

# Precíziós öntözéstechnológia alkalmazásának és kialakításának vizsgálata

## Investigation of application and development of precision irrigation technology

A. SZABÓ<sup>1</sup>, F. TÖMÖRI<sup>2</sup>, A. VAD<sup>3</sup>, J. TAMÁS<sup>4</sup>, A. NAGY<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet PhD hallgató, szabo.andrea@agr.unideb.hu

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet MSC hallgató

<sup>3</sup>Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet, tudományos munkatárs, intézet igazgató

<sup>4</sup>Debreceni Egyetem, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet egyetemi tanár, Intézetvezető

<sup>5</sup>Debreceni Egyetem, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet, egyetemi docens

*Absztrakt. A szélsőséges időjárási viszonyok miatt napjainkban az öntözést egyre szükségesebb tényezőnek tartják. A növény vízigényeinek és a rendelkezésre álló vízkészletek felmérése után dönteni kell, milyen öntözési módszert alkalmazunk. Szántóföldi körülmények között az egyik leggyakrabban használt módszer az esőszerű öntözés, melynek több típusát ismerjük (pl. lineár, csévéldobos öntözőberendezés). A szántóföldön alkalmazott szórófejek egyenletességét a Christiansen-féle egyenletességi tényező (CU%) és az eloszlási egyenletességi tényező (distribution uniformity) (DU%) megadásával jellemezhetjük. Az együtthatókat csapadékmérők által felfogott vízmennyiség adataiból lehet megállapítani. A vizsgálatainkat 2019. júliusában és augusztusában 3 időpontban végeztük el a Debreceni Egyetem Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén és egy nyírbátori cég lineár öntözőberendezésein. Célul tűztük ki a hagyományos lineár technológia és a precíziós lineár öntözési technológia által kijuttatott víz mennyiség szórás egyenletességének összehasonlító értékelését. Emellett a kukorica intercepciós értékeknek a vizsgálatát is elvégeztük.*

*Abstract. Due to the extreme weather conditions irrigation is nowadays considered an increasingly necessary factor. After evaluating the water requirements of the plant and the available water resources is necessary to decide what irrigation method to use. One of the most commonly used methods in field conditions is rain-type irrigation, of which there are several types (eg linear, winding drum). The uniformity of the field nozzles can be characterized by the Christiansen uniformity factor (CU%) and the distribution uniformity factor (DU%). The coefficients can be derived from the volume of water captured by the rain gauges. Our investigations were carried out in July and August 2019 at the University of Debrecen's Vision Plant Experimental Plant and at a linear irrigation equipment of a Nyírbátor company. The aim of the study was to compare the uniformity of water dispersion applied by conventional linear technology and precision linear irrigation technology. In addition we examined the intercept values of maize.*

## 1. Bevezetés

Magyarország évi átlag csapadék mennyisége 500-700 mm-re tehető. A csapadékeloszlás szempontjait figyelembe véve érvényesül a domborzat, illetve a Földközi-tenger befolyásoló hatása. A csapadék mennyisége napjainkban igen változékony, az éves csapadékösszeg a múlt évszázadban csökkenő értékeket mutat (MET, 2019.), ezáltal az aszály kialakulása egyre gyakoribb hazánk területén, mely kialakulása első sorban a nyári időszakokra tehető, de előfordul, hogy a tavaszi periódus lesz szárazabb (KONECSNY, 2011). Hazánk szántóföldjeinek 2/3-a a talaj vízgazdálkodás szempontjából rossz vagy közepes, gyenge vízbefogadó képességgel, azonban a csapadékosabb időszakokban nagyobb eséllyel alakul ki a területeken belvíz. Száraz időszakokban elhanyagolható a növények által felvehető nedvesség, emiatt a talaj vízháztartása szélsőséges. A talaj fizikai állapotának romlása a teljes szelvény állapotra kihat (VÁRALLYAY, 1980). A vízgazdálkodás gyakorlatában igen fontos annak ismerete, hogy mennyi az időegység alatt lehullott csapadéknak a mennyisége (LIGETVÁRI, 2011).

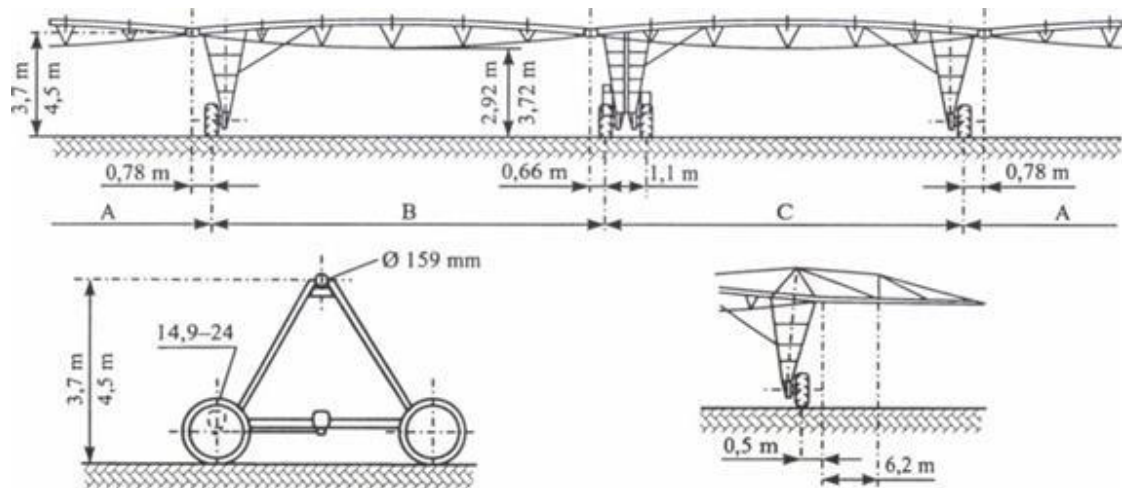
### *Az öntözés jelentősége hazánk területén*

A kialakult szélsőséges időjárási viszonyok miatt napjainkban az öntözést egyre szükségesebb tényezőnek tartják. Az öntözés kialakításának jelentősége első sorban a növények vízigényének kielégítése szolgál. Öntözés alatt azt az eljárást értjük, amikor műszaki berendezésekkel egyéb vízkivételi helyekről származó öntözésre felhasználható vizet juttatnak ki a termőterületre. Magyarországon, ahol jelen van kiépített öntözővíz ellátásra alkalmas rendszer, ott a gazdák számára hozzáférhető a megfelelő mennyiségű öntözővíz (BIRÓ et al., 2011). Ez a termés hozam és termésbiztonság stabilizálásának és növelésének egyik feltétele. Ennek ellenére évente megmutatkozik az öntözés hiánya miatt bekövetkező termésátlagoknak az ingadozása. A vízkészletek alapján kb. 400.000 ha-nyi területnek lenne szüksége öntözésére a jelenlegi 100.000 ha helyett (NEMZETI VÍZSTRATÉGIA, 2017). A termésbiztonság érdekében 100-200 mm csapadék kijuttatására lenne szükség évente, ami a szántóföldön 1000-2000 m<sup>3</sup>/ha vizet jelent. A növény igényeinek felmérése után dönteni kell, melyik öntözési módszert alkalmazzuk. A precíziós öntözés kialakítása elősegítheti az inputok hatékonyságának a növelését, a környezetterhelés csökkenését, a hozamnövekedést és a jobb minőségű termés előállítását. A precíziós öntözés vízmegtakarítással és költségcsökkentéssel is jár (SMITH et al., 2009).

### *A lineár öntözőrendszer kialakítása*

Az esőszerű öntözés a legelterjedtebb öntözési módszer szántóföldi körülmények között, ahol zárt csővezetékben, nyomás alatt vezetik el a vizet, majd azt szórófejek porlasztják szét úgy, hogy minél természetesebb hatást érjen el, így a csapadék vízcsepp formájában éri el a növényzetet illetve a talajt. Esőszerű öntözés két típusát különböztetjük meg, melyek a lineár és a csévélődobos öntözőberendezés. A különbség az öntözött terület alakjában figyelhető meg. A lineár berendezéssel négyzetes területet tudunk öntözni, míg a csévélődobos szerkezet szabálytalan alakú tábla esetében is használható (AGRARIUM7, 2016). A frontálisan haladó lineár öntözőberendezés

szárnyvezetékét jellemzi, hogy csővezetékre merőlegesen öntöz. Két kerékkel támasztott A alakú árbocokra teszik a szárnyvezetékcsöveket, melynek anyaga acél és a csőtagok egy részét peremesen csatlakoztatják egymáshoz. Ez utóbbiakat előfeszített rácsos acélszerkezet merevíti. A berendezések végén zárókonzol található. Az árbocon figyelhető meg az egyes részek mozgását végző hajtási rendszernek az elemei a villamos motor, erőátviteli tengely, rudazat, hajtómű és a járószerkezet. A járótagok villamosmotorjainak tápfeszültségét az áramfejlesztő termeli, biztosítja a jelzőrendszer és automatika számára fontos energiát. A szórófejeket a talajtól függően választják meg, vályogos, jó vízbefogadó talajoknál ütközőlapkás szórófej alkalmas, simább felületeken pedig a finomabb cseppképzés jellemző. A lapka formája befolyásolja, hogy milyen a szórástávolság, illetve a cseppek mérete. Kött, agyagos talajnál a rotoros megoldást célszerű alkalmazni, hiszen a rotator szórófej kisebb cseppeket képez, mely által megnő a szórástávolság (TÓTH, 2019). A lineár öntözőberendezés előnye, hogy rozsdamentes acélból készül, valamint fel van szerelve vegyianyag tartállyal is. Forgó- illetve lineár öntözésre is alkalmasak. Az oldalsó rendszer sebessége érintőképernyőről szabályozható. Amint a szélső torony megmozdul, elkezd generálni a sorban lévő többi tornyot is. Az oldalsó egységet vezérlés kormányozza, a százalékos időzítő pedig jel által megszakíthatja azt. Minden közbülső torony doboz alján található egy vezérlőkengyel. Az összehangolást a vezérművek működtetik, illetve az összehangoló kapcsolók hozzák működésbe a toronyban lévő motorokat, és ezek képesek visszaállítani a tornyot a sorba. *A lineárok telepítéséhez sík, akadálymentes téglalap formájú tábla célszerű. A vízadag nagysága a gép haladásának sebességével arányos. Irányítására a felszín feletti sodronykötelet, indukciós megvezetést vagy GPS-t alkalmaznak. A sodronykötelet az öntözésre használt csatorna vagy hidráns sor mentén párhuzamosan helyezik el a föld felett. Ha eltér a pályájáról a rendszer, akkor a kar elmozdulása kormányzást kér a helyes irányba, azonban ha reagálás nincs a kar kitérése után megszakad az áramkör, és a rendszer teljesen leáll (BÁNHÁZI et al., 2000). A lineár öntözőberendezés 10- 400 ha közötti területek öntözésére képes, szárnyhosszúsága 800 m, szimmetrikus elrendezése 1200 m, maximum vízszállítása 900 m<sup>3</sup>/h, nyomásigénye pedig 2-3,5 bar lehet (TÓTH, 2019) (1. ábra).* A precíziós öntözést a változtatható intenzitású öntözéssel „variable rate irrigation” (VRI) azonosítják, amely az esőztető öntözőberendezéssel ellátott területen eltérő mennyiségű zónákat jelent. A zónák kialakításánál fontos a megfelelő mennyiségű és idejű csapadék kijuttatása (GONZÁLEZ PEREA et al., 2017). A sebesség vezérlése a járószerkezet haladási sebességét befolyásolja, úgy, hogy a lassabb haladásnál több, gyorsabb haladási sebességnél pedig kevesebb víz kijuttatását jelenti (KRANZ et al., 2012).



1. ábra. Lineár esőztető öntözőberendezés  
(Forrás: Bánházi et al., 2000)

A lineár öntözőrendszer vizsgálatát kukoricatáblában végeztük el. A kukorica vízellátottság mennyisége elsősorban a csapadék mennyiségétől, ennek időbeli eloszlásától és a talaj tulajdonságától függ. Fontos a növény számára hasznosítható, felvehető talajvíz értéke is (HUZSVAY-NAGY, 2005; NAGY, 2007). A kukorica, mint nagy vízhasznosítású növény nagy víztömeg felvételére képes, így 460-580 mm csapadék mennyiség lenne a megfelelő számára. A legtöbb vízre júliustól augusztusig van szükség a megfelelő termés hozam érdekében, ebben az időszakban a növénynek havonta kb. 100-100 mm vízhez kellene jutnia, ám ebben az időszakban felléphet aszálykárosodás is a területeken. Átlag feletti termés elérése érdekében a csapadékösszeg mennyiségének el kell érnie az évi 500-720 mm-t (ÁNGYÁN et al., 1987; BOCZ, 1996; ANTAL, 2005).

## 2. Anyag és módszer

### 2.1. A Christiansen-féle egyenletességi tényező (CU) és az eloszlási egyenletesség számítása

A szántóföldön alkalmazott szórófejek egyenletességét jellemzi a Christiansen-féle egyenletességi tényező. Eleinte arra használták, hogy bemutasson egy egyenletes koefficiens a sprinkler rendszerhez (KARMELI, 1978). Napjainkban azonban a vízeloszlási egyenletesség meghatározásában alkalmazzák (KARMELI, 1978; TOPAK et al. 2005). Ezt az együtthatót az csapadékmérők adataiból lehet megállapítani, azon alapulva, hogy az csapadékmérő ugyanazt a területet jelképezi, illetve az abszolút különbség mértékét el lehet választani az átlagtól. A minimum CU érték a gyakorlatban 84 %, ha a vízmennyiség az edényekben azonos, akkor a CU érték 100%. A CU számítás módszere figyelembe veszi az alul- és túllöntött területeket egyenlő arányban.

A Christiansen-féle egyenletességi tényező (CU) számítása:

$$CU_c = 100 \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - \bar{V}|}{\sum_{i=1}^n V_i} \right] \quad (1)$$

ahol:

$\sum |X_i - \bar{X}|$  = az egyedi mérések abszolút eltéréseinek összege az átlaghoz viszonyítva

$\bar{X}$  = valamennyi mérési adat átlaga

$X_i$  = az egyedi mérési adat

$n$  = a mérési helyek száma (MAROUFPOOR et al., 2010).

A vízkijuttatási egyenletesség meghatározására használtam még az eloszlási egyenletesség számítását (distributon uniformity) (DU) (KRUSE, 1978), ahol a mért értékek növekvő sorrendbe állítása után az alsó 25%-ba sorolt értékek átlagát vesszük és elosztjuk az összes mért érték átlagával:

$$DU = 100 \left( \frac{\overline{X_{i25\%}}}{\bar{X}_i} \right) \quad (2)$$

ahol:

$DU$  = eloszlási egyenletesség százalékos formában

$\overline{X_{i25\%}}$  - a legszárazabb negyed vízborításának átlaga

$\bar{X}_i$  - teljes terület vízborításának átlaga (TAKÁCS et al., 2019).

## 2.2. A mérések beállítása

A mérések beállítása a Debreceni Egyetem Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén és Nyírbátorban a Bátortrade Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.-nél történt (2. ábra).

### 1. mérési beállítás – hagyományos lineár rendszerrel

Az 1. mérés során a kukorica 0,5 méter magas volt. A lineár víz kijuttatása 20 m/h lineár öntözőrendszer sebességgel történt, a csapadékmérőket 4x4-es rácshálóba helyeztük ki, illetve az egyik sort meghosszabbítva 15 db csapadékmérőt helyeztünk ki méterenként. Az egyenes szakaszban a felénél átváltottunk 10 m/h sebességre.

### A 2. mérési beállítás – hagyományos lineár rendszerrel

A 2. mérés során a kukorica 1,8 méter magas volt. A lineár víz kijuttatása 15 m/h lineár öntözőrendszer sebességgel történt, a csapadékmérőket 4x4-es rácshálóba helyeztük ki 5

méterenként, illetve az egyik sort meghosszabbítva 15 db csapadékmérőt helyeztünk ki méterenként. Az egyenes szakaszban a felénél átváltottunk 10 m/h sebességre.

### A 3. mérési beállítás - VRI rendszerrel

A 3. mérés során a kukorica 0,4 méteres magas volt. A lineár víz kijuttatása 15 m/h lineár öntözőrendszer sebességgel történt, csapadékmérőket 4x4-es rácshálóba helyeztük ki 5 méterenként, illetve az egyik sort meghosszabbítva 15 db csapadékmérőt helyeztünk ki méterenként. Az egyenes szakaszban a felénél átváltottunk 10 mm/h sebességre.



2. ábra: Szórófejek és az akasztható csapadékmérő

## 3. Eredmények és azok értékelése

### 3.1. Christiansen- féle egyenletességi tényező (CUC%) és az eloszlási egyenletességi tényező (DU%) eredményeinek a bemutatása

#### 3.1.1. 1. mérés eredményei hagyományos lineár öntözőrendszerrel

A Christiansen-féle egyenletességi tényező szempontjából az eredmények hasonlóak lettek egymáshoz, a 150 cm magasságban, a lombzat felett kihelyezett csapadékmérők (CUC % / mm) adataiból kapott CUC % 73, 39 % lett, a mellé kihelyezett földbe szúrható csapadékmérők (CUC % / Imm) CUC % pedig 71,68 %. A szakirodalom alapján a gyakorlatban a minimális CU értéknek el kell érnie a 84%-t, a felett beszélhetünk egyenletes eloszlásról. Az általunk vizsgált lineár öntözőrendszer rész nem éri el a gyakorlatban megfelelő értéket, a kijuttatott csapadék mennyisége nem egyenletes. A vízkijuttatás egyenletesség bemutatására alkalmaztam még az eloszlási egyenletességet (distribution uniformity) (DU%) (KRUSE, 1978). Az öntözés akkor számít egyenletesnek, ha eléri a 80%-os értéket (Irmak et al., 2011). A 150 cm magasságban elhelyezett csapadékmérők esetében a DU% / mm 69,71%, a földbe szúrható csapadékmérő esetében a DU % / Imm 58,17 % lett. A megkapott % eredmények közel sem érik el a megfelelőnek számított 80 % - os értéket, ezzel is alátámasztva a lineár öntözőrész kijuttatásának az egyenlőtlenségét (1. táblázat).

### 3.1.2. 2. mérés eredményei hagyományos lineár öntözőrendszerrel

A 150 cm magasságban elhelyezett csapadékmérők (CUC % / mm) adataiból kapott CUC % 70,88 % lett, mely az előző méréshez közel azonos értéket adott. A földbe szűrhető csapadékmérők (CUC % / Imm) CUC % 53,53 % lett, ami az előző méréshez képest majdnem 20 % -al alacsonyabb értéket adott. A kijuttatott csapadékmennyiség értékek elmaradtak a megfelelőnek számítható 84 % -hoz képest. A 150 cm magasságban elhelyezett csapadékmérők esetében a DU% / mm 46, 48 % lett, a földbe szűrhető csapadékmérő esetében a DU % / Imm pedig 46, 89 %. Mind a két esetben kevesebb értéket kaptunk az első méréshez képest, melynek oka a kukorica 180 cm -es magasságával magyarázható (1. táblázat).

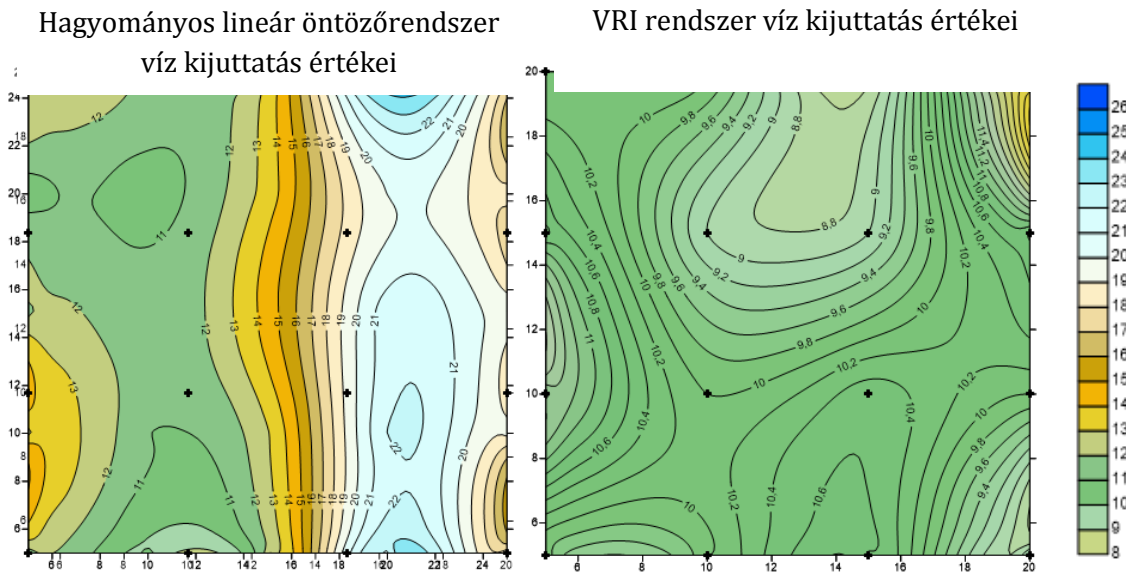
### 3.1.3. 3. mérés eredményei VRI által

A 150 cm magasságban elhelyezett csapadékmérők (CUC % / mm) adataiból kapott CUC % 96,88 % lett, mely az előző méréshez közel azonos értéket adott. A földbe szűrhető csapadékmérők (CUC % / Imm) CUC % 85,53 % lett, ami az előző méréshez képest majdnem 20 % -al alacsonyabb értéket adott. A kijuttatott csapadékmennyiség értékek elmaradtak a megfelelőnek számítható 84 % -hoz képest. A 150 cm magasságban elhelyezett csapadékmérők esetében a DU% / mm 88, 48 % lett, a földbe szűrhető csapadékmérő esetében a DU % / Imm pedig 85, 89 % (1. táblázat).

	CUC%/mm	DU%/mm	CUC%/ Imm	DU%/Imm
1. mérés	73,39%	69,71%	71,68%	58,17%
2. mérés	70, 88%	46,48%	53,53%	46,89%
3. mérés	96, 88%	85,48%	88,53%	85,89%

1. táblázat: Eredmények bemutatása táblázatban

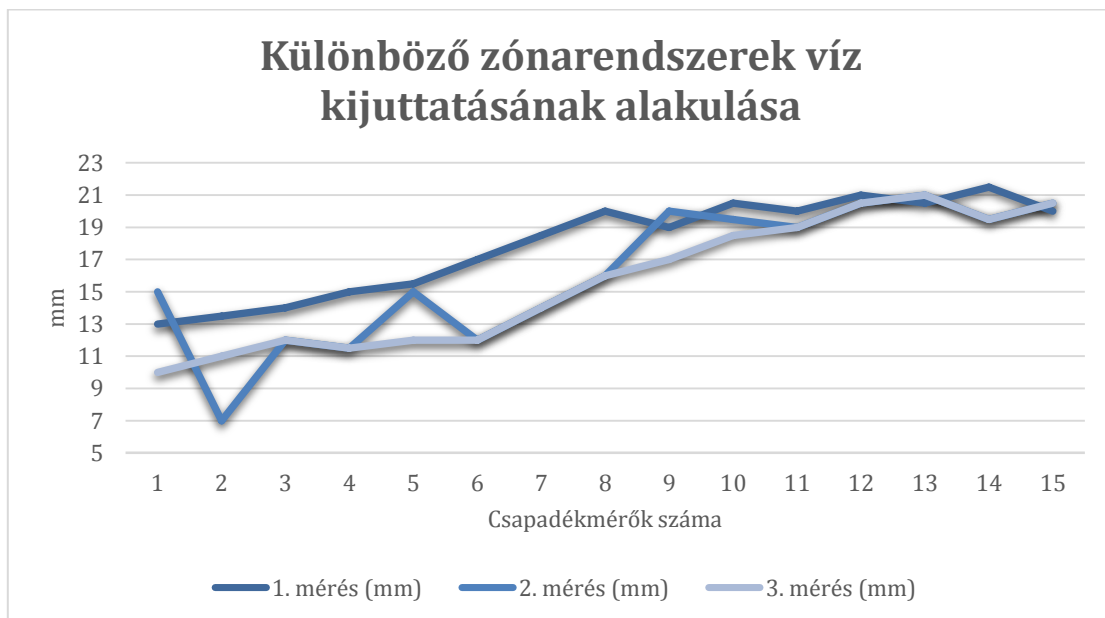
A kapott eredményeink eltérésének az oka az, hogy a hagyományos lineár öntözőrendszer régebbi kialakításuk miatt a szórófejek elhasználódtak, kopottak. A szórófejek kopása ez által rossz kijuttatáshoz vezet, mely gyenge szórás egyenletességgel írható le. Ezáltal a kialakított VRI rendszer a szórás egyenletességi eredményekből is láthatóan homogén és egyenletes kijuttatást eredményezett. A kapott vízkijuttatási eredményeinket eloszlástérképen ábrázoltuk összehasonlítva a hagyományos lineár öntözőrendszer és a VRI rendszer víz kijuttatásainak értékeit. Az eloszlástérképen is látható, hogy a VRI rendszer eloszlása homogénebb képet ad a hagyományos lineár öntözőrendszerhez képest (3. ábra).



3. ábra: Csapadékeloszlás ábrázolása Surferben eloszlástérképen

### 3.2. Különböző zónarendszerek közötti átmenetek vizsgálata

A méterenként egy sorba kihelyezett csapadékmérők felénél történő sebesség átváltásának elsődleges célja a csapadék mennyiség változásának megfigyelése volt különböző zónák között. 20 m/h és 15 m/h átváltásáról 10 m/h -ra megfigyelhettük, hogy több vízmennyiség jutott a csapadékmérőkbe. A 10 m/h sebességnél közel állandó 20 mm-t figyelhettünk meg (4. ábra).



4. ábra: Különböző zónarendszerek közötti víz kijuttatás alakulása



## Összefoglalás

Kutatási eredményeink által megállapítható, hogy a hagyományos lineár öntözőrendszer részen kialakított szórófejek kijuttatási egyenletessége sem a kukorica korai vegetációs időszakában sem pedig később nem érte el a minimális 84 % CUC% eloszlás egyenletességi értéket. A magasabb kukorica állományban megfigyelhető volt a kijuttatott víz mennyiségi értékeknek a csökkenése, ezáltal pedig mind a CUC% és DU% értékek csökkentek a vegetáció előrehaladtával. A hagyományos lineár öntözőrendszerrel szemben a VRI rendszer kialakítása pozitív eredményt adott számunkra a maga 85 % és 96 körüli CUC% és DU% eredményeivel. A VRI rendszer kidolgozása ezen adatok alapján jobb kialakítási és használati módszernek minősül a hagyományosan kialakított lineár öntözőberendezéssel szemben.

## Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program NKFIH-1150-6/2019 számon támogatta, a Debreceni Egyetem 4. tématerületi programja keretében.

## Hivatkozások

- [1] Ángyán J.- Jeney Cs.- Lakatos Cs.- Menyhért Z.- Nyárai-Horváth F.- Radics L.-Rózsás A.- Seres J.- Varga A.: 1987. *Agroökológia hatások a kukoricatermesztésben*. GATE-KSZE, Gödöllő-Szekszárd 204. p.
- [2] Antal J. : 2005. *A növénytermesztés alapjai*. Gabonafélék. Mezőgazda kiadó, Budapest 383 p.
- [3] Bánházi J. – Horváth B. – Jóri J. I.: 2000. *Talajművelő gépek*. In. Szendrő P. (szerk): *Mezőgazdasági gépszerkezettan*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 54–140.
- [4] Biró S. -Apáti F.- Szöllősi L. -Szűcs I. - Kapronczai I. - Szűcs I. - Váradi L. -Apáti F.- Bojtárné Lukácsik M. - Bozán C. - Felkai B. O. - Gyalog G. - Hamza E. - Körösparti J. - Pekár F.- Székely E. - Szöllősi L.- Tóth P.- Valentinyi K.- Varga E.: 2011. *Az öntözésfejlesztés gazdasági összefüggései*. In: S. Biró, I. Kapronczai, I. Szűcs, & L. Váradi (eds.). Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet Vízhasználat és öntözésfejlesztés a magyar mezőgazdaságban. 45–74 p.
- [5] Bocz E: 1996. *Szántóföldi növénytermesztés*. Mezőgazda kiadó, Budapest. 886.p.
- [6] Christiansen J. E.: 1942. *Irrigation by Sprinkling*. California Agriculture Experiment Station Bulletin, No. 670.
- [7] González P. R. -Fernández G. I. - Martin A. M. - Rodríguez D. J. A.- Camacho P. E. – Montesinos P.: 2017. *Multiplatform application for precision irrigation scheduling in strawberries*. Agricultural Water Management. 183: 194–201 p.
- [8] Huzsvay L. – Nagy J.: 2005. *Effect of weather on maize yields and the efficiency of fertilization*. Acta Agronomica Hungarica. 53, 1: 31-39. p.
- [9] Karmeli D.: 1978. *Estimating sprinkler distribution pattern using linear regression*. Transactions of the ASAE, 21: 682–686.

- [10] Konecsny K.: 2011. *A víz, mint erőforrás és kockázat.* ([https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0038\\_foldrajz\\_konecsnykaroly/ch01s03.html](https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0038_foldrajz_konecsnykaroly/ch01s03.html))
- [11] Kranz W. L. –Evans R. G. – Lamm F. R. –Peters R. T.: 2012. *A Review of Mechanical Move Sprinkler Irrigation Control and Automation Technologies.* Applied engineering in agriculture. 28(3): 389–397 p.
- [12] Kruse E. G.: 1978. *Describing Irrigation Efficiency and Uniformity.* Journal of the Irrigation and Drainage Division. 104(1): 35–41 p.
- [13] Ligetvári F.: 2011. *A vízgazdálkodás alapjai,* Szent István Egyetem.
- [14] Maroufpoor E. - Faryabi A.- Ghamarnia H. - Moshrefi G. Y.: 2010. *Evaluation of Uniformity Coefficients for Sprinkler Irrigation Systems under Different Field Conditions in Kurdistan Province (Northwest of Iran)* Soil & Water Res., 5, 2010 (4): 139–145.
- [15] Nagy J.: 2007. *Kukoricatermesztés.* Akadémiai kiadó, Budapest. 395. p.
- [16] Nemzeti Vízstratégia: 2017. *Nemzeti Vízstratégia* (Kvassay Jenő Terv). 140 p.
- [17] Smith R. J. - Baillie J. N. - Futures I.: 2009. *Defining precision irrigation : A new approach to irrigation management.* National Centre for Engineering in Agriculture and Cooperative Research Centre for Irrigation Futures,. 18–21 p.
- [18] Takács S. - Bíró T. - Helyes L - Pék Z.: 2019. *Variable rate precision irrigation technology for deficit irrigation of processing tomato.* Irrig. and Drain. 68: 234–244 (2019) Published online 28 October 2018 in Wiley Online Library ([wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com))
- [19] Topak R. - Suheri S. - Ciftci N. - Acar B.: 2005. *Performance evaluation of sprinkler irrigation in a semi-arid area.* Pakistan Journal of Biological Sciences, 8: 97–103.
- [20] Tóth Á.: 2019. *Többtámaszú, önjáró öntözőgépek.* (<https://mezohir.hu/hir/tobbtamaszu-onjaro-ontozogepek>)
- [21] Várallyay Gy.- Szűcs L. – Rajkai K. – Zilahy P. – Murányi A.: 1980. *Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszere és 1:100000-es méretarányú térképe.* Agrokémia és Talajtan. 29. 77-112.

## Internetes hivatkozás:

[1] <https://agrarium7.hu/cikkek/508-viz-es-energiatakarekos-ontozes>

[2] [https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/altalanos\\_eghajlati\\_jellemzes/csapadek/](https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/)