

# PERMETEZŐ SZÓRÓFEJEK SZÓRÁSEGYENETLENSÉG-MEGHATÁROZÁSA KÜLÖNBÖZŐ SZÉLHATÁSOK MELLETT

## DETERMINATION OF SPRAY PATTERNS OF AGRICULTURAL NOZZLES UNDER WIND TEST CONDITION

Sztachó-Pekáry István

Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar Kertészeti Tanszék, H-6000 KECSKEMÉT,  
Erdei F. tér 1-3 E-mail: [pekary.istvan@kfk.kefo.hu](mailto:pekary.istvan@kfk.kefo.hu)

---

### **Kulcsszavak:**

permetezőgép  
szórófej  
szórás egyenletesség  
oldal-szél  
szembe-szél

### **Keywords:**

sprayer  
nozzle  
spray distribution  
cross wind  
head wind

### **Cikktörténet:**

Beérkezett 2015. október 10.  
Átdolgozva 2015. október 31.  
Elfogadva 2015. november 10.

---

### **Összefoglalás**

Jelen dolgozat célja a tanszékünkön kifejlesztett szórás egyenletesség-mérő asztal permetező szórófejek szórás egyenletesség ( $\epsilon$ ) mérésére való alkalmasságának vizsgálata. A berendezés működését a TeeJet XR-8004VP és XR 11004VP típusjelű, lapos-sugarú szórófejek laboratóriumi vizsgálatain keresztül mutatjuk be. A mérések során ventilátorok segítségével különböző szélhatásokat szimuláltunk. A kapott  $\epsilon$  értékek elemzésén keresztül mutatjuk be a berendezés használhatóságát. A várakozásnak megfelelően a szóráseloszlás egyenletessége oldal ( $\rightarrow$ ) illetve kombinált oldal-és szembe-irányuló ( $\uparrow\rightarrow$ ) szelek esetén kisebb, mint a kizárólag szembe-fúvó( $\uparrow$ ) szél hatására.

### **Abstract**

The purpose of this study was to develop a viable spray pattern displacement ( $\epsilon$ ) measuring technique using an experimental spray table in the laboratory. A measuring technique was developed and data were gathered in the laboratory TeeJet XR-8004VP respectively XR-11004VP fan nozzles. During the experiments 3 axial fans were used to simulate the different wind conditions. An analysis of the  $\epsilon$  data indicated that the spray pattern displacement measuring technique was viable. As to be expected, the mean  $\epsilon$  percentage values for cross ( $\rightarrow$ ) wind and combined cross and head ( $\uparrow\rightarrow$ ) wind was higher than that for headwind( $\uparrow$ ).

---

## 1 BEVEZETÉS

A növényvédelmi permetezések során nagy gondot jelent a cseppek elsodródása. Az elsodródás mérése szántóföldi körülmények között igen körülményes és nehézkes. Számos kutató egyidejűleg csak néhány paraméter figyelembevételével vizsgálta a szél permetcseppekre gyakorolt hatását. Yates et al. [1], Bouse et al. [2] és Goering – Butler [3] a különböző mérő berendezések és mérési eljárások alkalmazásának, míg Yates et al. [1], Maybanks et al. [4], Smith [5] és Goering – Butler [6] a különböző meteorológiai tényezők

elsodródásra gyakorolt hatását vizsgálták.

Smith [5] általános ajánlásokat dolgozott ki a laboratóriumi vizsgálatok során alkalmazandó műszerekre, technológiákra illetve körülményekre, bár ezek eredményei nem hasonlíthatók össze teljességgel a szántóföldi vizsgálatok eredményeivel. Ennek egyik oka, hogy a laboratóriumi mérések statikus (szélmentes), míg a szántóföldi mérések mindig dinamikus (szeles) körülmények között folytak.

Jelen dolgozat egy – növényvédelmi szórófejek szórás egyenletlenségének mérésére alkalmas – mérőasztal kialakítását, valamint annak használatát ismerteti mesterségesen keltett szél hatásának vizsgálata kapcsán.

## 2 A SZÓRÁSEGYENLETLENSÉG-MÉRÉS ELVE

Elsodródás során a permetlé-részecskék egy része a szándékolt célterületen kívüli területekre kerül. Ezen definíció alapján a szórás egyenletlenségen a részecskék össz-célterületének szélességén belüli keresztirányú elhelyezkedés-egyenletlenségét értjük. A ferdén elhelyezett vályús kialakítású mérőasztal vályúinak végéhez helyezett minden egyes kalibrált mérőedényt egy-egy célterület gyűjtőjének tekinthetjük. A szándékolt célterületek összessége adja az össz-célterületek szélességét. Az össz-célterület szélessége másrésztől megegyezik két szomszédos szórófej egymástól való távolságával.

A mérési pontatlanságok minimalizálása érdekében az egyes mérések ideje előre nem meghatározott. Praktikusan egy-egy mérés addig tartott, míg a leggyorsabban megtelt mérőedényke töltöttsége a 80-85 %-os értéket elérte. Az egyes mérőedényekben lévő mérő-folyadék (víz) térfogatának feljegyzése után az össz-térfogat százalékában történt az egyes mérőedényekben felfogott relatív folyadékmennyiség meghatározása:

$$X_i = \frac{V_i}{\sum_{i=0}^n V_i} \cdot 100 \quad (1)$$

|      |       |   |      |
|------|-------|---|------|
| ahol | $X_i$ | – az adott mérőedény relatív folyadékmennyisége         | [%]  |
|      | $i$   | – a mérőedény sorszáma                                  | [ ]  |
|      | $V_i$ | – az $i$ -edik mérőedényben felfogott folyadék-térfogat | [ml] |
|      | $n$   | – a mérőedények száma                                   | [ ]  |

A mérőedényben szélmentes körülmények között felfogott relatív folyadéktérfogat ( $X_0$ ), illetve a tényleges szélhatás mellett felfogott folyadéktérfogat ( $X$ ) alkotják a szórás egyenletlenség (Spray Pattern Displacement, SPD) ( $\varepsilon$ ) komponenseit. Az  $\varepsilon$  csak pozitív értékeket vehet fel, az egyes mérőedényekben felfogott folyadékmennyiség-különbségeknek az abszolút értékével kell számolni.

$$\varepsilon = \frac{\sum_{i=1}^n |(X_{0i} - X_i)|}{\sum_{i=1}^n X_{0i}} \cdot 100\% \quad (2)$$

|      |               |                           |     |
|------|---------------|---------------------------|-----|
| ahol | $\varepsilon$ | – a szórás egyenletlenség | [%] |
|------|---------------|---------------------------|-----|

Ezt követően a relatív folyadékmennyiségek szórásnégyzetét (varianciáját) határoztuk meg:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (3)$$

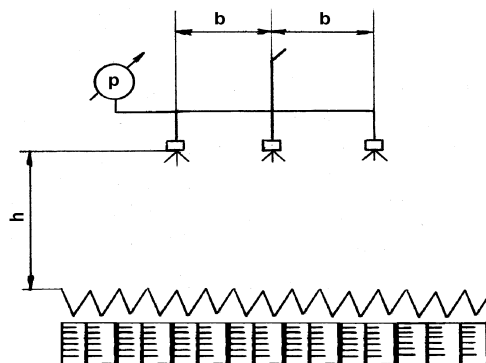
|      |           |  |     |
|------|-----------|--|-----|
| ahol | $\bar{X}$ | - a mérőedények relatív folyadékmennyiségének átlaga | [%] |
|------|-----------|--|-----|

majd az abból kiszámolt variációs koefficiens segítségével az egyes szórás egyenletességek kerültek értékelésre:

$$CV = \frac{s}{X} \quad (4)$$

### 3 A MÉRŐBERENDEZÉS ISMERTETÉSE

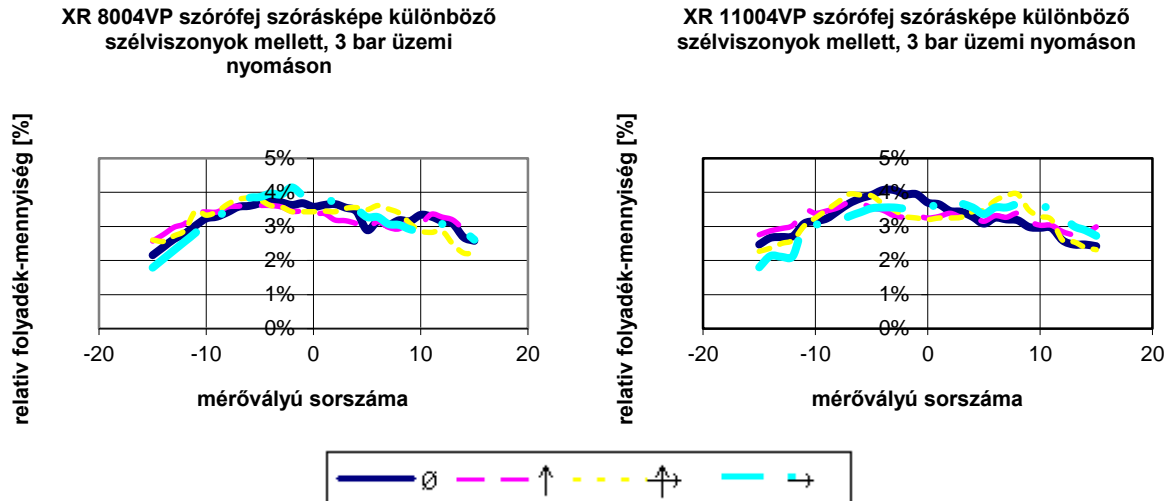
A horganyzott acéllemezből készült mérőasztal hossza 1,25 m, szélessége 2,57 m, a mérővályúk osztástávolsága 35,7 mm, mélysége 35,0 mm, száma 71 db (1. ábra). A mintegy 7°-os hosszirányú lejtésű asztal-lap alsó végén vannak a mérőedények, melyek elhelyezési osztástávolsága és darabszáma a mérővályúk osztástávolságával és számával megegyezik. A mérőedények oldalán található skálabeosztás a mérőedénybe befolyt víz térfogatának meghatározására szolgál. A szórófejek táplálása a laboratóriumi ivóvíz-hálózatról történt úgy, hogy nyomásszabályzó-szelep beiktatásával a mérési nyomás-értékek beállíthatók voltak. A mérőasztal feletti szórókeret magassága és a kereten a szórófejek egymástól való távolsága fokozatmentesen állítható volt. A mesterséges szél előállítása szemben két, oldalt egy axiálventillátor segítségével történt, ezek lapátkerék-átmérője 0,36 m, fordulatszáma 1210 1/min volt. Az oldal- és szembe-irányú szelek erősségét a ventillátorok mérőasztalhoz való közelítésével/távolításával lehetett változtatni.



1 ábra. A kísérleti berendezés felépítésének vázlata

A vizsgálatokat 3-3 db **XR-8004VP** típusú 80<sup>0</sup>-os, illetve **XR-11004VP** típusú 110<sup>0</sup>-os permetnyaláb-csúcshozű, lapos-sugarú szórófejek üzemeltetésével végeztük. A szórófejek egymástól mért távolsága  $b=0,5$  m, a mérőasztal feletti magasságuk a gyári előírásoknak megfelelően [7]  $h_{8004}=0,50$  m, illetve  $h_{11004}=0,75$  m, a mérés során figyelembe vett szórás szélességük egyaránt 1,10 m volt. A statikus (szélmentes,  $\emptyset$ ) illetve dinamikus (szeles: oldal-szél  $\rightarrow$ , szembe-szél  $\uparrow$ , valamint szembe- és oldal-szél  $\uparrow\rightarrow$ ) méréseket ezt követően az adott szórófej-magasság mellett végeztük el. A szél sebességét **R-FEUSS** típusú, kanalas, mechanikus szélességmérővel határoztuk meg. Az oldal- és a szembe-szél sebességét a szórókeret síkjában, a szórókeret és a mérőasztal felezési magasságában, a középső szórófej alatt mértük. Ezek értékei rendre  $v_{\uparrow}=2,33$ ;  $v_{\rightarrow}=1,63$  és  $v_{\uparrow\rightarrow}=2,75$  m/s volt.

Az egyes mérések előtt a szórófejeknél uralkodó nyomást a szabályzó szelep segítségével pontosan beállítottuk, 10 s beállási idő eltelte után a mérővályúk alsó végénél elhelyezett felfogótálcát elhúztuk, hogy a mérővályúkból a víz a mérőedényekébe juthasson. A mérést a felfogótálca visszatolásával fejeztük be. Az egyes mérőedényekben felfogott térfogatokat a mért össz-térfogathoz viszonyított relatív értékeket képeztünk, ezek segítségével az egyes mérések eredményei jól összehasonlíthatóak (2. ábra).



2. ábra A vizsgált szórófejek szórás-képe a vizsgált szélviszonyok mellett

## 4 A MÉRÉSI EREDMÉNYEK ISMERTETÉSE

A mérési eredményekből a (2) egyenlet segítségével kiszámítottuk az  $\varepsilon$  szórás-egyenletlenségi értéket valamint (3) és a (4) egyenletek segítségével a variációs koefficiens (CV-t). A variációs koefficiens is a szórás-egyenletesség jellemzőjeként kezeltük. Méréseink kiértékelése során a variációs koefficiens a szórás szélességen belül elhelyezkedő, egymás melletti mérőedényekben felfogott mért térfogatok statisztikai szórásából és ezen térfogatok matematikai középértékéből határoztuk meg.

A mérések során a kétféle szórófej-típushoz (XR 8004VP, XR11004VP) tartozó szórófej-magasságokat (h) a szélmentes mérések megkezdésekor állítottuk be. A dinamikus méréseket is ezen h szórófej-magasságok mellett végeztük. Természetesen a szórásképek egyenletessége a légáramlás hatására megváltozott – romlott. A dinamikus mérési adatai alapján, az (2), (3) és (4) egyenletek felhasználásával végeztük el az  $\varepsilon$  szórás-egyenletlenségi értékek és a CV-értékek meghatározását (1. táblázat).

 1. táblázat – A mérések adataiból számított  $\varepsilon$  szórás-egyenletlenség- és CV variációs koefficiens-értékek

| p [bar] | Légáram | XR-8004VP         |        | XR 11004VP        |        |
|---------|---------|-------------------|--------|-------------------|--------|
|         |         | $\varepsilon$ [%] | CV [%] | $\varepsilon$ [%] | CV [%] |
| 2       | Ø       | 8,7               | 10,5   | 8,3               | 10,5   |
|         | ↑       | 11,0              | 13,4   | 11,7              | 14,7   |
|         | →       | 16,5              | 20,1   | 13,7              | 16,8   |
|         | ↗       | 12,5              | 14,5   | 13,1              | 14,8   |
| 3       | Ø       | 7,4               | 9,0    | 6,9               | 8,2    |
|         | ↑       | 10,6              | 13,1   | 13,0              | 16,0   |
|         | →       | 14,8              | 18,3   | 12,9              | 16,5   |
|         | ↗       | 12,5              | 14,4   | 13,1              | 16,4   |
| 4       | Ø       | 8,5               | 10,5   | 8,3               | 10,4   |
|         | ↑       | 7,4               | 9,3    | 12,3              | 16,1   |
|         | →       | 13,1              | 17,1   | 13,8              | 16,1   |
|         | ↗       | 14,1              | 16,6   | 13,1              | 18,4   |

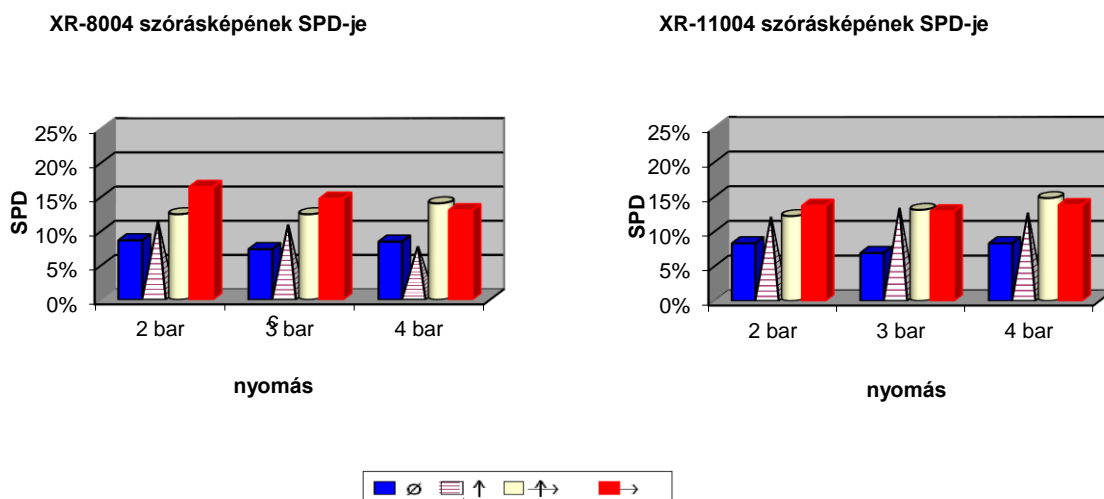
A szórás-egyenletlenség alakulását szemlélteti a különböző nyomás-értékeknél a 3. ábra. Nem volt lényeges különbség az egyes nyomásértékekhez tartozó  $\varepsilon$ -értékek között. Mindamellet megállapítható, hogy az  $\varepsilon$ -értékek oldal-szél (→) valamint oldal- és szembe-szél (↗) esetén nagyobb volt, mint szembe-szélnél (↑). Méréseink során a

szórás egyenletesség a kritikus  $\varepsilon \geq 15\%$  értéket csak egy esetben, a magasan elhelyezett, oldalszélel megfújt 2 bar üzemi nyomás esetén léptük túl.

Az ismertetett mérések azt mutatják, hogy a mérőasztal a szórás egyenletesség vizsgálatára jól használható és lehetőséget nyújt permetező-szórófejek szórás egyenletességük alapján történő minősítésére.

## 5 KÖVETKEZTETÉSEK

1. A ventilátorokkal keltett mesterséges légáramlás mellett mérőasztallal laboratóriumi körülmények között végzett szórás egyenletességi vizsgálatok alkalmasak permetező szórófejek, illetve permetezőgép-beállítások minősítésére.
2. Ugyancsak megállapítható, hogy az oldalirányú, illetve a kombinált oldalirányú- és szembe-szél nagyobb szórás egyenletességet okoz, mint a szembe-szél. Üzemi körülmények között szembe-szélel – épp a menetszél okán – majdnem mindig számolnunk kell.
3. Az alacsonyabbra helyzetet, nagyobb nyílásszögű permetezőfejek használata során a vizsgált szél-viszonyok döntő részénél jobb a szórás-egyenletesség.



3. ábra. A vizsgált szórófejek  $\varepsilon$ -értékei

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Yates et, W. E. – N. B. Akeson – R. E. Cowden "Criteria for minimizing drift residues on crops downwind from aerial applications" Transaction of the ASAE Vol. 17(4):627-632. 1974
- [2] Bouse, L. F. – J. B. Carlton, – M. G Merkel. Spray recovery from nozzles designed to reduce drift. Weed Science 24(4):361-365. 1976
- [3] Goering, C. E. – B. J. Butler: "Paired field studies of herbicide drift" Transaction of the ASAE Vol. 18(1):27-34. 1975
- [4] Maybanks, K. – K Yoshida – R. Grover: Journal of the Air Pollution Control Association 28(10):1009-1014. 1978
- [5] Smith, D. B.: "Evaluation of broadcast spray deposits" ASAE Paper No. 83-1512, ASAE, St. Joseph, MI 49085 1983
- [6] Goering, C. E. – B. J. Butler: "Micrometeorological measurements for pesticide drift studies" Transaction of the ASAE 17(6):1104-1107. 1974
- [7] Anonym: "TeeJet Spray Products Buyer's Guide 201M" Spraying System Co, Wheaton, 5.p. 2000