

**INSTYTUT OGRODNICTWA**

*Skierniewice*

*Dobra Praktyka Ochrony Roślin*

---

# **KALIBRACJA OPARYSKIWACZA SADOWNICZEGO**

**RYSZARD HOŁOWNICKI**

**GRZEGORZ DORUCHOWSKI**

*Listopad 2012*

# Kalibracja opryskiwacza ...

- Dlaczego należy kalibrować opryskiwacz ?
- Kalibracja a jakość zabiegu
- Przygotowanie do pracy
- Parametry robocze
- Procedura kalibracji

# Dlaczego kalibrować ... ?

- Wymaganie prawne



## Dyrektywa 2009/128/WE

zobowiązuje profesjonalnych użytkowników opryskiwaczy do przeprowadzania **regularnych kalibracji** sprzętu.

# Dlaczego kalibrować ... ?

- **Korzyści dla użytkownika**
  - **Sprawny i przygotowany do pracy opryskiwacz**
  - **Precyzyjnie dobrane parametry pracy opryskiwacza**
  - **Precyzyjnie określona ilości cieczy użytkowej**
  - **Precyzyjnie określona ilości środka ochrony roślin**





# **JAKOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO**

# Jakość i bezpieczeństwo

## ■ Warunki atmosferyczne

- Wiatr
- Temperatura i wilgotność powietrza
- Opady



| Przybliżona prędkość wiatru (m/s) | Widoczne oznaki wiatru                                                              |                                                                                     | Cechy charakterystyczne                                 | Warunki wykonywania zabiegów sadowniczych |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| poniżej 0,5                       |  |  | dym wznosi się pionowo<br>liście są nieruchome          | warunki trudne podczas upalnej pogody     |
| 0,5 – 2,0                         |  |  | wiatr ledwo wyczuwalny, liście delikatnie się poruszają | <b>warunki idealne</b>                    |
| 2,0 – 3,0                         |                                                                                     |  | liście i małe gałązki poruszają się intensywnie         | warunki trudne                            |

# Jakość i bezpieczeństwo

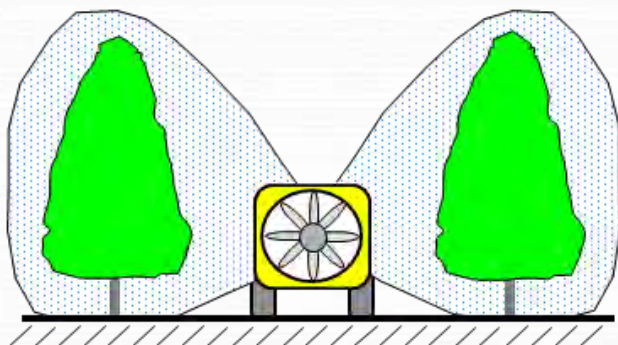
- Warunki atmosferyczne
    - Dobór rozpylaczy
    - Prędkość robocza
    - Wydajność wentylatora
- zależą od warunków pogodowych



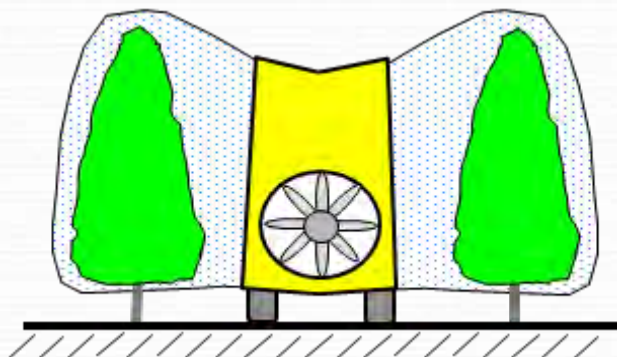
# Jakość i bezpieczeństwo

## ■ Opryskiwacze

### • Standardowe



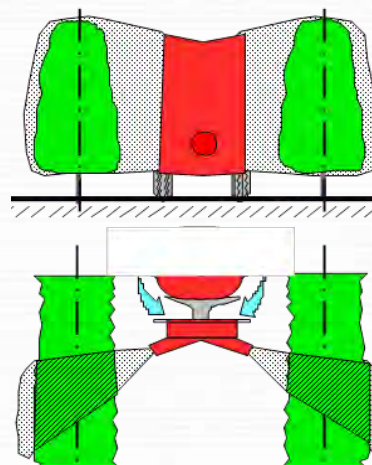
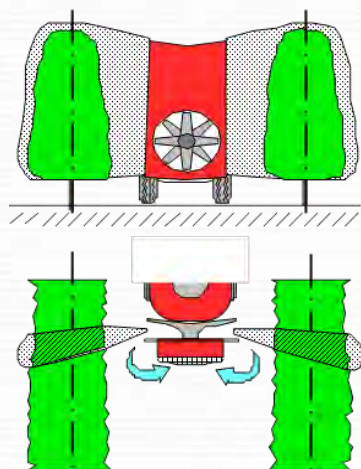
### • Osiowe z deflektorami



# Jakość i bezpieczeństwo

## ■ Opryskiwacze

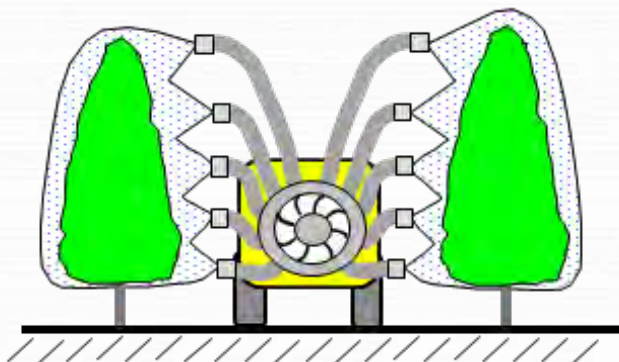
- Osiowe z „odwróconym ciągiem”



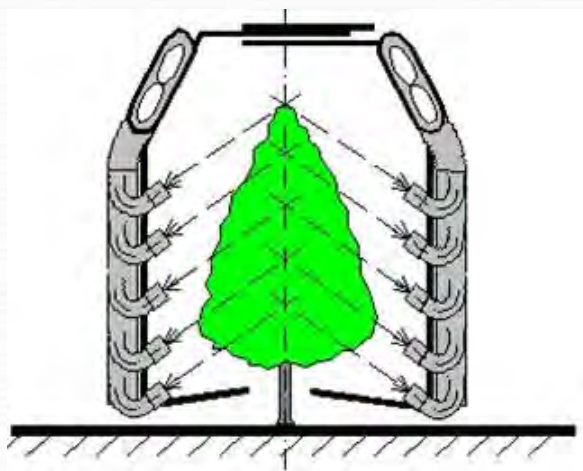
# Jakość i bezpieczeństwo

- **Opryskiwacze**

- Promieniowe z kierowanym strumieniem



- **Tunelowe**



# Jakość i bezpieczeństwo

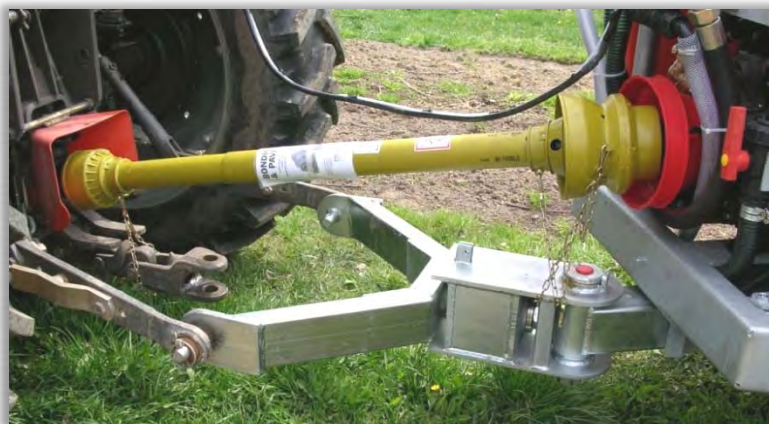
## ■ Wyposażenie opryskiwaczy

- Komputerowa kontrola układu cieczowego
- Zdalne sterowanie układem cieczowym
- Wyposażenie umożliwiające mycie o. w polu



# Jakość i bezpieczeństwo

- **Stan techniczny opryskiwacza**
  - Pewny zaczepek opryskiwacza (sworznie, zawlecзки)
  - Szczelność wszystkich połączeń
  - Stan filtrów
  - Efekt mieszania cieczy w zbiorniku



# Jakość i bezpieczeństwo

- **Stan techniczny opryskiwacza**
  - Efekt mieszania cieczy w zbiorniku
  - Poprawność wskazań manometru
  - Działanie zaworów regulacyjnych i odcinających
  - Powtarzalność i stabilność ciśnienia



# Jakość i bezpieczeństwo

- Stan techniczny opryskiwacza
  - Działanie zaworów przeciwwkroplowych
  - Drożność rozpylaczy i kąt rozpylania cieczy
  - Osłony wirujących elementów
  - Czy wirnik obraca się bez wibracji



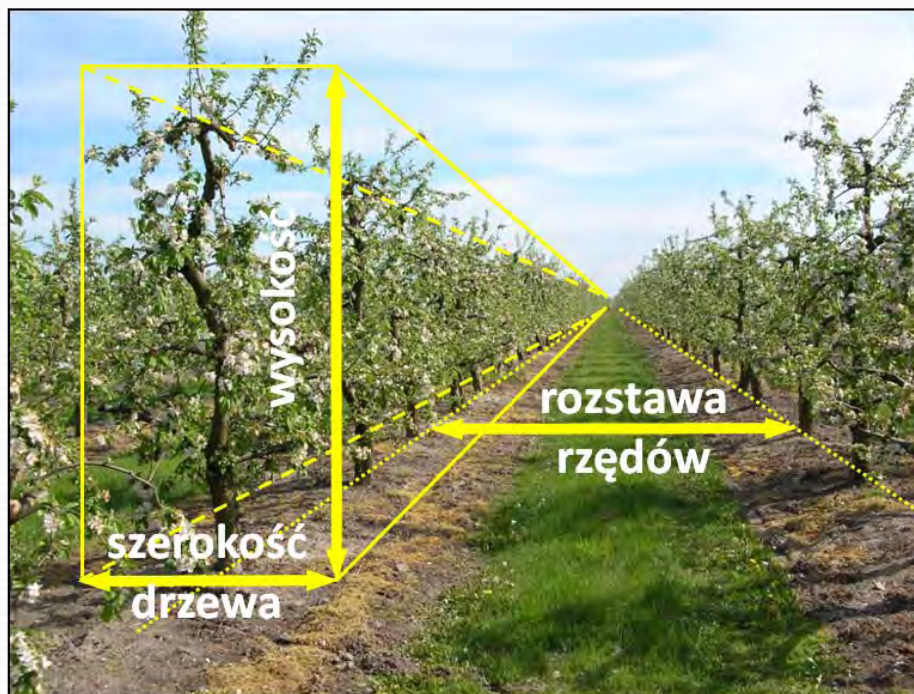
# Jakość i bezpieczeństwo

- Parametry opryskiwacza
  - Dawka cieczy



# Jakość i bezpieczeństwo

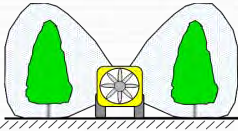
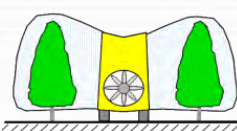
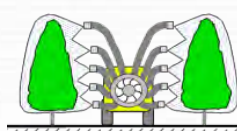
- Parametry opryskiwacza
  - Dawka cieczy



$$\text{Dawka (l/ha)} = 330 \frac{\text{wysokość drzewa (m)} \times \text{szerokość drzewa (m)}}{\text{rozstawa rzędów (m)}}$$

# Jakość i bezpieczeństwo

- Parametry opryskiwacza
  - Dawka cieczy

| DRZEWA OWOCOWE |                                     | OPRYSKIWACZ                                                                       |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|----------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Rozstawa       | Wielkość<br>drzew<br>(szer. x wys.) |  |  |  |  |
| 6,0            | 4,0 x 3,5                           | 600 ÷ 800                                                                         | -                                                                                  | -                                                                                   | -                                                                                   |
| 4,5÷5,0        | 3,5 x 3,0                           | 500 ÷ 750                                                                         | 300 ÷ 500                                                                          | -                                                                                   | -                                                                                   |
| 4,0            | 2,8 x 2,0                           | 300 ÷ 500                                                                         | 250 ÷ 300                                                                          | 250 ÷ 300                                                                           | 250 ÷ 300*                                                                          |
| 3,0÷3,5        | 2,1 x 1,5                           | 200 ÷ 300                                                                         | 150 ÷ 200                                                                          | 150 ÷ 200                                                                           | 150 ÷ 200*                                                                          |

# Jakość i bezpieczeństwo

## ■ Parametry – typ rozpylacza

- Standardowe wirowe

*wiatr 0 – 1,5 m/s*



- Eźektorowe wirowe

*wiatr 1,5 – 2,5 m/s*



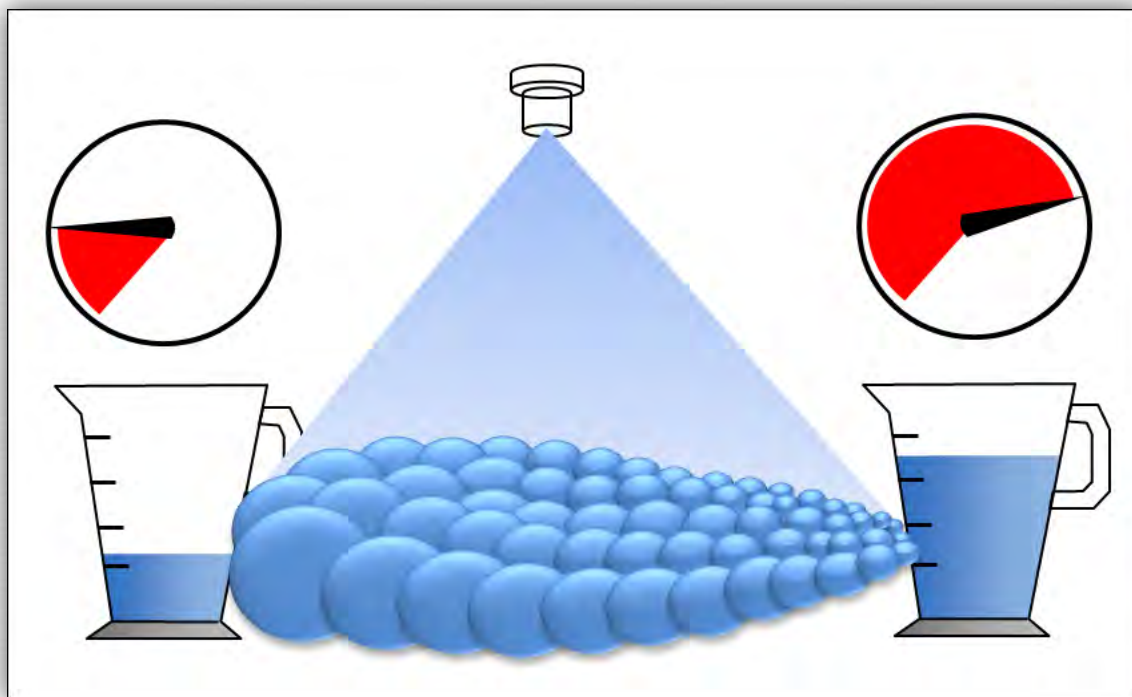
- Eźektorowe płaskostrumieniowe (80°)

*wiatr 2,0 – 3,0 m/s*



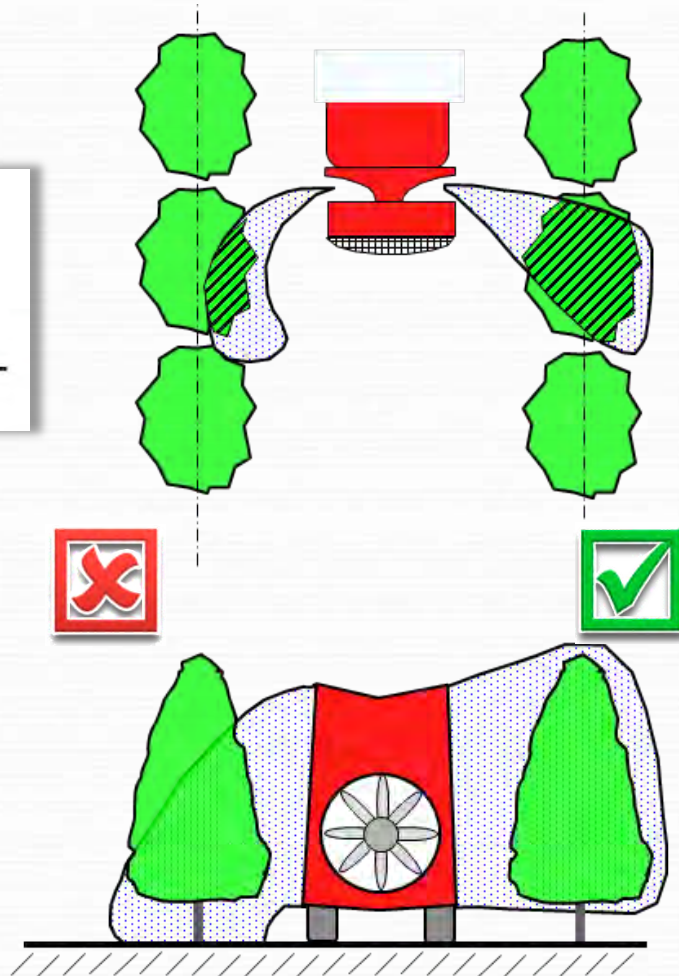
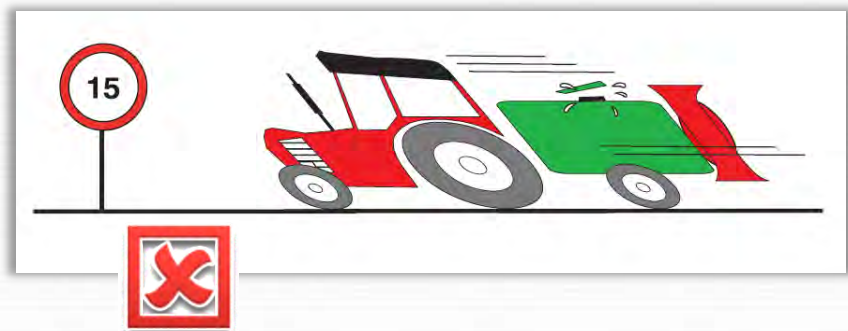
# Jakość i bezpieczeństwo

- Parametry opryskiwacza – ciśnienie cieczy
  - 5,0 – 15 bar



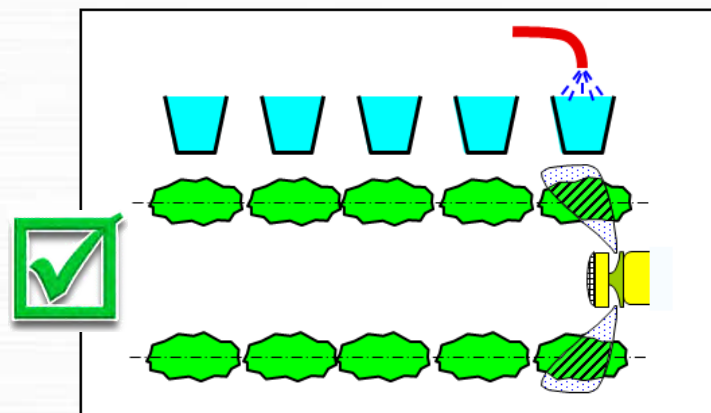
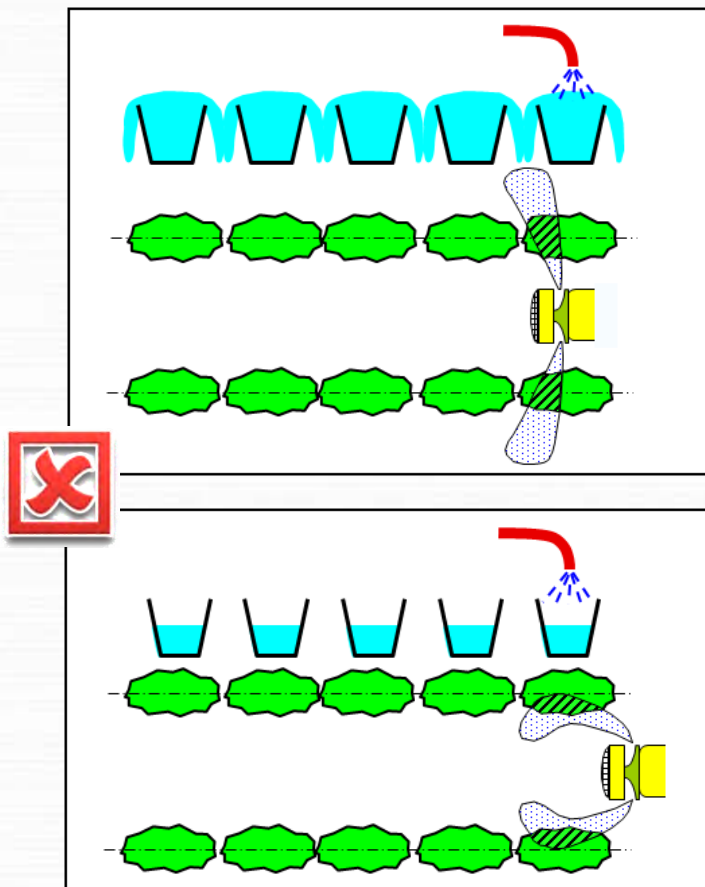
# Jakość i bezpieczeństwo

- Parametry opryskiwacza – prędkość robocza
  - 4,0 – 7,0 km



# Jakość i bezpieczeństwo

- Parametry opryskiwacza – prędkość robocza
  - Wydajność powietrza



# Jakość i bezpieczeństwo

- Parametry opryskiwacza
  - Wydajność powietrza - regulacja





# PROCEDURA KALIBRACJI

# Przygotowanie do kalibracji

## ■ Odzież ochronna

- Nienasiąkliwy kombinezon (lub spodnie i bluza)
- Buty gumowe (nogawki wypuszczone na cholewy)
- Rękawice gumowe
- Osłona twarzy



# Przygotowanie do kalibracji

## ■ Zestaw kalibracyjny

- Zestawy rozpylaczy
- Szczoteczka do oczyszczania rozpylaczy
- Taśma miernicza (25 m)
- Paliki lub tyczki do wyznaczenia odcinka pomiarowego
- Stoper lub zegarek z sekundnikiem
- Notatnik, tabela wydatków rozpylaczy
- Kalkulator i ołówek do sporządzania notatek
- Węże gumowe
- Naczynie miarowe (nie mniej niż 1 liter)



# Procedura kalibracji

## ■ Ustal dawkę cieczy

- Zmierz wysokość, szerokość drzew i rozstawę rzędów
- Wyznacz dawkę cieczy (formuła TRV)



$$\text{Dawka cieczy (l/ha)} = \frac{\text{Wysokość drzew (m)} \times \text{Szerokość drzew (m)}}{\text{Rozstawa rzędów (m)}} \times 330$$

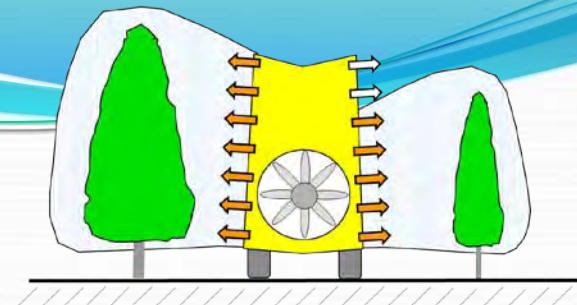
### PRZYKŁAD

- Zwalczanie parcha jabłoni, faza pełnego ulistnienia
- Drzewa (wys. x szer.) – 2,5 x 1,7 m
- Rozstawa rzędów 4,0 m

$$350 \text{ (l/ha)} = \frac{2,5 \text{ (m)} \times 1,7 \text{ (m)}}{4,0 \text{ (m)}} \times 330$$

| Sad    |          |           |          | Dawka cieczy | Rozpylacz |     | Ciągnik |        | Czas jazdy 100 m | Prędkość | Wydatek rozpylacza | Ciśnienie |
|--------|----------|-----------|----------|--------------|-----------|-----|---------|--------|------------------|----------|--------------------|-----------|
| Kwarta | Drzewa   |           |          |              | Liczba    | Typ | Bieg    | Obroty |                  |          |                    |           |
|        | Wysokość | Szerokość | Rozstawa |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |
| -      | m        | m         | m        | l/ha         | szt.      | -   | -       | n/min  | sek.             | km/godz  | l/min              | bar       |
| 1A     | 2,5      | 1,7       | 4,0      | 350          |           |     |         |        |                  |          |                    |           |
|        |          |           |          |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |

# Procedura kalibracji



## ■ Ustal liczbę rozpylaczy

- Skompletuj zestaw kalibracyjny i załóż odzież ochronną
- Napełnij opryskiwacz czystą wodą (do ½ pojemności)
- Przejedź do kwatery sadu i uruchom opryskiwacz
- Ustal ciśnienie cieczy (zakres wg producenta rozpylaczy)
- Wyłącz rozpylacze kierujące ciecz ponad i pod korony drzew
- Zapisz w tabeli liczbę włączonych rozpylaczy

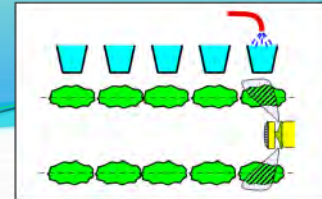


### PRZYKŁAD

- *Liczba rozpylaczy – 12 szt.*

| Sad   |          |           |          | Dawka cieczy | Rozpylacz |     | Ciągnik |        | Czas jazdy 100 m | Prędkość | Wydatek rozpylacza | Ciśnienie |
|-------|----------|-----------|----------|--------------|-----------|-----|---------|--------|------------------|----------|--------------------|-----------|
| Kwata | Drzewa   |           |          |              | Liczba    | Typ | Bieg    | Obroty |                  |          |                    |           |
|       | Wysokość | Szerokość | Rozstawa |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |
| -     | m        | m         | m        | l/ha         | szt.      | -   | -       | n/min  | sek.             | km/godz  | l/min              | bar       |
| 1A    | 2,5      | 1,7       | 4,0      | 350          | 12        |     |         |        |                  |          |                    |           |
|       |          |           |          |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |

# Procedura kalibracji



- **Ustal typ rozpylaczy i wydajność wentylatora**
  - Dobierz typ rozpylacza do warunków wykonania zabiegu
  - Ustaw wydajność wentylatora aby strumień cieczy i powietrza
    - Sięgał wierzchołków drzew i nieznacznie przedmuchiwiał ich korony
  - **Gdy tak ustalona wydajność wentylatora jest nadmierna**
    - W pierwszej kolejności zwiększ prędkość roboczą (max do 7,0 km/godz)
    - Zmniejsz przełożenie przekładni (lub kąta natarcia łopat)
    - W ostateczności zredukuj obroty silnika (patrz: efekt mieszania)

## PRZYKŁAD

- Ze względu na wietrzną pogodę (2,0-2,5 m/s) wybierz rozpylacz eżektorowy (EŻ)
- Bieg ciągnika III, obroty silnika 1600 obr/min

| Sad    |          |           |          | Dawka cieczy | Rozpylacz |     | Ciągnik |        | Czas jazdy 100 m | Prędkość | Wydatek rozpylacza | Ciśnienie |
|--------|----------|-----------|----------|--------------|-----------|-----|---------|--------|------------------|----------|--------------------|-----------|
| Kwarta | Drzewa   |           |          |              | Liczba    | Typ | Bieg    | Obroty |                  |          |                    |           |
|        | Wysokość | Szerokość | Rozstawa |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |
| -      | m        | m         | m        | l/ha         | szt.      | -   | -       | n/min  | sek.             | km/godz  | l/min              | bar       |
| 1A     | 2,5      | 1,7       | 4,0      | 350          | 12        | EŻ  | III     | 1600   |                  |          |                    |           |
|        |          |           |          |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |

# Procedura kalibracji

## ■ Oblicz prędkość roboczą

- Zmierz czas przejazdu odcinka testowego w sadzie (100 m)
- Odczytaj prędkość z tabeli lub oblicz według wzoru



| Czas<br>(s/100 m)  | 40  | 45  | 48  | 50  | 52  | 54  | 56  | 58  | 60  | 62  | 64  | 66  | 68  | 70  | 72  | 74  | 76  | 78  | 80  | 85  | 90  | 95  | 100 |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Prędkość<br>(km/h) | 9,0 | 8,0 | 7,5 | 7,2 | 6,9 | 6,7 | 6,4 | 6,2 | 6,0 | 5,8 | 5,6 | 5,5 | 5,3 | 5,1 | 5,0 | 4,9 | 4,7 | 4,5 | 4,4 | 4,2 | 4,0 | 3,8 | 3,6 |

← Zalecany zakres prędkości →

### PRZYKŁAD

$$\text{Prędkość (km/h)} = \frac{100 \text{ (m)}}{\text{Czas przejazdu (sek)}} \times 3,6$$

- Czas przejazdu odcinka testowego 62 sek
- Prędkość 5,8 km/godz.

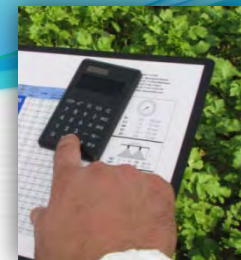
$$5,8 \text{ (km/h)} = \frac{100 \text{ (m)}}{62 \text{ (sek)}} \times 3,6$$

| Sad    |          |           |          | Dawka cieczy | Rozpylacz |     | Ciągnik |        | Czas jazdy 100 m | Prędkość | Wydatek rozpylacza | Ciśnienie |
|--------|----------|-----------|----------|--------------|-----------|-----|---------|--------|------------------|----------|--------------------|-----------|
| Kwarta | Drzewa   |           |          |              | Liczba    | Typ | Bieg    | Obroty |                  |          |                    |           |
|        | Wysokość | Szerokość | Rozstawa |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |
| -      | m        | m         | m        | l/ha         | szt.      | -   | -       | n/min  | sek.             | km/godz  | l/min              | bar       |
| 1A     | 2,5      | 1,7       | 4,0      | 350          | 12        | EŻ  | III     | 1600   | 62               | 5,8      |                    |           |
|        |          |           |          |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |

# Procedura kalibracji

## ■ Oblicz wydatek rozpylaczy

- W oparciu o dane z tabeli oblicz wydatek cieczy z rozpylaczy



$$\text{Wydatek rozpylacza (l/min)} = \frac{\text{Dawka (l/ha)} \times \text{Rozstawa rzędów (m)} \times \text{Prędkość (km/h)}}{\text{Liczba rozpylaczy} \times 600}$$

### PRZYKŁAD

- Wydatek rozpylacza wynosi 1,13 l/min

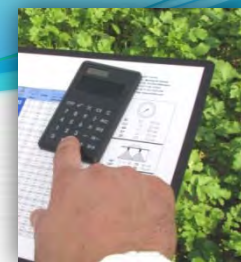
$$1,13 \text{ (l/min)} = \frac{350 \text{ (l/ha)} \times 4,0 \text{ (m)} \times 5,8 \text{ (km/h)}}{12 \times 600}$$

| Sad    |          |           |          | Dawka cieczy | Rozpylacz |     | Ciągnik |        | Czas jazdy 100 m | Prędkość | Wydatek rozpylacza | Ciśnienie |
|--------|----------|-----------|----------|--------------|-----------|-----|---------|--------|------------------|----------|--------------------|-----------|
| Kwarta | Drzewa   |           |          |              | Liczba    | Typ | Bieg    | Obroty |                  |          |                    |           |
|        | Wysokość | Szerokość | Rozstawa |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |
| -      | m        | m         | m        | l/ha         | szt.      | -   | -       | n/min  | sek.             | km/godz  | l/min              | bar       |
| 1A     | 2,5      | 1,7       | 4,0      | 350          | 12        | EŻ  | III     | 1600   | 62               | 5,8      | 1,13               |           |
|        |          |           |          |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |

# Procedura kalibracji

## ■ Określ ciśnienie cieczy

- Dobierz z tabeli wydatków wielkość i ciśnienie rozpylacza
- Lub metodą kolejnych prób znajdź ciśnienie przy którym uzyskasz obliczony wydatek



| ID/IDK/AD                                                                           | TR/ITR | l/min                                                                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                                     |        |  | 2,0  | 3,0  | 4,0  | 5,0  | 6,0  | 7,0  | 8,0  | 9,0  | 10,0 | 11,0 | 12,0 | 13,0 |
|  |        |                                                                                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| TR 80-005                                                                           |        | 60 M                                                                                | 0,16 | 0,20 | 0,23 | 0,25 | 0,28 | 0,30 | 0,32 | 0,34 | 0,36 | 0,38 | 0,39 | 0,41 |
| TR 80-0067                                                                          |        | 60 M                                                                                | 0,22 | 0,27 | 0,31 | 0,35 | 0,38 | 0,41 | 0,44 | 0,47 | 0,49 | 0,52 | 0,54 | 0,56 |
| ID/IDK 90/120-01<br>TR/ITR 80-01                                                    |        | 60 M                                                                                | 0,32 | 0,39 | 0,45 | 0,51 | 0,55 | 0,60 | 0,64 | 0,68 | 0,72 | 0,75 | 0,78 | 0,82 |
| ID/IDK 90/120-015<br>TR/ITR 80-015                                                  |        | 60 M                                                                                | 0,48 | 0,59 | 0,68 | 0,76 | 0,83 | 0,90 | 0,96 | 1,02 | 1,07 | 1,13 | 1,18 | 1,22 |
| ID/IDK/AD 90/120-02<br>TR/ITR 80-02                                                 |        | 60 M                                                                                | 0,65 | 0,80 | 0,92 | 1,03 | 1,13 | 1,22 | 1,30 | 1,38 | 1,45 | 1,53 | 1,60 | 1,67 |
| ID/IDK 90/120-025                                                                   |        | 60 M                                                                                | 0,81 | 0,99 | 1,15 | 1,28 | 1,40 | 1,52 | 1,62 | 1,71 | 1,81 | 1,90 | 1,98 | 2,06 |

## PRZYKŁAD

- Z tabeli wydatków wybrano rozpylacz ID 02
- Ciśnienie robocze 6,0 bar

| Sad    |          |           |          | Dawka cieczy | Rozpylacz |     | Ciągnik |        | Czas jazdy 100 m | Prędkość | Wydatek rozpylacza | Ciśnienie |
|--------|----------|-----------|----------|--------------|-----------|-----|---------|--------|------------------|----------|--------------------|-----------|
| Kwarta | Drzewa   |           |          |              | Liczba    | Typ | Bieg    | Obroty |                  |          |                    |           |
|        | Wysokość | Szerokość | Rozstawa |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |
| -      | m        | m         | m        | l/ha         | szt.      | -   | -       | n/min  | sek.             | km/godz  | l/min              | bar       |
| 1A     | 2,5      | 1,7       | 4,0      | 350          | 12        | EŻ  | III     | 1600   | 62               | 5,8      | 1,13               | 6,0       |
|        |          |           |          |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |

# Procedura kalibracji

- **Zmierz rzeczywisty wydatek rozpylacza**
  - Ustaw ciśnienie dla wybranych rozpylaczy
  - Zmierz wydatek 3-4 wybranych rozpylaczy (pomiar 1 min)
  - Porównaj objętości cieczy z obliczonym wydatkiem
  - Skoryguj ciśnienie

## PRZYKŁAD

- Wymagany wydatek 1,13 l/min
- Ciśnienie nominalne (wg producenta) - 6,0 bar
- Wydatki rzeczywiste 1,0-1,04 l/min
- Ciśnienie skorygowane 7,0 bar
- Wydatek po korekcie 1,14 l/min



| Sad    |          |           |          | Dawka cieczy | Rozpylacz |     | Ciągnik |        | Czas jazdy 100 m | Prędkość | Wydatek rozpylacza | Ciśnienie |
|--------|----------|-----------|----------|--------------|-----------|-----|---------|--------|------------------|----------|--------------------|-----------|
| Kwarta | Drzewa   |           |          |              | Liczba    | Typ | Bieg    | Obroty |                  |          |                    |           |
|        | Wysokość | Szerokość | Rozstawa |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |
| -      | m        | m         | m        | l/ha         | szt.      | -   | -       | n/min  | sek.             | km/godz  | l/min              | bar       |
| 1A     | 2,5      | 1,7       | 4,0      | 350          | 12        | EŻ  | III     | 1600   | 62               | 5,8      | 1,13/1.14          | 6,0/7,0   |
|        |          |           |          |              |           |     |         |        |                  |          |                    |           |



# **PRZED ZABIEGIEM**

# Przed zabiegiem

## ■ Oblicz ilość ś.o.r.

- Z etykieta ś.o.r. odczytaj dawkę (kg/ha lub l/ha)
- Oblicz ilość ś.o.r. do przygotowania cieczy

$$\text{Ilość ś.o.r. (kg lub l/zbiornik)} = \frac{\text{Dawka ś.o.r. (kg/ha)} \times \text{Pojemność zbiornika (l)}}{\text{Dawka cieczy (l/ha)}}$$

### PRZYKŁAD

- Zalecana dawka ś.o.r. 0,9 kg/ha
- Niezbędna objętość 1000 l
- Dawka cieczy 350 l/ha

$$3,42 \text{ (kg/zbiornik)} = \frac{1,2 \text{ (kg/ha)} \times 1000 \text{ (l)}}{350 \text{ (l/ha)}}$$





**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**