l i lejki oraz stojak do wagi, waga haczykowa oraz sposób ważenia wiaderka.



Rys. 7. Stanowisko do pomiaru natężenia wypływu cieczy za pomocą zestawu menzur pomiarowych SCHACHTNER (20 menzur o poj. 2000 ml dokładność 20 ml) .



Rys. 8-9. Adaptery HERBST do odbierania cieczy z rozpylaczy na belce opryskiwacza, zestaw menzur SCHACHTNER, adapter HERBST (Prüftechnik Ernst Herbst, Unterachtel 14-16, D-92275 Hirschbach).



Rys. 10-11. Przepływomierze SprayTest-45 i SprayTest-75 (www.bdi.agro.pl).



Rys. 12-15. Przepływomierze SprayTest-45 i Spraytest-75 - sposób wykonywania pomiaru natężenia wypływu cieczy i czasu wykonywania poszczególnych czynności.

Badania porównawcze prowadzono w trzech etapach:

- pomiary natężenia wypływu wraz z pomiarami czasów wykonywania poszczególnych czynności za pomocą w/w urządzeń pomiarowych,
- symulacje czasu badania rozpylaczy w opryskiwaczach polowych wyposażonych w inną niż badana liczbę rozpylaczy za pomocą w/w urządzeń pomiarowych,
- symulacje pełnego kosztu inspekcji opryskiwaczy polowych wyposażonych w inną niż badana liczbę rozpylaczy za pomocą w/w urządzeń pomiarowych.

We wszystkich pomiarach wykorzystano opryskiwacz zawieszany Krukowiak (symbol 155/3) z belką 12 metrów i potrójnymi korpusami rozpylaczy. Opryskiwacz wyprodukowano w 1999 roku, posiadał pompę o wydatku nominalnym 105 l/min, zbiornik o pojemności 500 l. Wszystkie testy wykonano w 3 powtórzeniach dla fabrycznie nowych rozpylaczy firmy TeeJet. Pomiary prowadzono dla 4 typów rozpylaczy – po 10 sztuk każdego rodzaju:

- standardowe o strumieniu płaskim o rozszerzonym zakresie ciśnienia:
 - o XR 1106 VS (2,37 l/min @ 3 bary)
 - o XR 1108 VS (3,16 l/min @ 3 bary)
- eżektorowe o strumieniu płaskim:
 - o AIXR 110025 VP-C (1,2 l/min @ 4,5 bar)
 - o AIXR 11004 VP-C (1,9 l/min @ 4,5 bar)

Dla każdej z metod inspekcji rozpylaczy wykonano pomiary natężenia wypływu cieczy z pojedynczych rozpylaczy oraz zmierzono czasy wykonywania poszczególnych czynności (chronometraż). Niektóre wartości - dotyczące czynności pomocniczych i przygotowawczych - przyjęto na podstawie wyników badań prowadzonych w 2013 roku. Na podstawie zmierzonych wartości objętości lub masy cieczy wypływającej z rozpylaczy dla każdej z metod i każdego typu rozpylaczy obliczano odchyłki (%) od wydatków nominalnych. W ramach każdej z metod oceniano powtarzalność wyników pomiarów natężenia wypływu cieczy poprzez obliczenie współczynnika zmienności. Wartości te poddano analizie statystycznej (analiza wariancji i test Duncan'a).

Obliczenia i symulacje.

Po wykonaniu pomiarów natężenia wypływu cieczy i chronometrażu czasu pracy wykonano obliczenia średniego czasu badania jednego rozpylacza dla każdego typu rozpylaczy i każdej z metod. Następnie przeprowadzono symulacje czasu i kosztu badania opryskiwacza w zależności od:

- metody badania rozpylaczy
- długości belki: 12, 24 i 36 m
- liczby rozpylaczy w korpusie / liczby badanych zestawów rozpylaczy: 1, 3, 5
- stawki godzinowej pracowników – koszt pracodawcy: średnia krajowa (ok. 3900 zł/m-c) i płaca minimalna (1680 zł/m-c)

- liczby inspekcji przeprowadzanych w ciągu roku (100, 200, 500, 1000, 1500)
- rodzaju i wartości wyposażenia stałego SKO (urządzenia pomiarowe, budynki) (wartość zależna od metody i wyposażenia potrzebnego do jej stosowania)

Założenia do symulacji czasów wykonywania inspekcji rozpylaczy w opryskiwaczach wyposażonych w belki polowe o długości 12, 24 i 36 metrów z 1, 3 lub 5 kompletami rozpylaczy zamontowanych na opryskiwaczu opracowano na podstawie danych chronometrażowych uzupełnionych o założone wartości czasów wykonywania innych czynności. Założono wykonywanie tych pomiarów w stacjonarnej Stacji Kontroli Opryskiwaczy na stanowisku pomiarowym gotowym do pracy. Symulacje te prowadzono dla tylko czasów badania rozpylaczy, bez czasu przygotowania stanowiska i inspekcji pozostałych elementów opryskiwacza.

Założenia do symulacji.

Przyjęto następujące założenia:

Metoda wagowa:

- A. Czas włączania + czas wyłączenia opryskiwacza dla odcinka belki 12 m = **60 sekund**
- B. Czas pomiaru z zapisywaniem odczytów – odcinek belki 1,0 m (1 osoba) = **49,4 sek.**
- C. Ocena rozpylaczy, czy mieszczą się w limicie $\pm 10\%$ – odcinek belki 1,0 m = **6 sek.**
- D. Czas obracania rozpylaczy – odcinek belki 1,0 m = **4 sek.**

Czas badania obliczano wg wzorów:

Czas badania - 1 komplet (s) = [dł. belki x (B + C)] + A

Czas badania - 3 komplety (s) = [3 x dł. belki x (B + C) + A] + [2 x dł. belki x D]

Czas badania - 5 kompletów (s) = [5 x dł. belki x (B + C) + A] + [4 x dł. belki x D]

Metoda objętościowa – 5 cylindrów miarowych:

- A. Czas włączania + czas wyłączenia opryskiwacza dla odcinka belki 12 m = **60 sekund**
- B. Czas pomiaru z zapisywaniem odczytów – odcinek belki 1,0 m (1 osoba) = **112 sek.**
- C. Ocena rozpylaczy, czy mieszczą się w limicie $\pm 10\%$ – odcinek belki 1,0 m = **6 sek.**
- D. Czas obracania rozpylaczy – odcinek 1,0 m = **4 sek.**

Czas badania obliczano wg wzorów:

Czas badania - 1 komplet (s) = [dł. belki x (B + C)] + A

Czas badania - 3 komplety (s) = [3 x dł. belki x (B + C) + A] + [2 x dł. belki x D]

Czas badania - 5 kompletów (s) = [5 x dł. belki x (B + C) + A] + [4 x dł. belki x D]

Zestaw SCHACHTNER:

- A. Zakładanie adapterów +montaż węży – odcinek belki 1,0 m (1 osoba) = **48,04 sek.**
- B. Zakładanie adapterów +montaż węży – odcinek belki 1,0 m (2 osoby) = **29,50 sek.**
- C. Próba szczelności dla odcinka belki 12 m = **161,19 sek.**
- D. Czas włączania + czas wyłączenia opryskiwacza dla odcinka belki 12 m = **60 sekund**
- F. Czas pomiaru z zapisywaniem odczytów – odcinek belki 1,0 m (2 osoby) = **26,2 sek.**
- G. Zdejmowanie 1 adaptera – odcinek belki 1,0 m (1 osoba) = **22,98 sek.**
- H. Zdejmowanie 1 adaptera – odcinek belki 1,0 m (2 osoby) = **14 sek.**
- I. Ocena rozpylaczy, czy mieszczą się w limicie $\pm 10\%$ – odcinek belki 1,0 m = **6 sek.**
- J. Czas obracania rozpylaczy – odcinek 1,0 m = **4 sek.**
- K. Czas przestawiania zestawu dla odcinka belki 12 m = **108,20 sek.**

Czas badania obliczano wg wzorów:

Czas badania - 1 komplet (s) = dł. belki x (B + F + H + I) + C + D + K

Czas badania - 3 komplety (s) = [3 x dł. belki x (B + F + H + I)] + [2 x dł. belki x J] + 3 x (C + D + K)

Czas badania - 5 kompletów (s) = [5 x dł. belki x (B + F + H + I)] + [4 x dł. belki x J] + 5 x (C + D + K)

SprayTest-45 / SprayTest-75:

Dla obu przepływomierzy przyjęto wspólne założenia, różniące się jedynie czasem pomiaru jednego rozpylacza 32,8 s dla SprayTest-45 i 60 s dla SprayTest-75.

A. Czas włączania + czas wyłączania opryskiwacza dla odcinka belki 12 m = **60 sekund**

B. Czas pomiaru z zapisywaniem odczytów – odcinek belki 1,0 m (1 osoba) = **32,8 / 60 sek.**

C. Ocena rozpylaczy, czy mieszczą się w limicie $\pm 10\%$ – odcinek belki 1,0 m = **6 sek.**

D. Czas obracania rozpylaczy – odcinek 1,0 m = **4 sek.**

Czas badania obliczano wg wzorów:

Czas badania - 1 komplet (s) = [dł. belki x (B + C)] + A

Czas badania - 3 komplety (s) = [3 x dł. belki x (B + C) + A] + [2 x dł. belki x D]

Czas badania - 5 kompletów (s) = [5 x dł. belki x (B + C) + A] + [4 x dł. belki x D]

Koszty badania.

W celu obliczenia teoretycznych kosztów inspekcji opryskiwaczy polowych wyposażonych w belki o różnej długości i różną liczbę kompletów rozpylaczy dokonano następujących założeń:

- SKO stacjonarna
- SKO zatrudnia 1 pracownika (w przypadku konieczności udziału drugiej osoby przy niektórych czynnościach – angażowany jest właściciel/operator opryskiwacza)
- SKO wykorzystuje wspólnie z innymi działaniami budynku i pracownika
- diagnosta, który nie wykonuje inspekcji zatrudniony jest do innych zadań, dlatego koszt pracy podczas inspekcji zależy jedynie od czasu wykonywania inspekcji
- dodatkowo wydłużono czas inspekcji o 5% na inne czynności, np. raportowanie do PIORiN
- koszt godziny pracy diagnosty (koszt pracodawcy) obliczono uwzględniając konieczność wypłacania wynagrodzenia również za okres urlopu i dni wolnych od pracy (koszt godziny pracy jest wyższy niż stawka godzinowa, ponieważ efektywny czas pracy nie uwzględnia urlopów i świąt, za które należy wypłacić wynagrodzenie):
 - o dni świąteczne, poza weekendami = 14 dni
 - o urlop pracownika = 26 dni roboczych
 - o ilość dni roboczych w roku = $365 - 52 \times 2 - 14 - 26 = 221$ dni
 - o ilość godzin roboczych w roku = $221 \times 8 = 1726$ godz.
 - o wynagrodzenie miesięczne brutto:
 - minimalna płaca = 1680 zł - koszt pracodawcy rocznie = 24 119,42 zł
 - średnia krajowa = 3900 zł - koszt pracodawcy rocznie = 55 991, zł
 - o koszt pracodawcy = 19,64% wynagrodzenia brutto
 - o koszt 1 godziny pracy:
 - płaca minimalna = **13,64 zł**
 - średnia krajowa = **31,67 zł**
- liczba inspekcji wykonywanych rocznie: 100, 200, 500, 1000, 1500
- inspekcje wykonywane są tylko jednym rodzajem sprzętu
- symulacje prowadzono dla następujących wariantów wyposażenia opryskiwaczy:
 - o opryskiwacz polowy z belką 12 m: 1, 3, 5 zestaw rozpylaczy
 - o opryskiwacz polowy z belką 24 m: 1, 3, 5 zestawy rozpylaczy
 - o opryskiwacz polowy z belką 36 m: 1, 3, 5 zestawy rozpylaczy

- w przypadku teoretycznej liczby inspekcji możliwych do wykonania większej niż limit godzin roboczych w roku przyjęto:
 - o wykorzystanie budynków = 100%
 - o liczba inspekcji – jak dla innych metod (100, 200, 500, 1000, 1500)
- czas amortyzacji sprzętu diagnostycznego – 10 lat
- czas amortyzacji budynków trwałych – 40 lat
- wartość budynków trwałych – 100 000 zł
- proporcja obciążenia ratami amortyzacyjnymi działalności SKO zależna od czasu trwania i liczby wykonywanych inspekcji (liczba godzin inspekcji dzielona przez liczbę godzin pracy w roku tu: 1726 godz.)
- wartość sprzętu pomiarowego do inspekcji rozpylaczy:

▪ waga + wiaderka	575 zł
▪ 5 cylindrów + wiaderka	1 375 zł
▪ zestaw SCHACHTNER + 20 adapterów	25 000 zł
▪ przepływomierz SprayTest-45	500 zł
▪ przepływomierz SprayTest-75	500 zł
- wartość sprzętu diagnostycznego innego niż do inspekcji rozpylaczy = **10 000 zł**
- czas ustawiania opryskiwacza na stanowisku = **3 min**
- czas badania ogólnego = **3 min**
- czas badania pozostałych elementów opryskiwacza jednakowy dla wszystkich długości belek i liczby kompletów rozpylaczy = **15 min**
- czas raportowania jednakowy dla wszystkich metod inspekcji rozpylaczy, długości belek i liczby kompletów rozpylaczy = **4 min**
- całkowity czas inspekcji = [czas badania ogólnego + czas badania pozostałych elementów opryskiwacza + czas pisania protokołu + czas inspekcji rozpylaczy z tabeli 16] + 5% (raportowanie do PIORiN i inne konieczne oraz nieprzewidziane czynności)
- pozostałe koszty stałe prowadzenia SKO (podatki, koszty napraw itp.) pominięto, zakładając że zawierają się w błędzie oszacowania pozostałych kosztów (praca, budynki i sprzęt diagnostyczny)
- w odniesieniu do kosztów zmiennych należy przyjąć, że będą one proporcjonalne do czasu wykonywania inspekcji i nie będą większe niż błąd oszacowania kosztów pracy.

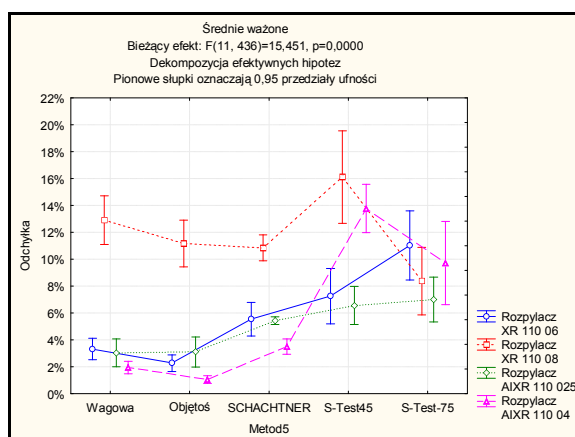
Wyniki i ich omówienie.

Największe odchyłki od wydatku nominalnego 8,38-16,11% zmierzono dla rozpylaczy XR 110 08 o wydatku nominalnym 3,16 l/min. Każdą z metod zmierzono wydatki mniejsze od nominalnych. Istotnie większe odchyłki dla wszystkich typów rozpylaczy zmierzono urządzeniem SprayTest. Wynikało to częściowo z mniejszej dokładności pomiarowej (100 ml) oraz z dużej zmienności pomiarów (tab. 3, rys. 17). Przy właściwym ustawieniu urządzenia względem strumienia cieczy, lub przy odrzucaniu pomiarów ewidentnie zawyżonych, możliwe było znaczne poprawienie dokładności pomiarowej urządzenia zbudowanego z myślą wykorzystania podczas kalibracji opryskiwacza. Wartości najbliższe nominalnemu natężeniu wypływu zmierzono zarówno metodą wagową jak i objętościową. Należy uznać, że metoda wagowa jest metodą dokładną i może być polecana do różnych zastosowań. Najlepszą powtarzalność pomiarów uzyskano metodami wagową i objętościowymi (oba warianty), gdzie zmienność między powtórzeniami (kolejne pomiary dla tego samego egzemplarza rozpylacza) nie przekraczała wartości CV=3,81%. Dla Przepływomierza przeznaczonego do kalibracji opryskiwaczy (SprayTest) wartości te zawierały się w granicach 2,74÷7,02% (tab. 3, rys. 18).

Tabela 2. Wartości średnie odchyłek (%) od wydatku nominalnego dla 5 metod pomiaru i 4 typów rozpylaczy płaskostrumieniowych.

Metoda pomiaru	Typ rozpylaczy			
	AIXR 110 025	AIXR 110 04	XR 110 06	XR 110 08
Objętość – 5 cylindrów 2,0 l	3,11 ab	1,05 a	2,27 a	11,17 ij
Objętość – 20 menzur SCHACHTNER	5,43 b-d	3,50 a-c	5,54 c-d	10,84 ij
Masa – wiaderka i waga haczykowa	3,03 ab	1,95 a	3,32 a-c	12,90 jk
Przepływ – SprayTest-45	6,55 ef	13,76 k	7,26 ef	16,11 l
Przepływ – SprayTest-75	7,00 ef	9,71 hi	11,02 ij	8,38 fg

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Duncan'a ($P < 0,05$).

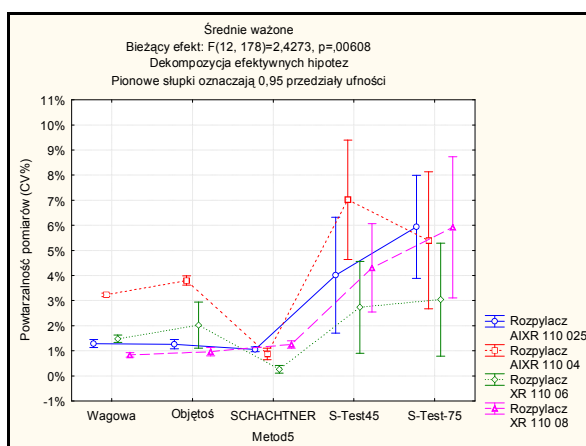


Rys. 16. Wartości średnie odchyłek (%) od wydatku nominalnego dla 5 metod pomiaru i 4 typów rozpylaczy płaskostrumieniowych oraz zakresy 95% przedziałów ufności.

Tabela 3. Wielkość zmienności między powtórzeniami (średnie CV% dla 10 rozpylaczy) dla 5 metod pomiaru i 4 typów rozpylaczy płaskostrumieniowych.

Metoda pomiaru	Typ rozpylaczy			
	AIXR 110 025	AIXR 110 04	XR 110 06	XR 110 08
Objętość – 5 menzur 2,0 l	1,27 a-d	3,81 e-g	2,03 a-e	0,97 a-c
Objętość – 20 menzur SCHACHTNER	1,06 a-c	0,88 ab	0,26 a	1,26 a-d
Masa – wiaderka i waga haczykowa	1,29 a-d	3,23 d-f	1,48 a-d	0,84 ab
Przepływ – SprayTest-45	4,01 e-h	7,02 i	2,74 b-f	4,31 f-h
Przepływ – SprayTest-75	5,94 hi	5,40 g-i	3,04 c-f	5,92 hi

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Duncan'a ($P < 0,05$).



Rys. 17. Wielkość zmienności między powtórzeniami (średnie CV% dla 10 rozpylaczy) dla 5 metod pomiaru i 4 typów rozpylaczy płaskostrumieniowych oraz zakresy 95% przedziałów ufności.

Czas badania.

Czasy badania 1 rozpylacza w zależności od wydatku nominalnego i metody pomiarowej zestawiono w tabeli 4. Wartości te wykorzystano do symulacji czasu badania wszystkich

rozpylaczy w zależności od metody pomiaru, długości belki i liczby kompletów rozpylaczy zamontowanych na opryskiwaczu polowym. W w/w wyliczeniach zakładano prowadzenie badań w stacjonarnej SKO, gdzie stanowisko pomiarowe jest już przygotowane (np. rozłożony basen). Do symulacji przyjęto średnie czasy z wartości mierzonych dla rozpylaczy o nominalnym natężeniu wypływu od 1,20 do 3,13 l/min.

Tabela 4. Czas badania rozpylaczy w zależności od metody pomiarowej i natężenia wypływu cieczy z rozpylaczy.

Metoda / czynność	Pomiar objętości / masy cieczy wypływającej w jednostce czasu			Pomiar przepływu cieczy	
	20 menzur + adaptery	5 cylindrów + wiaderka	Waga + wiaderka	Spray-Test-45	Spray-Test-75
Czas pomiaru 1 rozpylacza w zależności od jego wydatku (s)					
od	4,3	42	13,9	20,3	40,6
do	6,0	41	12,7	12,5	19,3
Odczyt i zapis	5-11	0	11,4	0	0
Inne (circa)	45	15	0	0	0
Pomiar+odczyt+zapis Do symulacji	=5,1+8 = 13,1	41+15 = 56	13,3+11,4 = 24,7	16,4	30,0
RAZEM	54,3 ÷ 62,0	56 ÷ 57	24,1 ÷ 25,3	12,5 ÷ 20,3	19,3 ÷ 40,6
Wydatek rozpylacza l/min					
od	1,19	1,20	1,20	1,20	1,20
do	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16

Wyniki symulacji czasu badania rozpylaczy (min) w zależności od metody pomiaru, długości belki i liczby kompletów rozpylaczy zamontowanych na opryskiwaczu polowym zawiera tabela 5. Wykonując symulację założono, że badania prowadzone są stacjonarnie w SKO. Wartości z tabeli 5 nie uwzględniają czasu przygotowania stanowiska pomiarowego.

Tabela 5. Czas badania rozpylaczy (min) w zależności od metody pomiaru, długości belki i liczby kompletów rozpylaczy zamontowanych na opryskiwaczu polowym. Wartości średnie dla rozpylaczy o nominalnym natężeniu wypływu z zakresu 1,20 ÷ 3,13 l/min.

Liczba kompletów rozpylaczy	Długość belki (rozstawa rozpylaczy 50 cm)		
	12 m	24 m	36 m
Wagowa – wiaderka + waga haczykowa			
1	12,1	23,2	34,2
3	35,8	70,7	105,5
5	59,6	118,2	176,8
Objętościowa – wiaderka + 5 menzur 2,0 l			
1	24,6	48,2	71,8
3	73,4	145,8	218,2
5	122,2	243,4	364,6
Objętościowa - zestaw menzur 2000 ml SCHACHTNER			
1	18,9	34,1	49,2
3	58,4	105,5	152,5
5	97,9	176,8	255,7
Przeływomierz SprayTest 45 mm			
1	8,8	16,5	24,3
3	25,9	50,8	75,6
5	43,0	85,0	127,0
Przeływomierz SprayTest 45 mm			
1	27,4	27,4	40,6
3	83,4	83,4	124,6
5	139,4	139,4	208,6

Tabele 6-8 zawierają symulowane koszty (zł) wykonania całej (jednej) inspekcji opryskiwacza poleowego w zależności od metody badania natężenia wypływu cieczy z rozpylaczy, liczby kompletów rozpylaczy oraz liczby inspekcji wykonywanych w SKO rocznie. Uwzględnione proporcjonalne korzystanie z budynków - wartość budynków 100 000 zł, amortyzacja 40 lat. Amortyzacja sprzętu diagnostycznego – 10 lat. Czas badania ogólnego, inspekcji pozostałych elementów i wypełniania raportu – łącznie 25 minut. Badanie wykonuje 1 pracownik (SCHACHTNER – 2 osoby).

Tabela 6. Koszt badania (zł) - opryskiwacz z belką 12 m.

L. inspekcji	Całkowity koszt 1 badania/inspekcji [zł] dla wynagrodzenia minimalnego = 1680 brutto					Całkowity koszt 1 badania/inspekcji [zł] dla wynagrodzenia minimalnego = 1680 brutto				
	100	200	500	1000	1500	100	200	500	1000	1500
12 m - 1 komplet										
WAGOWA	32	27	24	23	22	20	15	12	11	10
OBJĘTOŚĆ	40	34	31	30	29	24	19	15	14	14
SCHACHTNER	60	43	32	29	28	47	29	19	15	14
SprayTest-45	30	25	22	21	20	19	14	11	10	10
SprayTest-75	33	28	25	24	23	21	16	12	11	11
12 m - 3 komplety										
WAGOWA	46	41	37	36	36	27	21	18	17	17
OBJĘTOŚĆ	68	63	59	58	57	37	32	28	27	26
SCHACHTNER	83	66	55	52	50	57	39	29	25	24
SprayTest-45	40	35	32	31	30	24	19	16	14	14
SprayTest-75	49	44	41	40	40	28	23	20	19	18
12 m - 5 kompletów										
WAGOWA	60	54	51	50	49	33	28	24	23	23
OBJĘTOŚĆ	97	91	87	85	84	50	44	41	39	38
SCHACHTNER	106	89	78	74	72	67	50	39	35	33
SprayTest-45	50	45	41	40	40	28	23	20	19	19
SprayTest-75	66	60	57	56	55	36	30	27	26	25

Tabela 7. Koszt badania (zł) - opryskiwacz z belką 24 m.

L. inspekcji	Całkowity koszt 1 badania/inspekcji [zł] dla wynagrodzenia minimalnego = 1680 brutto					Całkowity koszt 1 badania/inspekcji [zł] dla wynagrodzenia minimalnego = 1680 brutto				
	100	200	500	1000	1500	100	200	500	1000	1500
24 m - 1 komplet										
WAGOWA	38	33	30	29	29	23	18	15	14	13
OBJĘTOŚĆ	54	48	45	44	43	31	25	22	20	20
SCHACHTNER	69	52	41	38	37	51	33	23	19	18
SprayTest-45	35	29	26	25	25	21	16	13	12	12
SprayTest-75	41	36	32	31	31	24	19	16	15	15
24 m - 3 komplety										
WAGOWA	66	61	58	56	55	36	30	27	26	25
OBJĘTOŚĆ	110	105	101	98	97	56	51	47	44	43
SCHACHTNER	111	93	83	78	76	69	52	41	37	35
SprayTest-45	54	49	46	45	44	30	25	22	21	20
SprayTest-75	73	68	65	64	62	39	34	31	29	28
24 m - 5 kompletów										
WAGOWA	93	88	85	83	82	48	43	40	38	37
OBJĘTOŚĆ	167	161	156	152	151	82	76	71	68	66
SCHACHTNER	152	134	124	118	116	88	71	60	54	52
SprayTest-45	74	69	66	65	63	39	34	31	30	29
SprayTest-75	106	100	97	95	93	54	49	45	43	42

Tabela 8. Koszt badania (zł) - opryskiwacz z belką 36 m.

L. inspekcji	Całkowity koszt 1 badania/inspekcji [zł] dla wynagrodzenia minimalnego = 1680 brutto					Całkowity koszt 1 badania/inspekcji [zł] dla wynagrodzenia minimalnego = 1680 brutto				
	100	200	500	1000	1500	100	200	500	1000	1500
36 m - 1 komplet										
WAGOWA	45	40	36	35	35	26	21	18	17	16
OBJĘTOŚĆ	67	62	58	57	56	37	31	28	27	26
SCHACHTNER	78	60	50	46	45	55	37	27	23	22
SprayTest-45	39	34	31	30	29	23	18	15	14	14
SprayTest-75	48	43	40	39	39	28	23	19	18	18
36 m - 3 komplety										
WAGOWA	86	81	78	76	75	45	40	36	35	34
OBJĘTOŚĆ	152	146	142	138	137	75	70	65	62	60
SCHACHTNER	138	120	110	104	102	82	64	54	48	46
SprayTest-45	69	64	60	59	58	37	32	29	28	26
SprayTest-75	97	92	89	86	85	50	45	42	39	38
36 m - 5 kompletów										
WAGOWA	127	122	119	115	114	64	58	55	52	51
OBJĘTOŚĆ	237	231	223	220	218	114	108	100	97	95
SCHACHTNER	198	180	168	162	160	109	91	79	73	71
SprayTest-45	99	93	90	88	87	51	45	42	40	39
SprayTest-75	146	140	137	133	132	72	67	63	59	58

Podsumowanie:

1. Największą dokładność pomiarową wykazano dla metody wagowej i obu metod objętościowych.
2. Najmniejszą czasochłonność wykazano dla przepływomierza SprayTest-45 i metody wagowej, dla których czasy badania rozpylaczy w całym opryskiwaczu w zależności od długości belki i liczby kompletów rozpylaczy zawierały się odpowiednio w granicach 8,8÷127 i 12,1÷176,8 minut
3. Najmniejszy koszt inspekcji całego opryskiwacza generuje zastosowanie przepływomierza SprayTest-45 i metoda wagowa, co wynika z małej czasochłonności tych metod.
4. Największe koszty, w zależności od liczby inspekcji wykonywanych rocznie generują metoda objętościowa z 5 cylindrami miarowymi lub zestaw 20 menzur miarowych SCHACHTNER, co wynika z czasochłonności i kosztów aparatury pomiarowej w przypadku zestawu 20 menzur.

Planowany do wykorzystania przepływomierz AAMS posiada fabrycznie określony zakres pomiarowy do 1,5 l/min, co w przypadku stosowanych w badaniach rozpylaczy, z których 3 miały nominalne natężenie wypływu cieczy przekraczające ten zakres, spowodowało konieczność wyeliminowania go z badań. Wstępne próby wykazały, że przepływ był limitowany również przez konstrukcję urządzenia i nawet niedokładne pomiary (będące konsekwencją przekroczenia zakresu pomiarowego podanego w specyfikacji technicznej) nie były możliwe. Wobec powyższego poszerzono zakres prób wykonywanych przepływomierzem krajowej produkcji SprayTest o różne sposoby ustawiania tego przyrządu (pionowo i pod kątem ok. 45°) i o warianty wykonania różniące się średnicą cylindra pomiarowego (45 i 75 mm). Wykonane analizy wykazały brak istotnego statystycznie wpływu sposobu ustawienia na uzyskiwane wyniki pomiarów. Wobec powyższego porównywano tylko dwie wersje urządzenia różniące się średnicą cylindra – 45 vs. 75 mm.