

Metoda okresowej oceny sprawności technicznej opryskiwaczy z wykorzystaniem badania natężenia wypływu cieczy z rozpylaczy metodą wagową.

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

Opracowanie zawiera:

- **METODYKĘ oceny rozpylaczy metodą wagową**
- **BADANIA PORÓWNAWCZE – dokładności i powtarzalności pomiarów wykonywanych metodą wagową i objętościową**

Wstęp.

Norma PN-ISO 5682-2:2005 pt. Sprzęt do ochrony roślin -- Urządzenia opryskujące -- Część 2: Metody badań opryskiwaczy hydraulicznych wskazuje na możliwość wykonywania pomiaru ilości cieczy wypływającej z rozpylaczy hydraulicznych różnymi metodami. W punkcie 5 dotyczącym aparatury wskazuje się, że mogą być stosowane inne niż wskazane w normie przyrządy pomiarowe pod warunkiem zapewnienia takiej samej dokładności pomiarowej i uzyskanie takich samych wyników. Norma PN-ISO 5682-2:2005 wprowadziła w Polsce normę międzynarodową *ISO 5682-2:1997 Equipment for crop protection -- Spraying equipment -- Part 2: Test methods for hydraulic sprayers*, która jest obecnie w trakcie nowelizacji. Projekt normy **ISO/DIS 5682-2 (stan na 2014-11-14)** zawiera już bezpośredni zapis w **pkt 6.2.3.2**, że **objętość cieczy może być mierzona metodami objętościowymi lub wagowymi**. W przypadku stosowania metody wagowej zbiornik na ciecz musi być zważony przed zbieraniem cieczy (tara) w celu obliczenia wagi netto samej cieczy zawartej w zbiorniku. Ponadto wskazuje się, że ciecz z rozpylaczy powinna być zbierana przez czas umożliwiający uzyskanie dokładności pomiarowej 0,5% mierzonej objętości. W obecnie obowiązującej normie zapisano w punkcie 6, że mierzony czas nie powinien być krótszy niż 60 sekund a dokładność pomiarowa powinna wynosić $\pm 1s$.

Zastosowanie.

Metodyka badania natężenia wypływu cieczy z rozpylaczy metodą wagową może być wykorzystywana do pomiarów wydatku cieczy w opryskiwaczach montowanych na pojazdach kolejowych, charakteryzujących się wydatkiem cieczy do kilkunastu l/min. Może stanowić również alternatywę dla metod objętościowych i przepływowych podczas inspekcji różnych typów opryskiwaczy. Może zostać również wykorzystana przez inspektorów PIORiN w czasie wykonywania czynności kontrolnych.

METODYKA oceny rozpylaczy metodą wagową.

Wymagane wyposażenie:

- waga stołowa (dla pojemników otwartych typu kubek miarowy) – zakres pomiarowy do 5,0 kg, podziałka/dokładność odczytu nie więcej niż 2 gramy, materiał wodoodporny (np. stal nierdzewna) i/lub
- waga haczykowa – zakres pomiarowy do 30 kg, podziałka/dokładność odczytu nie więcej niż 10 gramów, materiał wodoodporny (np. stal nierdzewna), haczyk umożliwiający podwieszenie wszystkich stosowanych rodzajów pojemników
- stelaż/wieszak do wagi haczykowej (umożliwiający ergonomiczne zawieszanie ważonych pojemników z wodą/cieczą)
- stelaż do zawieszenia wiader pod badanymi rozpylaczami (dla pomiarów rozpylaczy zamontowanych na poziomych belkach: opryskiwacze polowe, opryskiwacze kolejowe montowane na platformach kolejowych, belki opryskiwaczy szklarniowych):
 - o stelaż montowany do belki opryskiwacza
 - o stelaż wolnostojący
- zestaw ponumerowanych pojemników z uchwytem (wiadro, kanister, baniak) umożliwiających zbieranie cieczy swobodnie wypływającej z rozpylaczy po podstawieniu lub podwieszeniu pod każdym z ocenianych rozpylaczy pojedynczego pojemnika



Rys. 1-4. Waga haczykowa, stelaż do wagi haczykowej i waga stołowa.



Rys. 5-6. Stelaż do zawieszenia (ponumerowanych) wiader pod badanymi rozpylaczami montowany do belki opryskiwacza.

Sposób pomiaru.

Pomiary należy wykonywać zgodnie z rozporządzeniem MRiRW w sprawie potwierdzania sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin (Dz. U. z 2013 r., poz. 1686) lub z rozporządzeniami je zmieniającymi / zastępującymi. W odniesieniu do opryskiwaczy polowych należy wykonać jednoczesny pomiar natężenia wypływu cieczy z rozpylaczy zainstalowanych na sekcji belki polowej opryskiwacza przy ciśnieniu roboczym wynoszącym: 3 bar – w przypadku rozpylaczy płaskostrumieniowych, albo 4,5 bar – w przypadku rozpylaczy eżektorowych, albo przy optymalnej wartości ciśnienia roboczego dla danego typu rozpylacza - w przypadku innych typów rozpylaczy (zał. 3, tabela, pozycja 2.8.3.3). Pomiar należy wykonać przy użyciu urządzenia do pomiaru natężenia wypływu cieczy z rozpylaczy, którego błąd pomiaru nie powinien przekraczać 2,5%. Ze względu na wymagany warunek uzyskania dokładności pomiaru nie przekraczającej 2,5%, w przypadku małych objętości cieczy, należy pomiar wykonywać do momentu zebrania objętości cieczy umożliwiającej uzyskanie odpowiedniej dokładności pomiaru.

W przypadku innego sprzętu ochrony roślin, np. opryskiwaczy kolejowych, należy stosować pojemniki o pojemności umożliwiającej zebranie całej cieczy jednocześnie ze wszystkich zamontowanych na takim sprzęcie rozpylaczy. Następnie pojemniki należy zważyć kolejno i od każdego uzyskanego wyniku odjąć masę odpowiedniego pojemnika. Najlepiej stosować pojemniki o masie nie różniące się o więcej niż 0,5% mierzonych masy wody, co w przypadku pomiaru wydatku cieczy = 1,0 l/min wynosi 5 gramów. Dzięki temu można uniknąć oznaczania /numerowania pojemników.

Wykonuj pomiary:

- przy ciśnieniu roboczym: 3 bary lub 4,5 bara lub przy optymalnej wartości ciśnienia
- tak by błąd pomiaru nie przekraczał 2,5%.
- przez czas co najmniej 60 sekund
- jednocześnie ze wszystkich rozpylaczy:
 - o w sekcji opryskowej – opryskiwacze polowe
 - o zamontowanych na opryskiwaczu – pozostałe opryskiwacze
- do pojemników o pojemności umożliwiającej zebranie całej cieczy
- do ponumerowanych pojemników lub różniące się masą o mniej niż 5 gramów

BADANIA PORÓWNAWCZE dokładności i powtarzalności pomiarów wykonywanych metodą wagową i objętościową

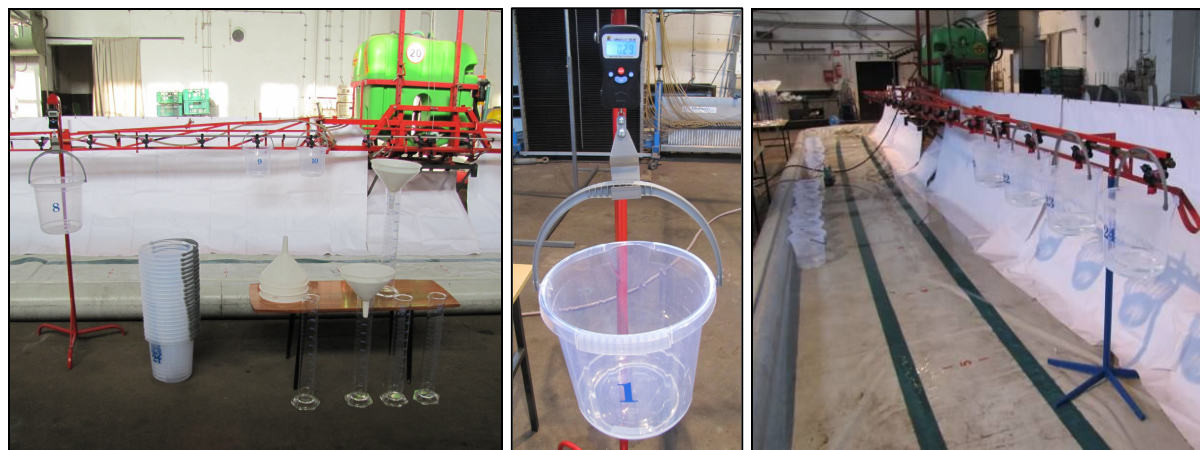
Metodyka badań porównawczych.

Przedmiotem badania była dokładność pomiarowa dwóch metod pomiaru natężenia wypływu cieczy z rozpylaczy ciśnieniowych. Porównane zostały metody polegające na pomiarze objętości oraz na pomiarze masy cieczy wypływającej z rozpylaczy. Oceniona została dokładność pomiarowa każdej z badanych metod.

Wykonywano pomiary masy i objętości cieczy zebranej w wiaderkach o pojemności 10 litrów. Wykorzystano 24 10-litrowe wiaderka wykonane z plastiku. Wiaderka zostały ponumerowane, a następnie każde z nich zostało zważone na wadze o dokładności pomiarowej co najmniej 0,1 g (waga min 0,5 g $d=0,01$ g; max 4100 g $e = 0,1$ g). Średnia masa wiaderek wynosiła 289,1 g z rozpiętością skrajnych wartości wynoszącą 3,33 g.



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



Rys. 4-6. Przyrządy wykorzystywane w metodzie wagowej objętościowej: stojak do wagi, ponumerowane wiaderka, cylindry miarowe z lejkami, waga haczykowa oraz sposób podparcia belki opryskiwacza.

W badaniach wykorzystano 4 typy rozpylaczy po 24 szt. każdego typu/rozmiaru, a próby powtarzano trzykrotnie (powtórzenia). Stosowano rozpylacze płaskostrumieniowe standardowe i eżektorowe firmy TeeJet:

- standardowe 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 AIXR 110025 VP-C (1,2 l/min @ 4,5 bar)
 - o AIXR 11004 VP-C (1,9 l/min @ 4,5 bar)

Rozpylacze pracowały przy ciśnieniach wynikających z rozporządzeń MRiRW w sprawie wymagań dotyczących sprawności technicznej opryskiwaczy z 18 grudnia 2013 r. poz. 1742 oraz w sprawie potwierdzania sprawności technicznej opryskiwaczy z 30 grudnia 2013 r. poz. 1686. Po ustaleniu ciśnienia cieczy na zaworze głównym opryskiwacza połowego wyłączano wypływ cieczy z rozpylaczy na czas zawieszania wiaderek pod rozpylaczami. W celu zawieszania wiaderek we właściwej pozycji ws. do rozpylaczy zbudowano specjalny stelaż z haczykami montowany do belki (rys. 5-6). Wiaderka zawieszano pod rozpylaczami w taki sposób, aby była do nich zbierana cała ciecz wypryskiwana z rozpylaczy. Następnie włączano wszystkie rozpylacze na czas od 30 do 60 sekund w zależności od nominalnego natężenia wypływu cieczy. Taki sposób postępowania wynikał z konieczności jednorazowego zmieszczenia do cylindra miarowego o pojemności 2,0 l całej cieczy zebranej do wiaderka. Po wyłączeniu zaworu głównego wiaderka wraz z wodą były ważone kolejno za pomocą wagi haczykowej, a następnie ciecz z każdego wiaderka przelewana była do cylindrów miarowych o pojemności 2,0 l i podziałce 20 ml. W celu uniknięcia przechyłu belki opryskiwacza stosowano podporę pod część belki, z której zdejmowano wiaderka najpóźniej. Masa wody w wiaderku obliczana była po odjęciu od wyniku ważenia (brutto) masy wiaderka (tara). Następnie masa wody przeliczana została na objętość przy założeniu $1\text{ g} = 1\text{ ml}$ (z pominięciem współczynników rozszerzalności cieplnej). Cały cykl powtórzony został dla wszystkich stosowanych rozpylaczy. Następnie obliczono parametry umożliwiające ocenę dokładności pomiarowej, takie jak współczynniki zmienności między powtórzeniami i w powtórzeniach oraz współczynniki korelacji Pearsona wyznaczające poziom zbieżności wyników pomiaru masy i objętości. Wyniki pomiarów zawiera tabela 1.

Wyniki badań.

Woda jako ciecz, pod wpływem wzrostu swojej temperatury podlega rozszerzalności objętościowej, co wyraża się zmianami gęstości. Im wyższa temperatura, tym mniejsza gęstość i większa objętość wody przypada na jednostkę masy. Zmiany te są jednak na tyle niewielkie, że przy pomiarach natężenia wypływu cieczy z rozpylaczy można je pominąć. W przeprowadzonych badaniach różnica między objętością przeliczoną z masy a zmierzoną objętością nie przekraczała 1,41% zmierzonej objętości (tab. 1). Korelacja między objętością przeliczoną z masy a zmierzoną objętością (współczynnik korelacji r) była wysoka ($r = 0,934 \div 0,986$). Należy zakładać, że część z tej różnicy wynikała z niedokładności pomiarowej. Przy 30°C 1 kg wody ma objętość zwiększoną o 0,437 % (1,00437 litra). Wobec wymaganej dokładności pomiarowej (2,5%), a także w celu uproszczenia procedury, można pominąć przyrost objętości o nie więcej niż pół procenta. Dlatego można stosować przelicznik:

$$1,0\text{ kg} = 1,0\text{ l} \text{ oraz odpowiednio } 1\text{ g} = 1\text{ ml}$$

Różnice między średnimi wartościami masy i objętości cieczy zebranej z rozpylaczy nie przekraczały 1,14%. Wobec dopuszczalnego błędu pomiarowego 2,5% oznacza to, że pominięcie rozszerzalności cieplnej wody nie zwiększyło nadmiernie błędu pomiaru. Zmienność między powtórzeniami (między 3 pomiarami dla każdego egzemplarza rozpylacza) wynosiła dla pomiarów objętości cieczy od 1,06 do 3,82% oraz odpowiednio dla metody wagowej $1,08 \div 3,92\%$. Analogicznie w powtórzeniach (między 10 rozpylaczami) $0,91 \div 1,81$ i $0,93 \div 2,14$ dla metody wagowej. W doświadczeniu wykorzystywano fabrycznie nowe rozpylacze i dlatego zmienność między nimi była niewielka. Większa zmienność między powtórzeniami niż w powtórzeniach wynika z tego, że jest ona sumą zmienności pomiarowej i zmienności rozpylaczy. Wyniki badań porównawczych dla metody wagowej i objętościowej zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry mierzone metodą wagową i objętościową dla 4 typów rozpylaczy –średnie z 3 powtórzeń.

Parametr / Rozpylacz	AIXR 110 025 VP-C	AIXR 110 04 VP-C	XR 110 06 VS	XR 110 08 VS
Wydatek nominalny rozpylaczy (l/min)	1,20	1,90	2,37	3,16
Ciśnienie (bar)	4,5	4,5	3,0	3,0
Pomiary masy cieczy wypływającej z rozpylaczy – 24 wiaderka + waga haczykowa				
Średnia masa (g/min)	1228	1871	2321	2828
CV% między powtórzeniami	1,76%	1,08%	2,09%	3,92%
CV% w powtórzeniach	2,14%	0,93%	2,15%	1,73%
Średnie odchyłki od wydatku nominalnego (%) – (założenie: 1g = 1 ml)	+2,73%	-1,74%	-3,19%	-11,92%
Pomiary objętości cieczy wypływającej z rozpylaczy – 24 wiaderka + 5 cylindrów miarowych 2,0 l				
Średnia objętość (ml/min)	1236	1896	2338	2869
CV% między powtórzeniami	1,77%	1,06%	1,39%	3,82%
CV% w powtórzeniach	1,81%	0,91%	1,52%	1,71%
Średnie odchyłki od wydatku nominalnego (%)	+2,93%	-1,13%	-2,02%	-10,34%
Relacja masa - objętość				
Różnica (ml/min – g/min)	8	25	17	40
Różnica jako % objętości	0,66%	1,32%	0,72%	1,41%
Korelacja masa-objętość (r)	0,982	0,966	0,934	0,986