

Metodyka

badania porównawcze okresowej oceny rozpylaczy za pomocą pomiaru natężenia wypływu cieczy z pojedynczych rozpylaczy i pomiaru rozkładu poprzecznego.

Autor: Artur Godyń, Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice
Stan na dzień 17 czerwca 2013 roku.

Metodyka zawiera opis sposobu porównania oraz kryteria oceny metod badania stanu rozpylaczy podczas inspekcji opryskiwaczy.

Rozdział 1. Warunki wspólne dla porównywanych metod

1.1. Opryskiwacz

We wszystkich metodach wykorzystywany będzie opryskiwacz zawieszany Krukowiak (symbol 155/3) z belką 12 metrów i potrójnymi korpusami rozpylaczy. Pompa o wydatku nominalnym 105 l/min, zbiornik o pojemności 500 l. Rok produkcji 1999.

2.2. Rozpylacze

We wszystkich badaniach wykorzystane zostaną 3 typy rozpylaczy:

- płaskostrumieniowe standardowe (LU 120 -03) pomiar przy 3,0 barach
- płaskostrumieniowe eżektorowe (ID 120-03) pomiar przy 4,5 bara
- płaskostrumieniowe dwustrumieniowe eżektorowe (IDKT 120-03) pomiar przy 4,5 bara

3. Powtórzenia

We wszystkich badaniach wykonane zostaną 4 powtórzenia dla każdego typu rozpylacza.

Rozdział 2. Pomiary

2.1. Sprzęt pomiarowy – rozkład poprzeczny

W badaniach wykorzystane zostaną 2 rodzaje sprzętu:

- stół elektroniczny SPRAYER TEST 1000 firmy PESSL Instruments (Austria) rok prod. 1999
- ręczny stół firmy LURMARK

2.2. Sprzęt pomiarowy – natężenie wypływu

W badaniach wykorzystane zostaną 2 rodzaje sprzętu:

- zestaw SCHACHTNER (20 menzur o poj. 2000 ml dokładność 20 ml)
- przepływomierz LURMARK

2.3 Pomiary wykonywane dla wszystkich metod

Dla każdej z metod zmierzony będzie i przyjęty jako wspólny do dalszych obliczeń:

- czas zakładania rozpylaczy

- czas zdejmowania rozpylaczy
- czas obracania korpusów + sprawdzenie czy rozpylacze równo pryskają
- czas ustawiania opryskiwacza na stanowisku
- czas badania ogólnego
- czasy badania innych elementów niż rozpylacze
 - o w tym czas badania spadku ciśnienia na końcach sekcji opryskowych

2.4. Pomiary specyficzne wykonywane dla poszczególnych metod

Ze względu na specyfikę ocenianych metod, dla każdej z nich będą wykonywane dodatkowo pomiary:

- stół elektroniczny SPRAYER TEST 1000:

- czas przygotowania stanowiska pomiarowego (rozłożenie basenu, rozłożenie, szyn, ustawienie „wózka – stołu”, uruchomienie komputera i oprogramowania, sprawdzenie łączności ze stołem)
- czas wprowadzania danych do oprogramowania (rodzaj opryskiwacza, typ rozpylaczy itp.)
- czas pomiaru od momentu naciśnięcia „Pomiar łączny” do zakończenia pomiaru
- czas czynności końcowych (np. wydruk wyników badania)
- czas przygotowania do kolejnego pomiaru
- wynik badania (CV%, średnie wydatki pojedynczych rozpylaczy, liczba cylindrów poza tolerancją $\pm 10\%$)

- stół ręczny LURMARK:

- czas przygotowania stanowiska pomiarowego (rozłożenie basenu, rozłożenie i ustawienie stołu)
- czas pomiaru natężenia wypływu cieczy z kilku rozpylaczy (w celu ustalenia czasu pomiaru na stole) wraz z czasem dokonywania obliczeń czasu pomiaru na stole
- czas pojedynczego pomiaru (od ustawienia stołu do ustawienia na nowym stanowisku)
 - w tym:
 - o czas pryskania
 - o czas spisywania / zliczania menzur poza dopuszczalnym zakresem
 - o czas opróżniania i przestawiania na nowe miejsce i ustawiania na nowym miejscu
- czas czynności końcowych po ostatnim pomiarze (przenoszenie stołu na nowe miejsce lub innych czynności)
- wynik badania – dla każdego pomiaru (segment 3 m): liczba menzur z odchyłką 15% *in plus*, liczba menzur z odchyłką 15% *in minus*, procent menzur z odchyłką 15%.

- przepływomierz:

- czas przygotowania stanowiska pomiarowego (rozłożenie basenu, rozłożenie i ustawienie stołu)
- czas pojedynczego pomiaru (od podstawienia przepływomierza do podstawienia pod kolejny rozpylacz) – w tym:
 - o ile osób może wykonać pomiar
 - o czas pomiaru (trzymanie przepływomierza pod rozpylaczem i odczyt wartości przepływu)
 - o czas odnotowywania danych dla przepływomierza bez rejestracji danych (w celu odróżnienia od przepływomierza z automatyczną rejestracją danych)
- czas czynności końcowych po ostatnim pomiarze (opłukanie i zabezpieczenie przepływomierza, odłożenie na miejsce itp.).

- zestaw SCHACHTNER – 20 menzur poj. 2000 ml:

- czas przygotowania stanowiska pomiarowego (rozłożenie basenu, rozłożenie i ustawienie zestawu)
- czas zakładania adapterów odbierających ciecz z rozpylaczy
- czas przekładania adapterów na kolejne rozpylacze
- czas zdejmowania adapterów po ostatnim pomiarze
- czas pojedynczego pomiaru (od włączenia wypływu cieczy z rozpylaczy do zatrzymania pomiaru i wyłączenia opryskiwacza) – w tym:
 - o z ilu rozpylaczy na raz wykonywany jest pomiar*
 - o czas pomiaru (trzymanie kubka/menzury pod rozpylaczem i odczyt wartości przepływu)
- czas odnotowywania danych (spisywanie zawartości menzur w ml)
- czas obliczania dopuszczalnych odchyłek
- czas innych czynności, które będą wykonywane w czasie pomiarów – odnotować rodzaj czynności i jej czas trwania
- czas czynności końcowych po ostatnim pomiarze, jeżeli takie są potrzebne.

** Sposób pomiaru: ponieważ sekcje wykorzystywanego opryskiwacza (Krukowiak) mają różną liczbę rozpylaczy w sekcji opryskowej (5+5+4+5+5) pomiar należy wykonywać dla dwunastu rozpylaczy jednocześnie (2 x 12) przy włączonych 3 sekcjach (5+5+4 lub 4+5+5 rozpylaczy licząc od lewej - patrząc na opryskiwacz z tyłu). Dwa rozpylacze ze środkowej sekcji będą poddane pomiarowi dwa razy, ale wynik będzie uwzględniany tylko 1 raz. W czasie pomiaru włączane będą tylko 3 sekcje (14 rozpylaczy). Przed pomiarem sprawdzona zostanie prawidłowość działania zaworów kompensacyjnych.*

Rozdział 3. Obliczenia

Po wykonaniu pomiarów i chronometrażu czasu pracy wykonane zostaną obliczenia:

- średni czas badania jednego rozpylacza dla każdego typu rozpylaczy i każdej z metod
- średni czas czynności początkowych i końcowych dla każdego typu rozpylaczy i dla każdej z metod
- binarna ocena wyniku badania
- liniowa ocena wyniku badania

Rozdział 4. Symulacje czasu i kosztu badania opryskiwacza

Po dokonaniu niezbędnych obliczeń zostaną przeprowadzone 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. 3300 zł/m-c) i płaca minimalna (1600 zł/m-c)
- liczby inspekcji przeprowadzanych w ciągu roku (100, 200, 500, 1000, 1500)
- rodzaju i wartości wyposażenia stałego SKO (urządzenia pomiarowe, budynki, samochody itp. – ustalone na podstawie informacji uzyskanych w SKO) (wartość zależna od metody i wyposażenia potrzebnego do jej stosowania)

Symulacje umożliwią przewidywanie kosztów badania opryskiwaczy polowych wyposażonych w belki opryskowe o innej długości niż wykorzystana w badaniach porównawczych oraz posiadających zamontowany więcej niż jeden komplet rozpylaczy.

Rozdział 5. Sposób oceny porównywanych metod

Każda z 4 metod badania rozpylaczy oceniana będzie na podstawie:

- czasochłonności zmierzonej podczas chronometrażu czasu pracy i symulacji,
- binarnej oceny zdawalności badania dla każdego z trzech typów rozpylaczy,
- liniowej oceny zdawalności badania dla każdego z trzech typów rozpylaczy,
- powtarzalności wyników pomiarów.

5.1. Ocena czasochłonności

Czasochłonność badania określana będzie na podstawie symulacji przeprowadzonych w rozdziale 4 (Symulacje ...).

5.2. Ocena binarna wyniku badania

Ocena binarna zdawalności badania dla każdego z trzech typów rozpylaczy polegała będzie na wykorzystaniu kryteriów oceny rozpylaczy stosowanych podczas inspekcji opryskiwaczy i określeniu, czy wynik badania jest pozytywny (zdał) czy negatywny (nie zdał). Wartości oceny: zdał / nie zdał. Kryteria oceny:

- współczynnik zmienności $CV \leq 10\%$,
- dopuszczalne odchylenie od wartości nominalnej natężenia wypływu $\leq 10\%$,
- dopuszczalne odchylenie od średniej dla stołów „ręcznych” – nie więcej niż 10 %
menzur z odchyleniem ponad 15%.

Średnie ocen binarnych uzyskane dla poszczególnych typów rozpylaczy posłużą do porównania poszczególnych metod pomiarowych pod względem liczby wyników pozytywnych / negatywnych badania. Umożliwią odpowiedź na pytanie: czy każda z metod jednakowo ocenia te same rozpylacze.

5.3. Ocena liniowa wyniku badania

Ocena liniowa zdawalności badania dla każdego z trzech typów rozpylaczy polegała będzie na wyrażeniu w procentach poziomu wypełnienia lub przekroczenia kryteriów oceny wymienionych wyżej. Oceny mogą przyjmować dowolne wartości dodatnie – praktycznie od 0 do kilkuset procent.

Dla współczynnika zmienności: dopuszczalne wartości CV% zawierają się w granicach 0% - 10%, co oznacza wypełnienie kryterium oceny w 0 – 100%.

Przykład 1: współczynnik zmienności = 5% - wypełnienie kryterium oceny w 50%. Przykład

2: współczynnik zmienności = 10% - wypełnienie kryterium oceny w 100%.

Przykład 3: współczynnik zmienności = 15% - wypełnienie kryterium oceny w 150%

Dla odchylenia natężenia wypływu cieczy z rozpylaczy od wartości nominalnej dopuszczalne wartości zawierają się w granicach 0 – 10%.

Przykład 1: odchyłka 4% - wypełnienie kryterium oceny w 40%.

Przykład 2: odchyłka 10% - wypełnienie kryterium oceny w 100%.

Przykład 3: odchyłka 20% - wypełnienie kryterium oceny w 200%.

Dla dopuszczalnego odchylenia od średniej dla stołów „ręcznych” dopuszczalne wartości liczby menzur odbiegających o więcej niż 15% od średniej zawierają się w granicach 0 - 10%, co oznacza wypełnienie kryterium oceny w 0 – 100%.

Przykład 1: liczba menzur odbiegających od średniej o ponad 15% wynosi 3% - wypełnienie kryterium oceny w 30%.

Przykład 2: liczba menzur odbiegających od średniej o ponad 15% wynosi 25% - wypełnienie kryterium oceny w 250%.

Średnie ocen liniowych uzyskane dla poszczególnych typów rozpylaczy posłużą do oceny „siły odrzucania niesprawnych rozpylaczy” przez poszczególne metody pomiarowe. Umożliwią odpowiedź na pytanie: czy można jednoznacznie wskazać, że jedna z metod jest bardziej „rygorystyczna” przy ocenie stanu rozpylaczy, a inna mniej, i jeżeli tak, to która.

5.4. Ocena powtarzalności wyników pomiarów

W ramach każdej z metod oceniana będzie powtarzalność wyników pomiarów – oceniana za pomocą współczynnika zmienności oraz podczas analizy statystycznej (analiza wariancji – ocena istotności czynnika „Powtórzenie”).

6. Tabele wyników

Tabela wyników 1. Średnia zdawalność badania stanu rozpylaczy dla trzech typów rozpylaczy i czterech metod pomiarowych – ocena binarna: 1 – zdał; 0 – nie zdał, ocena liniowa.

Rozpylacz	Stół elektroniczny Współczynnik zmienności CV% KRYTERIUM – 10%	Stół ręczny Procent menzur odbiegających o ponad 10% KRYTERIUM – 10%	Zestaw SCHACHTNER Odchylenie od wartości nominalnej KRYTERIUM – 10%	Przepływomierz Odchylenie od wartości nominalnej KRYTERIUM – 10%
Ocena binarna: 1 – zdał; 0 – nie zdał				
LU-120-03				
ID-120-03				
IDKT-120-03				
ŚREDNIO				
Ocena liniowa: 0% -				
LU-120-03				
ID-120-03				
IDKT-120-03				
ŚREDNIO				

Tabela wyników 2. Czasochłonność badania stanu rozpylaczy dla trzech typów rozpylaczy i czterech metod pomiarowych.

Rozpylacz	Stół elektroniczny Współczynnik zmienności CV% KRYTERIUM – 10%	Stół ręczny Procent menzur odbiegających o ponad 10% KRYTERIUM – 10%	Zestaw SCHACHTNER Odchylenie od wartości nominalnej KRYTERIUM – 10%	Przepływomierz Odchylenie od wartości nominalnej KRYTERIUM – 10%
Średni czas badania jednego rozpylacza (sekundy) – tylko pomiar				
LU-120-03				
ID-120-03				
IDKT-120-03				
ŚREDNIO				
Średni czas badania jednego rozpylacza (sekundy) – inne czynności				
LU-120-03				
ID-120-03				
IDKT-120-03				
ŚREDNIO				

7. Przykładowa procedura badania

Przed przystąpieniem do badania stanu rozpylaczy każdą z metod wykonywane są pomiary próbne i opracowywana jest szczegółowa procedura badania uwzględniająca specyfikę metody i założenia zawarte w rozdziałach. Przykładowa procedura dla metody pomiaru nierówności poprzecznej wypływu cieczy na stole z odczytem automatycznym przedstawiona jest poniżej.

7.1. Procedura oceny badania dla stołu elektronicznego:

1. **Rozpocząć pomiar czasu przygotowania stanowiska** (rozłożenie basenu, rozłożenie, szyn, ustawienie „wózka – stołu”, uruchomienie komputera i oprogramowania, sprawdzenie łączności ze stołem)
2. Rozłożyć basen
3. Ustawić szyny w sposób równoległy do belki połowej opryskiwacza
4. Ustawić stół i sprawdzić:
 - a. czy rozpylacze są na wysokości 50 cm od powierzchni stołu
 - b. czy ciecz nie jest wypryskiwana poza basen – szczególnie dla rozpylaczy dwustrumieniowych (tu: eżektorowych IDKT-120-03)
 - c. włączyć zasilanie (pozycja „EIN”)
 - d. sprawdzić komunikację laptopa z wózkiem (powinna pojawić się informacja o temperaturze i stanie akumulatora – napięcie)
5. **Zakończyć pomiar czasu przygotowania stanowiska**
6. Sprawdzić ilość wody w zbiorniku opryskiwacza – na jeden pomiar przy ciśnieniu 3 bar potrzeba ok. 250 litrów wody. Jeżeli istnieje taka potrzeba, to należy dolać wody.
7. **Rozpocząć pomiar czasu czynności początkowych** (czas wprowadzania danych do oprogramowania (właściciel, dane opryskiwacza, typ rozpylaczy itp.)
8. Wprowadzić informacje o pomiarze. Szczególnie istotne jest:
 - a. podanie długości belki (tu: 12 m)
 - b. podanie typu rozpylaczy
9. **Rozpocząć pomiar czasu pomiaru rozkładu poprzecznego**
10. **Uruchomić pomiar rozkładu poprzecznego (międzyczasy 2-14):**
 - a. zaczynając od „Pozycjonowania”
 - b. następnie „Pomiar łączny”
 - c. mierzyć międzyczasy dla każdej pozycji stołu (tu: 13 pozycji)
 - d. w ostatniej pozycji (13-iej) obserwować menzury i jako czas zakończenia pomiaru przyjąć moment zakończenia spuszczenia wody z menzur miarowych wózka
 - e. mierzyć czas przejazdu wózka na pozycję początkową (międzyczas 15)
11. **Zakończyć pomiar czasu** (nacisnąć na stoperze „Pomiar” i „Stop”)
12. **Rozpocząć pomiar czasu** czynności końcowych (międzyczas 16) (zapisywanie danych, ew. wprowadzanie danych, wydruk wyników badania poprawki i uzupełnienia danych itp.)
13. **Spisać wyniki pomiaru:**
 - a. łącznie
 - b. średni wydatek 1 rozpylacza
 - c. średnia z cylindrów
 - d. współczynnik zmienności CV%
 - e. liczbę odczytów poza tolerancją ($\pm 10\%$)
 - f. zapisać godzinę zakończenia powtórzenia
14. Wypompować wodę z basenu
15. Spisać ze stopera międzyczasy do tabelki
16. Obliczenie czasów poszczególnych etapów badania – w biurze.