

SZAKDOLGOZAT

Kövesdi Ádám

Öntözési Szakmérnökképzés

2023

Szarvas



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Öntözési Szakmérnökképzés

Szántóföldi öntözőberendezések nyomás szabályozott esőztető szórófejeinek vizsgálata, szórófejek kijuttatási intenzitásának talajtípushoz történő illesztése

Belső konzulens: Dr. Futó Zoltán, tanszékvezető, egyetemi docens

Készítette: Kövesdi Ádám

FL3UTL

levelező tagozat

Környezettudományi Intézet, Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék

Tartalom

1. Bevezetés és célkitűzések:	5
2. Irodalmi áttekintés:	7
2.1. Körforgó öntözőberendezések kialakulása:	7
2.2. Berendezések felépítése:	9
2.3. Szórófejek kialakulása:	12
2.4. Szórófejek napjainkban:	13
2.5. Átlagos Intenzitás:	14
2.6. Kijuttatás intenzitásának és talaj beszivárgásának görbéje:	18
3. Anyag és módszer:	23
3.1. Szórófejek mérése:	23
3.2. Mérési metódus:	23
3.3. Komet KPT (Komet Precision Twister):	24
3.4. Senninger I-WOB 2:	26
3.5. Nelson O3030 Orbitor:	28
3.6. Nelson R3030 Rotator:	30
3.7. Nelson S3030 Spinner:	31
4. Eredmények és értékelésük	32
4.1. Komet KPT (Komet Precision Twister) mérése:	32
4.2. Senninger I-WOB 2 mérése:	34
4.3. Nelson O3030 Orbitor mérése:	36
4.4. Nelson R3030 Rotator mérése:	38
4.5. Nelson S3030 Spinner mérése:	40
4.6. Szórófejek átfedése	42
5. Következtetések és javaslatok	44
6. Összefoglalás	45
7. Köszönetnyilvánítás	47

8. Irodalomjegyzék.....	48
9. Mellékletek:.....	49
10. Nyilatkozat.....	52

1. Bevezetés és célkitűzések:

Napjaink modern önjáró öntözőberendezéseinek egyik elengedhetetlen alkotó eleme, egy jól megválasztott, és méretezett nyomásszabályozott energia, és víztakarékos szórófej csomag. Ugyan öntözőkonzolos rendszerek esetében is alkalmazzák a gyártók ezen megoldást, mégis, szakdolgozatom során főképp az önjáró berendezések szórófejeire fogok kitérni, mivel az aktuális öntözésfejlesztési beruházásokok esetében a gazdálkodók leggyakrabban valamilyen önjáró megoldást választanak.

Önjáró rendszerek esetében két külön álló kialakításról beszélhetünk, mozgási irány függvényében: Center Pivot, azaz körforgó berendezések, valamint Lineár berendezések, melyek egyenes vonalú mozgást valósítanak meg.

Magyarországon, főként az alföldi régióban, a SZIK (Szuper Intenzív Kukorica termelési) programnak köszönhetően 1986 és 1992 között több száz csatornás lineár berendezés került kialakításra, melyek mára korszerűtlen szórófejeik, valamint dízelmotorjaiknak köszönhetően víz és energia pocsékló öntözést valósítanak meg. Ütközőlapos (sprayer) szórófejeik apró szinte ködszerű cseppképzéssel nagy párolgási, valamint elsodródási veszteséggel üzemelnek, és egyenetlen kijuttatással sok esetben. Ezen berendezések üzemeltetése legtöbb esetben folyamatos emberi felügyeletet igényel, mely csak bizonyos mértékben modernizálható, valamint automatizálható.

Az aktuális, 2016-óta nyitott VP2-4.1.4-16 „A MEZŐGAZDASÁGI VÍZGAZDÁLKODÁSI ÁGAZAT FEJLESZTÉSE” című pályázati felhívás keretein belül a gazdálkodóknak lehetőségük van ezen régi berendezések korszerűsítésére, valamint új öntözőtelepek kialakítására is.

„Felhívás indokoltsága és célja:

A globális klímaváltozás hatásai napjainkban már érzékelhetőek és hazánkra is komoly hatást fejtenek ki, számos új nehézséggel szembesítve a gazdákat. Az éghajlat globális alakulásával párhuzamosan egyértelmű változások mutathatók ki a hazai hőmérsékleti és csapadékviszonyokban. Az utóbbi három évtized során a napi maximum-hőmérséklet drámai mértékben emelkedett, mellyel párhuzamosan csökken az éves csapadék-mennyiség is. A klímaváltozás következtében a csapadék mennyisége és időbeli eloszlása is szélsőségesebbé, kiszámíthatatlanabbá válik. Gyakori, hogy egy adott éven belül ugyanazon a területen egyszerre

jelentkezik vízelvezetési és vízpótlási (öntözési) igény. Az egyenlőtlen csapadék-eloszlás és az egyre gyakoribbá váló aszályok miatt a mezőgazdaság klímaváltozásnak való kitettsége nő.

A jelen felhívás célja a mezőgazdasági termelés biztonsága és a klímaváltozáshoz való alkalmazkodása érdekében a vízviasszatartás, a vízkészleteinkkel való fenntartható gazdálkodás, takarékos öntözési technológiák elterjesztése, a klímaváltozásnak ellenálló termelési módszerek és fenntartható területhasználat biztosítása, a felszíni és felszín alatti víztestek mennyiségi szempontból jó állapotba hozásához és/vagy a jó állapotuk megőrzéséhez szükséges intézkedések támogatása.

A jelen felhívás célcsoportjába azon mezőgazdasági termelők tartoznak, akik fejlesztési eredményei hozzájárulnak a mezőgazdaság termésbiztonságának és versenyképességének növekedéséhez, valamint figyelemmel vannak a vízkészletekkel való felelős gazdálkodásra.

Jelen konstrukció keretében kizárólag olyan támogatási kérelmek támogathatók, amelyek megfelelnek a fenti célkitűzésnek.” ([http 1](http://1))

Új beruházások esetében, az aktuális piaci tendencia a minél inkább automata működésre képes rendszerek kialakítása, melyek esetében a Körforgó berendezések lehetnek az ideális megoldások.

Amennyiben automata szivattyútelep kerül kialakításra, és egy modern vezérlőpanellel ellátott körforgó berendezés, úgy a teljes rendszer szinte minden eleme távolról elérhető, vezérelhető és megjeleníthető. Főbb funkciók körforgók esetében: indítás, leállítás, irányváltás, sebesség szabályozás, mennyiség szabályozás, végszórófej vezérlés, park pozíció beállítás, pozíció megjelenítés, üzemállapot megjelenítés, nyomás, vízszállítás, csapadék, szélsébsesség megjelenítése és monitorozása stb...

Fontos megjegyezni azonban, hogy bármennyire is automatizált egy ilyen rendszer, lehet az a legújabb vezérlőpanellel, vagy RTK pontos GPS vezérléssel szerelve, amennyiben nem megfelelően állomány, és talajspecifikusan méretezett szórófejszettel rendelkezik, úgy nem lesz megfelelő az öntözésünk. Szakdolgozatom célkitűzéseként ezen szórófejek közül a leggyakrabban alkalmazott öt darab mérését és vizsgálatát tűztem ki.

2. Irodalmi áttekintés:

2.1. Körforgó öntözőberendezések kialakulása:

Egy egyszerű alap koncepció: Juttassunk öntöző vizet az öntözendő állományhoz úgy, hogy öntöző csövek körkörösén haladnak a területen egy fix alap ponthoz képest. Az első sikeres megvalósítás még 1878-ban egy francia mérnök, John Winebrenner keze által jött létre, aki szabadalmaztatott egy hasonló technológiát, ahol lovakkal húzták a területen körbe az öntöző csöveket. (Rainmakers)

Ezen megoldás viszont egészen a 20.-ik század elejéig elfeledve maradt, amikor ugyan csak szabadalmaztattak néhány egyedi megoldást, bár visszatekintve ezek is csak halvány próbálkozások voltak a későbbi megoldásokhoz képest. (Rainmakers)

A 20.-ik század közepén ismételten előkerült az elképzelés, amikor is egy farmer Frank Zybach először megtervezett, és összeállított egy „önjáró szóró öntöző apparátust”, áthidalva az űrt a régi elképzelés és az aktuális csatornás és mobil öntözőcsöves öntözés között. Zybach berendezése csövekből, azok tetején elhelyezett szórófejekből, kábeles felfüggesztésekből a tornyok között, és acél kerekekből állt. Hidraulikus munkahengereket hajtott a víz nyomása által, melyek egy mechanizmuson keresztül hajtották a kerekeket. A kulcsfontosságú megoldás ezen berendezés esetében a tornyok egyvonalban tartása volt, ugyanis ha például egy torony is lemaradt az egyeneshez képest, úgy egy mechanikus összekötőn keresztül a vezérlés felgyorsította ezen torony haladását, ameddig újra el nem érte az egyenest. (Rainmakers)

1952 július 22.-én szabadalmat nyert Zybach ezen fejlesztésével, mely egy forradalmi technológia születését jelentette melyet „Center Pivot” azaz körforgó berendezésnek hívunk a mai napig. (Rainmakers)

Egy kicsivel több mint fél évszázad elteltével ezen berendezések segítettek a gazdálkodóknak csökkenteni az öntözendő területek munkaerő igényeit, folytonos beavatkozással, hogy mikor és mennyit szeretnének kijuttatni, mely más öntöző rendszer esetében nem volt ez idáig ilyen pontossággal lehetséges. Ez a képesség lehetővé tette, hogy a területre megfelelő uniformitással kerüljön ki az öntözővíz, a növény szükségletének megfelelően, vizet és energiát takarítva meg ezáltal. (Rainmakers)

Manapság a szántó földi kultúráktól egészen a gyümölcsösökig, különböző talaj és domborzati viszonyok mellett, bizonyos esetekben más megoldással nem is öntözhető területen is

egyidejűleg más munkafeladatokra, mint tápanyag, valamint rovarirtók kijuttatására is széles körben hasznosítják. (Rainmakers)

Egy évvel a szabadalom után 1953-tól Zymbach egy Nebraskai autókereskedővel együtt megkezdte a berendezések gyártását, de egy év elteltével eladták a jogokat Robert Daugherty, a Valley Manufacturing Company elnökének, aki Valley név alatt kezdte értékesíteni a berendezéseket. (Rainmakers)

Ahogy az eredeti szabadalmi jogok lejártak 1959-től más gyártók is megjelentek az üzletágban és az 1960-as évek végére a center pivot rendszer eladások szárnyaltak. 1968-ban Richar Reinke, akit gyakran a kulcsfiguraként emlegetnek a Pivot rendszerek fejlődésében feltalálta az első teljes egészében átfordítható elektromos működésű berendezést elérve a 100' (36,48m) szárnytaghosszt melyet Electrogatornak nevezett el. Reinke továbbá megalkotta az első teljes egészében alumínium berendezést is (Alumigator), mely könnyed kialakításának köszönhetően csökkentette a mély keréknyomok kialakulásának problémáját a szántóföldeken. (Rainmakers)

Miután egyre több ember költözött el a farmokról a városokba az 50-es és 60-as években úgy a munkaerő egyre nagyobb problémát kezdett jelenteni a gazdaságokban. A munkaerő igény csökkentése volt a legnagyobb értékesítési pont, „Egy ember képes 8 önjáró öntöző berendezést üzemeltetni” írta Dan Putman of O'Neill, 1968 március 2.-án Nebraskában a Nebraska Farmer Magazinba. (Rainmakers)

„ az 1960-as évek végétől egészen 1980-as évek elejéig, több mint 80 center pivot gyártó készített és értékesített berendezéseket az Egyesült Államokban” írta Hal Werner professzor és öntözésfejlesztő szakember a Dél Dakotai állami egyetemen. Mára már csak egy maroknyi márka maradt fent, de a gyártók közötti túlfűtött versengés új fejlesztéseket, és nagymértékű előre lépéseket jelent a rendszerek képességeit, és megbízhatóságát illetően. (Rainmakers)

Az 1970-es évekre a körforgó rendszerek sikere egész Észak Amerika látképét megváltoztatta, ugyanis a kör alakú földek láthatóak voltak a repülő gépek utasai és még a légkörbe visszatérő asztronauták számára is. Az első LANDSAT szatellit még az 1970-es években felvételeket készített ezen körökről, melyek viszonylag jól elhatárolhatóak voltak még az űrből is egymástól. A Standard körforgó hossz 1300' (~396m), mely nagyjából 1/4 mérföldnyi sugárban öntözött egyszerre akár 130 acre (52 hektár) területet, de nagyobb akár 1/2 mérföld (800m) hosszú vagy hosszabb berendezések, több mint 500 acre (200 hektár) lefedett területtel is megtalálhatóak voltak. (Rainmakers)

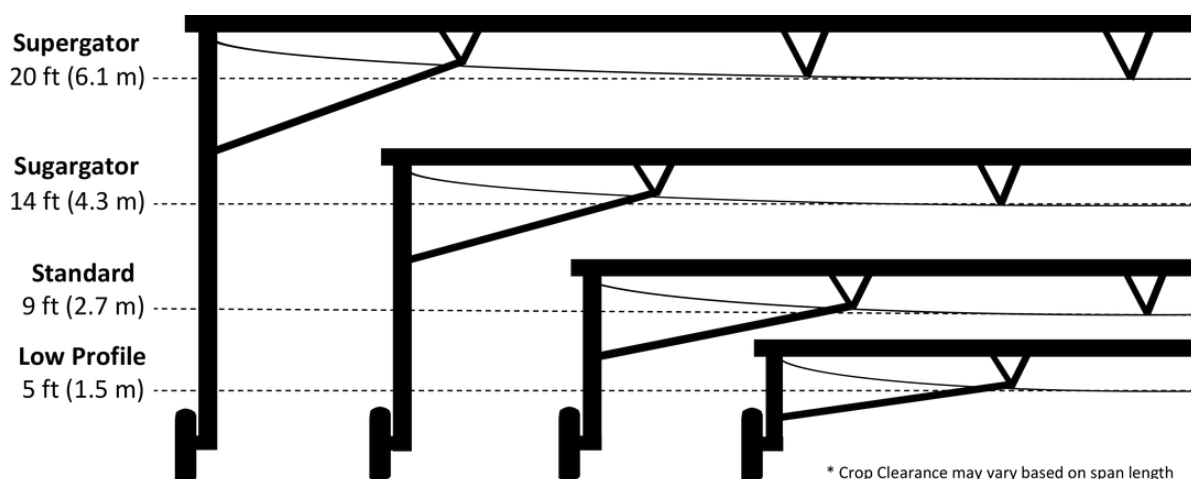
1972-re szatellit térképek alapján a 2725 körforgó rendszer üzemelt. 2002-re egy becsült 170 000-es darabszámról beszélhetünk önjáró öntözőberendezéseket tekintve az Egyesült államok területén mely nagyságrendileg 21millió acre (~8,4 millió hektár) területet fed le. Ezen berendezések nem csak körforgó, hanem lineárok is. További ~88 000 darab berendezés üzemelt tucatnyi országban a föld körül, Nick Mizaur (Valmont Industries, Inc.) szerint. ~21 000 rendszer Saud Arábiában, ~15 000 Dél Afrikában, ~10 000 Spanyolországban, ~8 500 Braziliában. A 2002 óta eltelt több mint 20 éves időszakban ezen berendezések száma világviszonylatban ugrásszerűen rohamosan emelkedik. (Rainmakers)



1.ábra Deshler (Nebraska) műholdkép 2010/12 (Google Earth)

2.2. Berendezések felépítése:

Körforgó berendezések esetén egy fix központi toronytól kiindulva különböző hosszúságú, és csőátmérőjű szárnytagokból építhetjük fel rendszereinket. Ezen tagok hossza ~30m-től ~65m-ig terjedhet, a felhasznált csövek átmérője pedig 114mm-től akár 254mm-ig változhat a szükséges szállítási térfogatáram függvényében. A csövek, és a tartószerkezet anyaga a kijuttatandó anyag függvényében a korrózióval szemben illeszthető, mely lehet: tűzi horganyzott, chromium-nikkel bevonatú, alumínium, rozsdamentes acél vagy poly lined azaz műanyag PE csővel bélelt kivitelű. Az öntözendő kultúra függvényében ezen szárnytagok magassága eltérő lehet, egészen 1,5m szabad hasmagasságtól akár 6,1m-ig speciális terepakadályok keresztezése érdekében. (http 2)



2.ábra Elérhető szárnytag magasságok-Reinke (http 2)

Minden egyes szárnytag végén hajtás helyezkedik el, és szinte az összes aktuálisan gyártott berendezés elektromos motorokkal rendelkezik, kivéve a T-L Irrigation Company gépei, melyek folytonos hidraulikus hajtóművekkel vannak ellátva. A szárnytagok végén járótoronyok helyezkednek el, melyeken megtalálhatóak a hajtás elemei (kerék-hajtóművek, villanymotorok, abroncsok), valamint az egyenes vonalban tartásért felelős vezérlési elemek (toronykapcsoló dobozok). A legtöbb gép gumibroncsokkal szerelt, mely különböző átmérőkben és szélességekben áll rendelkezésre. A megfelelő méretezés fontos, hogy a talajtípus és szárnytag súlyhoz illesztve lehessen minimalizálni a talajterhelést, csökkentve a keréknyomok okozta elakadási, majd betakarítási problémákat. Az aktuális hajtás kialakítások lehetővé teszik, hogy a berendezéseket mind óramutató járásának megfelelően (előre), valamint óramutató járásának ellentétes irányba (hátra) is járathassuk, akár öntözve, akár szárazon. Sugár irányú szeparálás esetén különböző állományokat, különböző vízigénnyel képesek a rendszerek öntözni. (http 2)

A berendezéseken legtöbb esetben végkonzol, azaz utolsó tornyon túli túlnyúlás található, melynek hossza akár 32m is lehet. Napjaink modern körforgói legtöbb esetben kórner karral, azaz sarok beöntöző karral szereltek, melyek egy előre beállított nyomvonal alapján az alap center pivoton kívül eső alaktalan területeket hivatott beöntözni. Ezen kar hossza gyártótól függően akár 97m-is lehet, és a rajta található nagyteljesítményű végszórófejjel a karon túl további 25-32m-t képes beöntözni teljesen nyitott állapotban. A kórner karok nyomvonalon tartásáért kezdetben indukció kábeles technológia volt felelős, manapság viszont a legtöbb gyártó már RTK korrekció alapú cm- pontosságú GPS technológiát alkalmaz. (http2)

Körforgó berendezések esetében a kijuttatott vízmennyiség szabályozása a gép haladási sebességének módosításával valósítható meg. A rendszer legtöbb esetben egy százalékos óra jele alapján üzemel, a kitöltési tényezőt módosítva. Ezen óra általában egy 60sec-es kivitel, amely a vezérlő jelet küldi a berendezés utolsó tornyához. 50%-os beállítás esetén az utolsó torony 30sec-ig mozog, 30sec-ig áll. a köztes tornyok egy bizonyos szögelfordulást követően lekövetik az előrébb haladó torony mozgását, míg el nem érik a beállított egyenest. A berendezés vezérlése a központban elhelyezett vezérlő panelen, vagy akár távfelügyelet/vezérléssel kiegészítve a világ szinte összes pontjáró lehetséges. Megvalósítható idő valamint esemény vezérlés, VRI (Variable Rate Irrigation) esetén pedig mind sebesség, mind zóna alapú vezérlés is. A szórófej kivezetések a csővezeték rendszer tetején helyezkednek el, rendszerint $\frac{3}{4}$ "-os kialakításúak, és gyártótól függően 40-114" távolságra helyezkednek el egymástól. (http 2)



3.ábra járótorony kialakítás (http 2)

2.3. Szórófejek kialakulása:

Körforgó rendszerek esetében a szórófejgyártók speciális kihívásokkal szembesülnek, uniformisan kell kijuttatni az öntöző vizet a rendszer teljes hosszában. Az első tagok nagyon lassan, még a külsők akár „extrém” gyorsasággal is haladhatnak. Egy 400 méteres berendezés külső tornyának ~1500m, még az első toronynak (rendszerint ~45-65m -re az alaptesttől) ~300m-t kell egy forduló alatt bejárnia, 1/5-ét az utolsó toronynak. Egy ~50m-es szárnytag esetében ez azt jelenti, hogy az első tag alatti lefedett terület ~0,8 hektár, míg az utolsó alatt ugyan ez már 12 hektárt jelent. Egy teljesen új kihívással kellett a mérnököknek szembesülni az energiahány, és magas energia árak megjelenésekor. Rendelkezve azon képességgel, hogy kijuttathatjuk a szükséges öntözővíz mennyiséget rövid időegység alatt, a körforgó berendezéseket megtápláló szivattyúknak viszonylag nagy üzemi nyomást kellett előállítaniuk a berendezések üzemeltetéséhez, csak egy megfelelő válaszlépés lehetett, a szükséges üzemi nyomásértékek csökkentése. (Rainmakers)

1978-ban ezen felvetés egy teljesen új éra megjelenését eredményezte a körforgó öntözés terén, az gazdálkodók alacsony nyomású ütközőlapos, és sprayer szórófejeket kezdtek el keresni, maximum 20-30PSI (1,38-2,07 bar) nyomásigénnyel a berendezéseken mely nagyságrendileg ~40% energia megtakarítást eredményezett az eddigi rendszerekhez képest. Az alacsony nyomású rendszerekkel egyidőben viszont megjelent egy új probléma: a rendszerek kijuttatási intenzitása megnövekedett az eddig használtakhoz képest, mivel ugyan azon vízmennyiség sokkal kisebb területre került kijuttatásra. Az öntözővíz kijuttatása a talajra túl gyorsan megfolyást eredményez, mely talaj eróziót és a víz egyenletes eloszlásának hiányát eredményezi. Ezen eredmények ellensúlyozzák a körforgó berendezések alap erényeit. (Rainmakers)

A mérnökök új megoldásokon kezdtek dolgozni, különböző fajta szórófejek kifejlesztésével próbálták növelni a szórási átmérőjét. A kihívás mégis az az igény maradt, hogy nagy mennyiségű öntözővizet tudjanak kijuttatni minél nagyobb szórási átmérővel a berendezések gyorsan mozgó utolsó szárnytagja alatt. (Rainmakers)

Egy újabb fizikai tényező is megjelent a képletben, ez pedig a nyomás változása volt a gerincezetékben domborzati szintváltozás következménye képen. Ezen tényező nagyban befolyásolja a kijuttatandó vízmennyiséget, már minimális néhány méter szintváltozás is nagyban módosítja a szórófej fúvókáján átfolyó öntözővíz mennyiségét. Ezen probléma megoldására a nyomásszabályozók megjelenése volt a válasz, mely szabályozott konstans

nyomást tart a fűvóka előtt ezzel biztosítva az átfolyó öntözővíz folytonos konstans mennyiségét. (Rainmakers)

2.4. Szórófejek napjainkban:

Világpiaci szinten jelenleg három komoly önjáró öntözőberendezésekre is gyártó szórófejgyártó cég található: Nelson, Senninger és Komet.

Kialakításukat tekintve működési szempontból Sprayer, Rotatoros és Wobbler típusú szórófejeket különböztetünk meg egymástól.

Sprayer szórófejek:

Egyszerű ütköző lapos kialakítás, mozgó alkatrész nélkül, ahol a szórófej tányérja speciális kijuttatási elvárásoknak megfelelően kerül kialakításra. A tányéron elhelyezett vájatok biztosítják a cseppképzést, valamint a szükséges szórási átmérő elérését. Manapság ezen szórófejeket már egyre ritkábban használják modern öntözőberendezéseken, leggyakrabban kemikáliák kijuttatásához, valamint speciális LEPA/LESA (LOW ENERGY PRECISION APPLICATION/LOW ELEVATION SPRAY APPLICATION) felhasználási területeken.

Rotator típusú szórófejek:

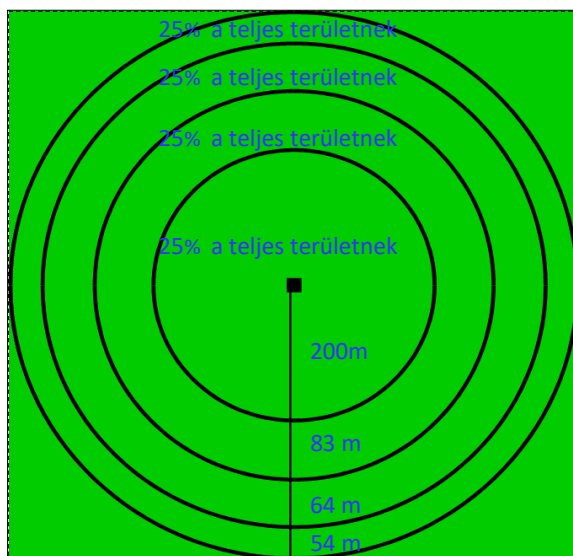
A szórófejek tányérja forgó mozgást végez. A forgás sebessége, valamint a tányéron kialakított vájatok befolyásolják a cseppképzést, valamint a cseppek szórási távolságát. Gyors forgó mozgás esetében apróbb cseppeket kapunk, melyek kevésbé szélállóak és hajlamosabbak az elsodródásra, valamint nagyobb fokú elpárolgásra, viszont talajkímélő öntözést tesznek lehetővé (apróbb magvas növények, kertészeti kultúrák és speciális felhasználási területekhez). Lassabb forgó mozgás esetén nagyobb cseppeket kapunk, melyek kevésbé hajlamosak az elsodródásra, a ballisztikus hatás miatt nagyobb távolságra tudja elvetni a tányér a nagyobb cseppeket, kevésbé jelentős az elpárolgás viszont határozott becsapódási hatással rendelkeznek a talajfelszínre ezen cseppek. A rotator típusú szórófejek esetében a tányéron kialakított vájatok szabályozzák a cseppképzést, valamint a cseppek szórási távolságát a szórófejtől. Apróbb cseppek a tányér közelébe kerülnek, míg a nagyobbak akár 7-9m távolságra is a szórófejtől. Elmondható, hogy ezen típusú szórófejek rendelkeznek rendszerint a legnagyobb szórási átmérővel, ezáltal csökkentve a rendszer végi intenzitás mértékét.

Wobbler típusú szórófejek

Ezen szórófejek tényérja nem csak körkörös, hanem a tengely mentén excentrikus mozgást is végeznek. Egy tényéron belül nincs különbség a vágatok kialakítása között, így a csepp szórási távolságát az aktuális excentrikus mozgásnak köszönhető billenés határozza meg. Ebből adódóan a szórás kép szinte teljes egészében egységes cseppméretről beszélhetünk. Elérhető típusok: KOMET KPT (precision twister), SENNINGER I-WOB, NELSON ORBITOR.

2.5. Átlagos Intenzitás:

A rendszer végi átlagos intenzitás fontosságának megértése érdekében az alábbi ábrán látható 400m-es standard körforgó berendezést érdemes megvizsgálnunk.



<u>% Terület</u>	<u>Hossz</u>	<u>Hektár</u>
100	400 m	50
75	350m	38
50	285 m	25
25	200 m	12.5

4.ábra 400m-es center pivot alatti lefedett terület (Nelson oktató anyag)

Ahogy az ábrán látható a lefedett terület fele a rendszer utolsó 30%-a alatt található, még az első szárnytag alatt kevesebb mint 1 hektár. Amennyiben a rendszer végi intenzitás nem megfelelő, és a domborzat erre lehetőséget ad, úgy megkezdődik az elfolyás.



5.ábra Megfolyás (Nelson oktató anyag)

A rendszer végi átlagos intenzitás számítására az alábbi *képlet* ad lehetőséget:

$$I_a = \frac{2 * 1000 * L_s * Q_p}{(L_p + R_g)^2 * L_d}$$

Ahol:

I_a = Átlagos intenzitás (mm/óra)

L_s = Távolság a kiválasztott szórófejig (m)

Q_p = Körforgó berendezés vízhozama (m³/óra)

L_p = Körforgó berendezés hossza (m)

R_g = Végyszórófej szórási sugara (m)

L_d = Szórófej szórási átmérője

A következő példában az előbbieken részletezett 400m-es standard berendezést vizsgáljuk meg, napi 8mm-es víznormára méretezve 27m-es végyszórófej által lefedett területtel.

Első lépés a 8mm/nap víznorma eléréséhez szükséges vízmennyiség meghatározása. Ehhez meg kell határoznunk a teljes lefedett területet a berendezés alatt. Végyszórófejjel együtt a berendezés teljes öntözési sugara 427m, így ha a gép 360fokban képes körbe fordulni úgy a teljes lefedett terület:

$$A = \pi r^2$$

$$r=427\text{m}$$

$$\pi=3,14$$

$$A=3,14*427*427=572\,513\text{ m}^2=57,2\text{ hektár}$$

Amennyiben egy hektárra szeretnénk 1mm-nyi csapadékot kijuttatni úgy 10m³-nyi öntözővízre van szükség. 57,2 hektár esetében 8mm csapadékhoz= 57,2*8*10=4576 m³ öntözővíz szükséges, mely 24 órára leosztva 190m³/h vízszállítást jelent.

Jelen példa esetében határozzunk meg egy alap ~15m-es szórási átmérőt.

Intenzitás: (mm/óra)	Ia=	55,58	mm/h
Távolság a szórófejig: (m)	Ls=	400	m
Öntöző vízhozama: (m ³ /óra)	Qp=	190	m ³ /h
Öntöző hossza: (m)	Lp=	400	m
Végyszórófej szórási sugara: (m)	Rg=	27	m
Szórófej szórási átmérője: (m)	Ld=	15	m

A számításból látható, hogy ezen berendezés az utolsó szórófejnél 400m távolságra a központtól közel 55 mm/h intenzitással rendelkezik.

Intenzitás: (mm/óra)	Ia=	27,79	mm/h
Távolság a szórófejig: (m)	Ls=	200	m
Öntöző vízhozama: (m ³ /óra)	Qp=	190	m ³ /h
Öntöző hossza: (m)	Lp=	400	m
Végyszórófej szórási sugara: (m)	Rg=	27	m
Szórófej szórási átmérője: (m)	Ld=	15	m

200 m- távolságra egy hasonló szórófej már csak ~28 mm/h átlagos kijuttatási intenzitással rendelkezik. Öntözőberendezés méretezésekor minden esetben célszerű megvizsgálni a kijuttatási intenzitást több kritikus ponton, és ahonnan problémát okozhat a talajtípusnak megfelelően célszerű csökkenteni az intenzitás mértékét.

Amennyiben egy 2m-el nagyobb szórási átmérőjű szórófejet választunk úgy a fenti példa az alábbi szerint módosul:

Intenzitás: (mm/óra)	Ia=	49,04	mm/h
Távolság a szórófejig: (m)	Ls=	400	m
Öntöző vízhozama: (m ³ /óra)	Qp=	190	m ³ /h
Öntöző hossza: (m)	Lp=	400	m
Végyszórófej szórási sugara: (m)	Rg=	27	m
Szórófej szórási átmérője: (m)	Ld=	17	m

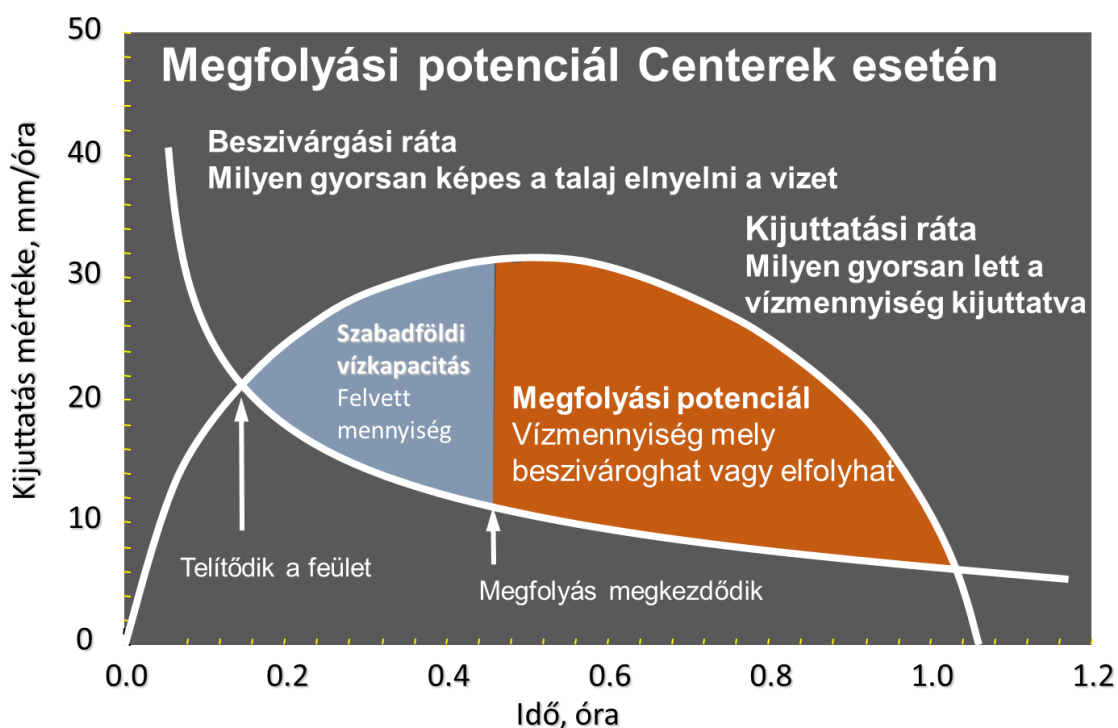
Látszik, hogy már 2m-el nagyobb szórási átmérővel rendelkező szórófej esetében a kijuttatás intenzitása közel 10%-al csökkent.

A talajtípushoz történő illesztés esetében nem szabad csak a telített talaj esetén mérhető átszivárgásra hagyatkozni a kijuttatási intenzitás meghatározásához, hanem természetes körülmények között célszerű mérni a kezdeti beszivárgástól kezdve, mivel a telítetlen talaj víznyelése gyorsabb mint a telített talaj vízáteresztő képessége. A mérésre a legegyszerűbb megoldást egy két gyűrűs infiltrrométer jelenti, de vannak elérhető digitális műszerek is.



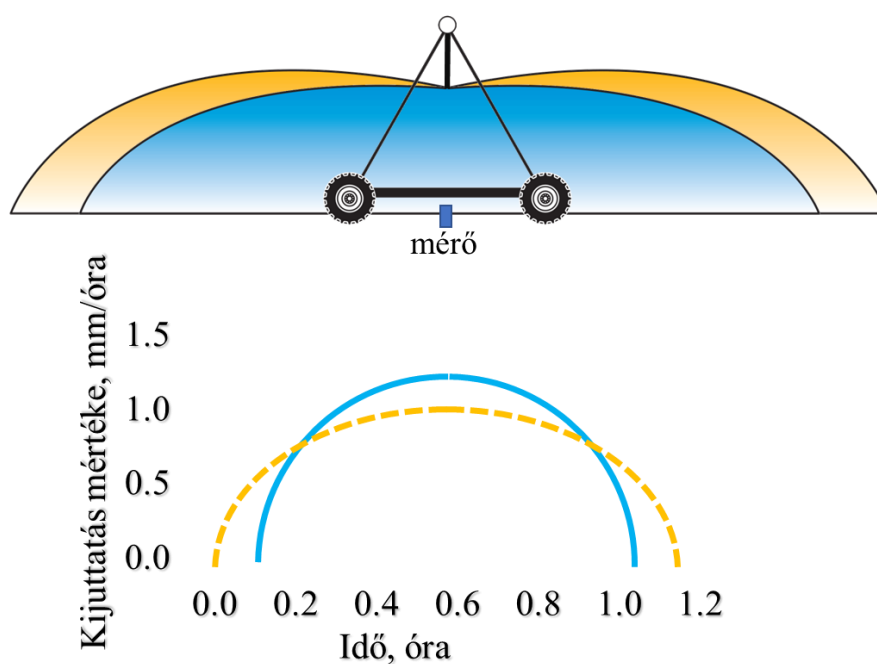
6.ábra Kétgyűrűs infiltrrométer (<http3>)

2.6. Kijuttatás intenzitásának és talaj beszivárgásának görbéje:



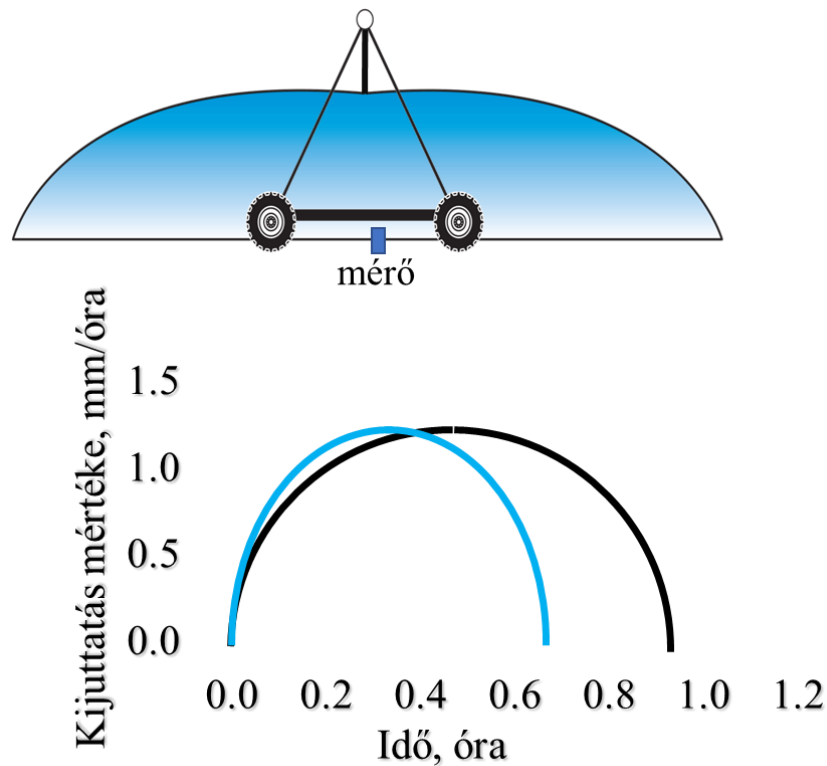
7.ábra Megfolyási potenciál centerek esetén (Nelson oktatási anyag)

Ahhoz, hogy a kijuttatás intenzitása csökkenjen, úgy csökkenteni kell a berendezés vízhozamát, hosszát, vagy növelni kell a szórófejek szórási átmérőjét!



8.ábra Szórófej kijuttatási görbéje átmérő módosításával (Nelson oktatási anyag)

Fontos, hogy a rendszer sebességének módosítása csak a kijuttatott víz mennyiségét szabályozza, az intenzitás mértékét nem!



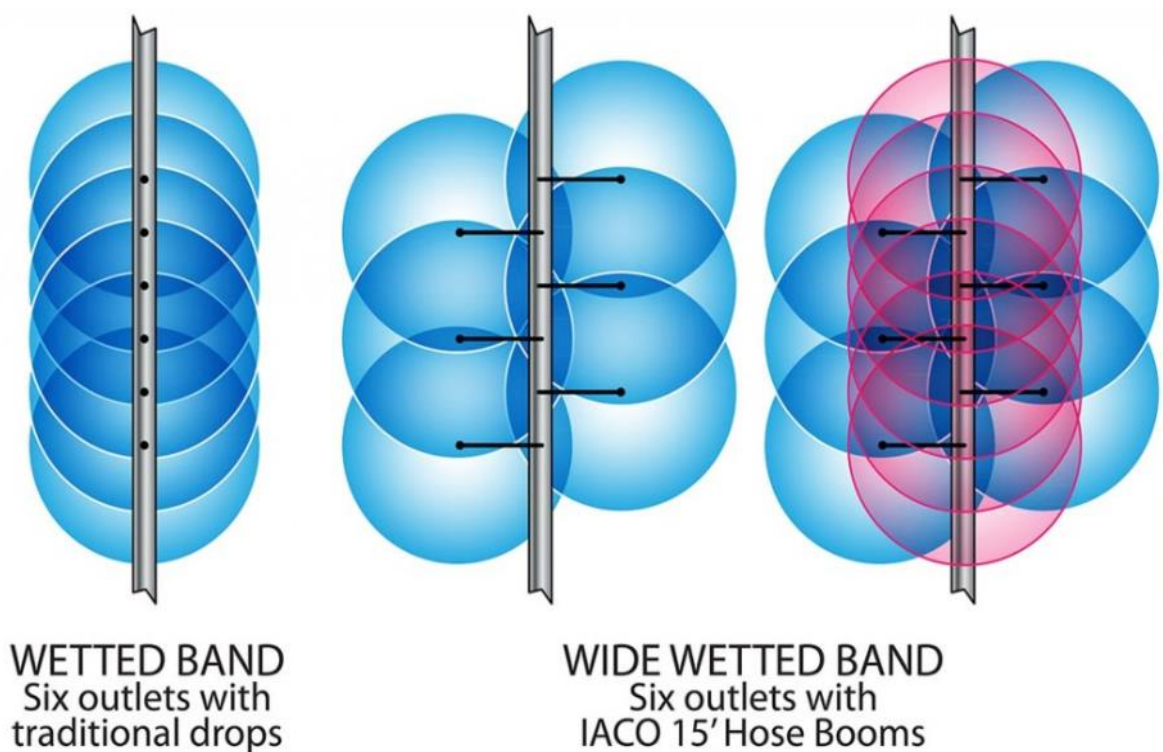
9.ábra Szórófej kijuttatási görbéje mennyiség változtatásával (Nelson oktatási anyag)

Az intenzitás csökkentésére nem csak a szórófej megfelelő megválasztása ad lehetőséget (minél nagyobb szórási átmérő), hanem speciális megoldásokkal, mint Truss-Rod rögzítő bilincs, vagy Boom-Back rendszerek kiépítésével is van lehetőség. Truss-Rod rögzítő bilincsek esetében a berendezés szárnytagjai alatt található baldachinos merevítő szerkezet adta lehetőséget használják ki, és a szórófejeket egymástól eltolva a berendezés két oldalán helyezik el. Bizonyos helyeken a szárnytag alatt így többlet ~3m szórási átmérőt lehet elérni.



10.ábra Truss-rod rögzítő bilincsek (http 4)

Boom-Back esetében egy speciális rögzítőkeret és csövezés kerül a berendezés acél csövezése köré, amivel akár ~4m távolságba el lehet tolni a szórófejeket a szárnytag tengelyéhez képest, így összesen ~8m extra szórási átmérőt is el lehet érni.



11.ábra Boom-back kialakítások (http 7)

Fontos megjegyezni azonban, hogy a Boom-Back rendszerek kialakítása igen költséges, és egy kényszer megoldás sok esetben, mellyel egy hibás méretezést próbálnak kompenzálni. Minden esetben célszerű törekedni a rendszer ideális illesztéséhez a terület adta lehetőségekhez képest.

Lineár berendezések estében a rendszer teljes hosszában szinte azonos méretű fűvókákról beszélhetünk, ugyanis a szórófejek által lefedett terület szinte minden esetben megegyező. Bár hivatalos képletet nem találtam az intenzitás számítására, viszont az alábbi számítási módszer megfelelő és követhető eredményt biztosít.

Szükséges adatok:

Ia= Intenzitás (mm/óra)

Ql=Öntöző vízhozama (m³/h)

Ll=Lineár hossza (m)

Ld= Szórófej szórási átmérője (m)

Rg= Végszórófej szórási sugara (m)

$$Ia = \frac{Ql * 1000}{(Ll + Rg) * Ld}$$

Vizsgáljunk meg egy olyan csatornás lineár berendezést, mely népszerű kialakítás volt az alföldi régióban a SZIK (Szuper Intenzív Kukorica) program idejekor, ~1000m szerkezeti hossz, ~900 m³/h.

Intenzitás: (mm/óra)	Ia=	60,00	mm/h
Lineár hossza: m	Ll=	1000	m
Öntöző vízhozama: (m ³ /óra)	Ql=	900	m ³ /h
Végszórófej szórási sugara: (m)	Rg=	0	m
Szórófej szórási átmérője: (m)	Ld=	15	m

Amennyiben a felső kivezetésű ütközőlapos szórófejeket belógatotttra cserélik úgy drasztikusan csökken a szórófejek által lefedett terület, így egy-egy ilyen lineár felújításakor akár közel 60mm/h intenzitás is előállhat amennyiben nem megfelelő szórófej kerül kiválasztásra. Egy közel 18m szórási átmérőjű szórófej esetén ez az érték az alábbiak szerint alakul:

Intenzitás: (mm/óra)	Ia=	50,00	mm/h
Lineár hossza: m	Ll=	1000	m
Öntöző vízhozama: (m ³ /óra)	Ql=	900	m ³ /h
Végyszórófej szórási sugara: (m)	Rg=	0	m
Szórófej szórási átmérője: (m)	Ld=	18	m

3. Anyag és módszer:

3.1. Szórófejek mérése:

Mérésem során különböző szórófejek szórási átmérőjén belüli kijuttatási differenciákat, azaz a szórófej kijuttatási görbáját próbáltam kimérni. Ehhez 5 különböző szórófejet választottam, jelenleg önjáró öntözésben leggyakrabban használt típusokat: Komet KPT, Senninger I-WOB2, Nelson O3030 Orbitor, Nelson R3030 Rotator és Nelson S3030 Spinner. A felsorolt szórófejek közül az első három wobblers, míg a második kettő rotator kialakítású. A mérések elvégzésekor a gyártó által leginkább javasolt nyomásszabályozó méretet használtam, valamint a rendelkezésre álló fűvókák esetében az elérhető méret tartomány középső 50%-ból került kiválasztásra a használandó fűvóka.

3.2. Mérési metódus:

A szórófejeket minden esetben a talajtól 2,1 m azaz 7' magasságban helyeztem el, mely egy ideális elhelyezkedés center pivot vagy lineár berendezés esetén. A csapadékmérő edényeket a szórófej tengelyéhez képest 1m távolságonként, egyenes vonal mentén helyeztem el. Első lépésként minden esetben egy valós mérés alapján meghatároztam a szórófej szórási sugarát az adott nyomásszabályozó és fűvóka párosítással. Ezek után meghatározható volt a szórófej által lefedett terület. A kijuttatási mennyiséget 10 mm-ben határoztam meg, így a lefedett terület arányában kiszámolható a szükséges vízmennyiség. A nyomásszabályozó, és fűvóka méret alapján a gyártó által rendelkezésre bocsájtott katalógusokból kikereshető az adott típusok vízszállítása, mely alapján meghatározható a szükséges üzemeltetési idő. Ezen adatoknak megfelelően a mérés végrehajtható, valamint szükség esetén megfelelő körülmények mellett reprodukálható. A mérések során ügyeltem, hogy szélcsendes időben történjen, az elsodródás és ezáltal a mérés torzulása elkerülése érdekében. A csapadék mérő edényeket minden mérés előtt szárazra töröltem, a pontosabb mérés érdekében. A felhasznált eszközök: szórófejek, nyomásszabályozók, fűvókák, csapadékmérők a mérés megkezdésekor új állapotúak voltak. A nyomásszabályozó előtt, imitálva egy center pivot vagy lineár esetén belépő nyomást a szivattyú előtt 3 bar- értékre állítottam, így biztosítva, hogy a nyomásszabályozó előtt minden esetben meg legyen a méretéhez illesztett minimum 0,4 bar-os többlet nyomás.

3.3. Komet KPT (Komet Precision Twister):

Szórófej általános ismertetése:

A komet KPT a wobbler típusú szórófejek családjába tartozik, azok piacán is az egyik legfrissebb résztvevő. Előnye, hogy a tányér mozgásba hozatalához szükséges energia szükséglet kimagaslóan alacsony, így igen kis átmérőjű fűvókákkal, alacsony üzemelési tartományban is képes működni a szórófej. Négy különböző tányér specifikáció érhető el hozzá, (kék, fekete és citromsárga, valamint up-down, fejjel lefelé történő rögzítéshez fehér) melynek függvényében változik a szórási szög, lehetőséget adva a széles körülmények közé történő illesztésre. ([http 4](http://4))

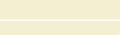


12.ábra Komet KPT szórófej ([http 4](http://4))

Elérhető fűvóka tartomány 10/128" (1,98 mm) átmérőtől 51/128"-ig (10,12 mm) terjed, melyhez 6-10-15 valamint 20 PSI (0,41-0,69-1,03-1,38 bar) méretű nyomásszabályozót illeszthetünk. A vízzsállítás ennek megfelelően 98,7-4587,9 l/óraig terjed. Fűvókája könnyen cserélhető, (rapid fit nozzle) mely egy mozdulattal ki és be szerelhető. ([http 4](http://4))



13.ábra Komet rapid fit fűvóka ([http 4](http://4))

komet <i>Rapid Fit Nozzle</i>				US UNITS (GPM) DATOS TÉCNICOS UNIDADES US UNITS				METRIC UNITS (L/Hr) DATOS TÉCNICOS UNIDADES METRICAS			
Nozzle size in 1/128" increments Tamaño boquilla incrementos de 1/128"	COLOR / COLORES			Pressure at nozzle / Presión a la boquilla				Pressure at nozzle / Presión a la boquilla			
				6 PSI	10 PSI	15 PSI	20 PSI	0,41 bar	0,69 bar	1,03 bar	1,38 bar
	Flow / Caudal (GPM)				Flow / Caudal (L/Hr)						
8		Light Blue	Azul claro	0.28	0.37	0.45	0.52	63,4	82,9	102,0	111,9
9		Light Blue	Azul claro	0.35	0.46	0.57	0.66	80,1	104,8	128,9	141,4
10		Beige	Beige	0.43	0.57	0.70	0.81	98,7	129,1	158,8	174,2
11		Beige	Beige	0.52	0.69	0.84	0.98	119,2	156,0	191,9	210,5
12		Gold	Oro	0.62	0.82	1.00	1.17	141,7	185,4	228,1	250,1
13		Gold	Oro	0.73	0.96	1.18	1.37	166,0	217,3	267,3	293,2
14		Lime	Limón	0.85	1.11	1.36	1.59	192,3	251,7	309,7	339,6
15		Lime	Limón	0.97	1.27	1.56	1.82	220,5	288,7	355,1	389,4
16		Lavender	Lavanda	1.10	1.44	1.78	2.07	250,7	328,1	403,6	442,6
17		Lavender	Lavanda	1.24	1.63	2.00	2.33	282,7	370,0	455,2	499,2
18		Grey	Gris	1.39	1.82	2.24	2.61	316,7	414,5	509,8	559,1
19		Grey	Gris	1.55	2.03	2.50	2.91	352,5	461,4	567,6	622,5
20		Turquoise	Turquesa	1.72	2.25	2.76	3.22	390,0	510,5	628,0	688,7
21		Turquoise	Turquesa	1.89	2.48	3.05	3.55	430,0	562,7	692,2	759,2
22		Yellow	Amarillo	2.08	2.72	3.34	3.89	471,5	617,1	759,2	832,6
23		Yellow	Amarillo	2.27	2.97	3.65	4.25	515,0	674,0	829,2	909,4
24		Red	Rojo	2.47	3.23	3.97	4.62	560,4	733,4	902,2	989,5
25		Red	Rojo	2.68	3.50	4.31	5.01	607,7	795,3	978,3	1073,0
26		White	Blanco	2.89	3.78	4.66	5.42	656,8	859,7	1057,5	1159,8
27		White	Blanco	3.12	4.08	5.02	5.84	707,9	926,5	1139,7	1250,0
28		Blue	Azul	3.35	4.38	5.39	6.27	760,9	995,8	1225,0	1343,5
29		Blue	Azul	3.59	4.70	5.78	6.73	815,7	1067,6	1313,3	1440,3
30		Dark Brown	Marrón oscuro	3.84	5.03	6.18	7.19	872,5	1141,9	1404,7	1540,5
31		Dark Brown	Marrón oscuro	4.10	5.37	6.60	7.68	931,1	1218,7	1499,1	1644,1
32		Orange	Naranja	4.37	5.71	7.03	8.18	991,7	1297,9	1596,6	1751,0
33		Orange	Naranja	4.64	6.07	7.47	8.69	1054,1	1379,7	1697,2	1861,3
34		Dark Green	Verde oscuro	4.92	6.44	7.93	9.22	1118,4	1463,8	1800,6	1974,8
35		Dark Green	Verde oscuro	5.22	6.83	8.40	9.77	1184,6	1550,4	1907,2	2091,7
36		Purple	Violeta	5.52	7.22	8.88	10.33	1252,7	1639,5	2016,9	2211,9
37		Purple	Violeta	5.82	7.62	9.38	10.91	1322,7	1731,1	2129,5	2335,5
38		Black	Negro	6.14	8.04	9.89	11.50	1394,5	1825,2	2245,2	2462,4
39		Black	Negro	6.46	8.46	10.41	12.11	1468,3	1921,7	2364,0	2592,6
40		Dark Turquoise	Turquesa osc.	6.80	8.90	10.94	12.73	1543,9	2020,7	2485,7	2726,2
41		Dark Turquoise	Turquesa osc.	7.14	9.34	11.49	13.37	1621,5	2122,2	2610,6	2863,1
42		Mustard	Mostaza	7.49	9.80	12.06	14.03	1700,9	2226,1	2738,4	3003,3
43		Mustard	Mostaza	7.85	10.27	12.63	14.70	1782,2	2332,5	2869,3	3146,8
44		Maroon	Granate	8.21	10.75	13.22	15.38	1865,3	2441,3	3003,2	3293,7
45		Maroon	Granate	8.59	11.24	13.83	16.08	1950,4	2552,7	3140,1	3443,8
46		Cream	Crema	8.97	11.74	14.44	16.80	2037,3	2666,4	3280,1	3597,3
47		Cream	Crema	9.36	12.25	15.07	17.53	2126,1	2782,7	3423,0	3754,1
48		Dark Blue	Azul oscuro	9.76	12.77	15.71	18.28	2216,8	2901,4	3569,0	3914,3
49		Dark Blue	Azul oscuro	10.17	13.31	16.37	19.04	2309,4	3022,5	3718,1	4077,7
50		Copper	Cobre	10.58	13.85	17.04	19.82	2403,8	3146,1	3870,1	4244,5
51		Copper	Cobre	11.01	14.41	17.72	20.62	2500,1	3272,2	4025,2	4414,5
52		Gold	Oro	11.44	14.97	18.42	21.43	2598,3	3400,7	4183,3	4587,9

14.ábra Komet Rapid fit fűvóka választék (http 4)

3.4. Senninger I-WOB 2:

Szórófej általános ismertetése:

A Komet KPT-hez hasonlóan az I-WOB 2 is egy wobbler típusú szórófej, mely jelenleg a második generációját éli a gyártó kínálatában. A tányér kialakításánál egy felső függesztő megoldást használtak, és egy középső terelő elemet mely körül a tányér végzi a körkörös és excentrikus mozgást is. Négy különböző tányér kialakítás érhető el, szürke, fekete, kék és fehér, melyek befolyásolják a szórási szöget, valamint a cseppméretet is. Szürke tányér esetében apró cseppeket ígér a gyártó, fekete valamint kék esetében közepes míg fehér tányér esetén nagy cseppeket. A kék és fehér tányér laposabb szórási szöggel rendelkezik, így jobb szélállósággal mint a fekete vagy szürke. (http 5)



15.ábra Senninger I-WOB 2 szórófej (http 5)

Elérhető fűvóka tartomány 5/32" (3,96 mm) átmérőtől 13/32"-ig (10,31 mm) terjed, melyhez 6-10 valamint 15 PSI (0,41-0,69-1,03 bar) méretű nyomásszabályozót illeszthetünk. A vízszállítás ennek megfelelően 509-4168 l/óraig terjed. Fűvókája könnyen cserélhető, (UP3) mely egy mozdulattal ki és be szerelhető. (http 5)



16.ábra Senninger UP3 fúvóka (http 5)

Nozzle Number and Nozzle color	Nozzle Orifice Size		6 psi 0.41 bar		10 psi 0.69 bar		15 psi 1.03 bar		20 psi 1.38 bar		25 psi 1.72 bar		30 psi 2.07 bar		35 psi 2.42 bar		40 psi 2.76 bar		50 psi 3.45 bar	
			gpm	(L/hr)	gpm	(L/hr)	gpm	(L/hr)	gpm	(L/hr)	gpm	(L/hr)	gpm	(L/hr)	gpm	(L/hr)	gpm	(L/hr)	gpm	(L/hr)
#2 Pink	1/32"	0.79 mm	0.07	16	0.09	20	0.11	25	0.12	27	0.14	32	0.15	34	0.16	36	0.18	41	0.20	45
#2.5	5/128"	0.99 mm	0.11	25	0.14	32	0.17	39	0.19	43	0.22	50	0.24	55	0.26	59	0.28	64	0.31	70
#3 Ice	3/64"	1.19 mm	0.15	34	0.20	45	0.24	55	0.28	64	0.31	70	0.34	77	0.37	84	0.40	91	0.44	100
#3.5	7/128"	1.4 mm	0.21	48	0.27	61	0.33	75	0.38	86	0.43	98	0.47	107	0.50	114	0.54	123	0.60	136
#4 Light Blue	1/16"	1.59 mm	0.27	61	0.35	79	0.43	98	0.50	114	0.56	127	0.61	139	0.66	150	0.70	159	0.79	179
#4.5	9/128"	1.78 mm	0.35	79	0.45	102	0.55	125	0.63	143	0.71	161	0.77	175	0.84	191	0.89	202	1.00	227
#5 Beige	5/64"	1.98 mm	0.43	98	0.55	125	0.68	154	0.78	177	0.87	198	0.96	218	1.04	236	1.11	252	1.24	282
#5.5	11/128"	2.16 mm	0.52	118	0.67	152	0.82	186	0.95	216	1.06	241	1.16	263	1.26	286	1.34	304	1.50	341
#6 Gold	3/32"	2.38 mm	0.62	141	0.80	182	0.98	223	1.13	257	1.26	286	1.38	313	1.50	341	1.60	363	1.79	407
#6.5	13/128"	2.59 mm	0.73	166	0.94	213	1.15	261	1.33	302	1.49	338	1.63	370	1.76	400	1.88	427	2.10	477
#7 Lime	7/64"	2.78 mm	0.85	193	1.09	248	1.34	304	1.54	350	1.73	393	1.89	429	2.04	463	2.18	495	2.44	554
#7.5	15/128"	2.97 mm	0.97	220	1.26	286	1.54	350	1.77	402	1.98	450	2.17	493	2.35	534	2.51	570	2.81	638
#8 Lavender	1/8"	3.18 mm	1.11	252	1.43	325	1.75	397	2.02	459	2.26	513	2.48	563	2.68	609	2.86	650	3.20	727
#8.5	17/128"	3.38 mm	1.25	284	1.62	368	1.98	450	2.29	520	2.56	581	2.80	636	3.02	686	3.23	734	3.61	820
#9 Grey	9/64"	3.57 mm	1.40	318	1.81	411	2.22	504	2.56	581	2.87	652	3.14	713	3.39	770	3.63	824	4.06	922
#9.5	19/128"	3.76 mm	1.57	357	2.02	459	2.48	563	2.86	650	3.20	727	3.50	795	3.78	859	4.04	918	4.52	1027
#10 Turquoise	5/32"	3.97 mm	1.74	395	2.24	509	2.75	625	3.17	720	3.55	806	3.88	881	4.20	954	4.49	1020	5.01	1138
#10.5	21/128"	4.17 mm	1.92	436	2.47	561	3.03	688	3.50	795	3.91	888	4.29	974	4.63	1052	4.95	1124	5.53	1256
#11 Yellow	11/64"	4.37 mm	2.10	477	2.72	618	3.33	756	3.84	872	4.30	977	4.71	1070	5.08	1154	5.43	1233	6.08	1381
#11.5	23/128"	4.57 mm	2.30	522	2.97	675	3.64	827	4.20	954	4.70	1067	5.15	1170	5.56	1263	5.94	1349	6.65	1510
#12 Red	3/16"	4.76 mm	2.51	570	3.24	736	3.97	902	4.58	1040	5.12	1163	5.61	1274	6.06	1376	6.48	1472	7.24	1644
#12.5	25/128"	4.95 mm	2.72	618	3.52	799	4.31	979	4.97	1129	5.56	1263	6.09	1383	6.58	1494	7.03	1597	7.86	1785
#13 White	13/64"	5.16 mm	2.95	670	3.81	865	4.66	1058	5.38	1222	6.02	1367	6.59	1497	7.12	1617	7.61	1728	8.51	1933
#13.5	27/128"	5.36 mm	3.18	722	4.11	933	5.03	1142	5.81	1320	6.49	1474	7.11	1615	7.68	1744	8.21	1865	9.18	2085
#14 Blue	7/32"	5.56 mm	3.42	777	4.42	1004	5.41	1229	6.25	1420	6.99	1588	7.65	1738	8.27	1878	8.84	2008	9.88	2244
#14.5	29/128"	5.77 mm	3.67	834	4.74	1077	5.81	1320	6.71	1524	7.50	1703	8.21	1865	8.87	2015	9.48	2153	10.60	2408
#15 Dk. Brown	15/64"	5.95 mm	3.93	893	5.08	1154	6.22	1413	7.18	1631	8.03	1824	8.79	1996	9.50	2158	10.15	2305	11.35	2578
#15.5	31/128"	6.15 mm	4.20	954	5.42	1231	6.64	1508	7.67	1742	8.57	1946	9.39	2133	10.14	2303	10.84	2462	12.12	2753
#16 Orange	1/4"	6.35 mm	4.48	1018	5.78	1313	7.08	1608	8.17	1856	9.14	2076	10.01	2274	10.81	2455	11.56	2626	12.92	2934
#16.5	33/128"	6.55 mm	4.76	1081	6.15	1397	7.53	1710	8.69	1974	9.72	2208	10.65	2419	11.50	2612	12.30	2794	13.75	3123
#17 Dk. Green	17/64"	6.75 mm	5.06	1149	6.53	1483	7.99	1815	9.23	2096	10.32	2344	11.31	2569	12.21	2773	13.06	2966	14.60	3316
#17.5	35/128"	6.93 mm	5.36	1217	6.92	1572	8.47	1924	9.78	2221	10.94	2485	11.98	2721	12.94	2939	13.84	3143	15.47	3514
#18 Purple	9/32"	7.14 mm	5.67	1288	7.32	1663	8.96	2035	10.35	2351	11.57	2628	12.68	2880	13.69	3109	14.64	3325	16.37	3718
#18.5	37/128"	7.34 mm	5.99	1360	7.73	1756	9.47	2151	10.93	2482	12.22	2775	13.39	3041	14.46	3284	15.46	3511	17.28	3925
#19 Black	19/64"	7.54 mm	6.31	1433	8.15	1851	9.98	2267	11.53	2619	12.89	2928	14.12	3207	15.25	3464	16.30	3702	18.23	4140
#19.5	39/128"	7.75 mm	6.65	1510	8.58	1949	10.51	2387	12.14	2757	13.57	3082	14.86	3375	16.05	3645	17.16	3897	19.19	4359
#20 Dk. Turquoise	5/16"	7.94 mm	6.99	1588	9.02	2049	11.05	2510	12.76	2898	14.27	3241	15.63	3550	16.88	3834	18.05	4100	20.18	4583
#20.5	41/128"	8.13 mm	7.34	1667	9.47	2151	11.60	2635	13.40	3043	14.98	3402	16.41	3727	17.72	4025	18.95	4304	21.18	4811
#21 Mustard	21/64"	8.33 mm	7.70	1749	9.93	2255	12.17	2764	14.05	3191	15.71	3568	17.21	3909	18.59	4222	19.87	4513	22.21	5044
#21.5	43/128"	8.53 mm	8.06	1831	10.40	2362	12.74	2894	14.71	3341	16.45	3736	18.02	4093	19.46	4420	20.80	4724	23.26	5283
#22 Maroon	11/32"	8.73 mm	8.43	1915	10.88	2471	13.33	3028	15.39	3495	17.20	3907	18.85	4281	20.36	4624	21.76	4942	24.33	5526
#22.5	45/128"	8.94 mm	8.81	2001	11.37	2582	13.92	3162	16.08	3652	17.98	4084	19.69	4472	21.27	4831	22.74	5165	25.42	5774
#23 Cream	23/64"	9.13 mm	9.19	2087	11.87	2696	14.54	3302	16.78	3811	18.77	4263	20.56	4670	22.20	5042	23.74	5392	26.54	6028
#23.5	47/128"	9.32 mm	9.58	2176	12.37	2810	15.15	3441	17.49	3972	19.56	4443	21.43	4867	23.14	5256	24.74	5619	27.66	6282
#24 Dk. Blue	3/8"	9.53 mm	9.98	2267	12.88	2925	15.78	3584	18.22	4138	20.37	4627	22.31	5067	24.10	5474	25.77	5853	28.81	6543
#24.5	49/128"	9.73 mm	10.38	2358	13.40	3043	16.41	3727	18.95	4304	21.18	4811	23.20	5269	25.06	5692	26.79	6085	29.96	6805
#25 Copper	25/64"	9.92 mm	10.78	2448	13.92	3162	17.05	3872	19.69	4472	22.01	4999	24.11	5476	26.04	5914	27.84	6323	31.13	7070
#25.5	51/128"	10.11 mm	11.19	2542	14.45	3282	17.69	4018	20.43	4640	22.84	5188	25.02	5683	27.03	6139	28.89	6562	32.30	7336
#26 Bronze	13/32"	10.32 mm	11.60	2635	14.98	3402	18.35	4168	21.18	4811	23.68	5378	25.94	5892	28.02	6364	29.96	6805	33.49	7606

17.ábra Senninger UP3 fúvóka választék (http 5)

3.5. Nelson O3030 Orbitor:

Szórófej általános ismertetése:

Kialakítását tekintve ismét egy wobbler típusú szórófej került mérésre. A tányér az I-Wob 2-höz hasonlóan fentről függesztett, viszont egyedi kialakítása miatt nincs szükség tartó keretre a tányér körül, így kisebb csepegés/megfolyás tapasztalható. Három különböző tányér kialakítás érhető el, fekete, kék valamint lila. Fekete esetében nagy szórási átmérőt és közepes cseppméretet, kék tányérnál alacsony szórási szöget, széles körülményekhez illesztve még lila tányér esetén apró cseppeket ígér a gyártó. ([http 6](http://6))



18. ábra Nelson O3030 Orbitor szórófej ([http 6](http://6))

Elérhető fűvóka tartomány $11/128''$ (2,18 mm) átmérőtől $50/128''$ -ig (9,92 mm) terjed, melyhez 6-10-15 valamint 20 PSI (0,41-0,69-1,03-1,38 bar) méretű nyomásszabályozót illeszthetünk. A vízszállítás ennek megfelelően 113,4-4467 l/óraig terjed. A 3030-as széria esetében fűvókája egyedi kialakítású, forgatható így 4 különböző üzemállapot érhető el: alap átfolyás, zárt állapot, fűvóka átöblítés és nyomásszabályozó átöblítés megkönnyítve a tisztítási folyamatokat, vagy speciális esetben golyóscsapként is használható. ([http 6](http://6))



19. ábra Nelson 3NV fűvóka (http 6)

NOZZLE #	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16	#17	#18	#19
Color	Light Blue	Beige	Beige	Gold	Gold	Lime	Lime	Lavender	Lavender	Gray	Gray
Stripe	Beige		Gold		Lime		Lavender		Gray		Turquoise
PSI	BAR	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM
6	0.4	0.34	1.28	0.42	1.59	0.61	2.30	0.71	2.68	0.82	3.10
10	0.7	0.44	1.66	0.54	2.04	0.65	2.46	0.79	2.99	0.92	3.48
15	1.0	0.53	2.00	0.66	2.50	0.79	2.99	0.96	3.63	1.13	4.27
20	1.4	0.62	2.34	0.76	2.87	0.92	3.48	1.11	4.20	1.30	4.92
25	1.7	0.69	2.61	0.85	3.22	1.02	3.86	1.24	4.69	1.46	5.52
30	2.1	0.76	2.87	0.93	3.52	1.12	4.23	1.36	5.14	1.59	6.01
40	2.8	0.87	3.29	1.07	4.05	1.29	4.88	1.57	5.94	1.84	6.96
50	3.4	0.97	3.67	1.20	4.54	1.45	5.48	1.76	6.66	2.06	7.79

NOZZLE #	#20	#21	#22	#23	#24	#25	#26	#27	#28	#29	#30
Color	Turquoise	Turquoise	Yellow	Yellow	Red	Red	White	White	Blue	Blue	Dark Brown
Stripe		Yellow		Red		White		Blue		Dark Brown	
PSI	BAR	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM
6	0.4	1.70	6.43	1.84	6.96	2.04	7.72	2.22	8.40	2.44	9.23
10	0.7	2.19	8.28	2.38	9.00	2.64	9.99	2.87	10.86	3.07	11.61
15	1.0	2.69	10.18	2.91	11.01	3.23	12.22	3.50	13.24	3.86	14.61
20	1.4	3.10	11.73	3.36	12.71	3.73	14.11	4.05	15.32	4.46	16.88
25	1.7	3.47	13.13	3.76	14.23	4.17	15.78	4.52	17.10	4.99	18.88
30	2.1	3.80	14.38	4.12	15.59	4.56	17.25	4.96	18.77	5.47	20.70
40	2.8	4.39	16.61	4.76	18.01	5.27	19.94	5.72	21.65	6.31	23.88
50	3.4	4.90	18.54	5.32	20.13	5.89	22.29	6.40	24.22	7.06	26.72

NOZZLE #	#31	#32	#33	#34	#35	#36	#37	#38	#39	#40	#41
Color	Dark Brown	Orange	Orange	Dark Green	Dark Green	Purple	Purple	Black	Black	Dark Turquoise	Dark Turquoise
Stripe	Orange		Dark Green		Purple		Black		Dk. Turquoise	Turquoise	Dk. Turquoise
PSI	BAR	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM
6	0.4	4.06	15.36	4.36	16.50	4.65	17.60	4.94	18.69	5.20	19.68
10	0.7	5.24	19.83	5.63	21.50	6.00	22.71	6.37	24.11	6.72	25.43
15	1.0	6.41	24.26	6.89	26.07	7.35	29.71	7.81	29.56	8.23	31.15
20	1.4	7.40	28.00	7.96	30.12	8.49	32.13	9.01	34.10	9.50	35.95
25	1.7	8.28	31.34	8.90	33.68	9.49	35.91	10.08	38.15	10.62	40.19
30	2.1	9.07	34.32	9.75	36.90	10.39	39.32	11.04	41.78	11.64	44.05
40	2.8	10.47	36.62	11.26	42.62	12.00	45.42	12.75	48.25	13.44	50.87
50	3.4	11.71	44.32	12.59	47.65	13.42	50.79	14.25	53.93	15.02	56.85

NOZZLE #	#42	#43	#44	#45	#46	#47	#48	#49	#50
Color	Mustard	Mustard	Maroon	Maroon	Cream	Cream	Dark Blue	Dark Blue	Copper
Stripe		Maroon		Cream		Dark Blue		Copper	
PSI	BAR	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM
6	0.4	7.60	28.76	7.96	30.13	8.33	31.52	8.73	33.04
10	0.7	9.81	37.13	10.28	38.91	10.75	40.68	11.27	42.66
15	1.0	12.01	45.45	12.59	47.65	13.17	49.84	13.80	52.23
20	1.4	13.87	52.49	14.54	55.03	15.20	57.53	15.93	60.30
25	1.7	15.51	58.70	16.25	61.51	17.00	64.34	17.81	67.41
30	2.1	16.99	64.30	17.80	67.37	18.62	70.47	19.51	73.85
40	2.8	19.61	74.22	20.56	77.82	21.50	81.37	22.53	85.28
50	3.4	21.93	83.00	22.98	86.98	24.04	90.99	25.19	95.34

This flow data was obtained under ideal test conditions and may be adversely affected by poor hydraulic entrance conditions, turbulence or other factors. Nelson Irrigation makes no representation regarding sprinkler flow rate accuracy under various plumbing and drop pipe conditions.

20. ábra Nelson 3NV fűvóka választék (http 6)

3.6. Nelson R3030 Rotator:

Szórófej általános ismertetése:

Ahogy a nevéből is lehet következtetni az R3030 a nelson rotator szériájának egyik legrégebbi képviselője. A szórófej tányérja lassú forgó mozgást végez az alatta elhelyezkedő csapágyazásnak köszönhetően, és a tányéron elhelyezkedő vágatok határozzák meg a különböző csepp méreteket, illetve szórási távolságokat. A tányér forgásának sebessége hatással van a cseppméretre is, minél gyorsabban forog annál apróbb cseppek jöhetnek létre. Az R3030 szórófejhez hat különböző tányér érhető el, narancs, barna, oliva, fehér, kék és zöld színben, melyekkel fejfelé (felső kivezetésként) vagy be lógatottan, állomány fölött vagy állományban, alacsony nyomáson (min 10PSI), tiszta, vagy akár szennyvizes rendszerekhez, valamint különböző állományokhoz illesztetten tudunk öntözni. (http 6)



21.ábra Nelson R3030 Rotator szórófej (http 6)

Elérhető fúvóka tartomány 12/128" (2,38 mm) átmérőtől 50/128"-ig (9,92 mm) terjed, melyhez 10-től egészen 50*PSI (szennyvizes szórófejeknél) (0,69-3,4bar) méretű nyomásszabályozót illeszthetünk. A vízzállítás ennek megfelelően 179,4-7062,6 l/óraig terjed. A 3030-as széria esetében fúvókája egyedi kialakítású, forgatható így 4 különböző üzemállapot érhető el: alap átfolyás, zárt állapot, fúvóka átöblítés és nyomásszabályozó átöblítés megkönnyítve a tisztítási folyamatokat, vagy speciális esetben golyócsapként is használható. (http 6)

3.7. Nelson S3030 Spinner:

Szórófej általános ismertetése:

A spinner széria is a rotator kialakítású szórófejek közé tartozik, a differencia viszont, hogy a csapágyszás kialakítása gyors forgó mozgást tesz lehetővé, így ezen típusú szórófejek esetében apróbb cseppeket várhatunk egy standard rotatorhoz képest. Kettő standard és egy speciális kialakítású tányért kínál a gyártó, lila, citrom és bézs színekben, melyekkel széles körülmények közé tudjuk illeszteni szórófejünket, valamint a speciális tányérral a center pivotok rendszer eleji túllöntözésére nyújt megoldást. A gyors forgó mozgás miatt a működési energia igénye a tányérnak alacsony, így széles tartományban tudunk fűvókát választani a szórófejhez. ([http 6](http://6))



22. ábra Nelson S3030 Spinner szórófej ([http 6](http://6))

Elérhető fűvóka tartomány $10/128''$ (1,98 mm) átmérőtől $50/128''$ -ig (9,92 mm) terjed, melyhez 10-15 valamint 20 PSI (0,69-1,03-1,38 bar) méretű nyomásszabályozót illeszthetünk. A vízszállítás ennek megfelelően 122,4-4467 l/óraig terjed. A 3030-as széria esetében fűvókája egyedi kialakítású, forgatható így 4 különböző üzemállapot érhető el: alap átfolyás, zárt állapot, fűvóka átöblítés és nyomásszabályozó átöblítés megkönnyítve a tisztítási folyamatokat, vagy speciális esetben golyóscsapként is használható. ([http 6](http://6))

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Komet KPT (Komet Precision Twister) mérése:

A teszt elvégzéséhez a standard szórási szöggel rendelkező fekete tányéros kialakítást választottam, mely szántóföldi növénykultúrákhoz nyújt ideális választást a gazdálkodók számára. A gyártói javaslat alapján 10PSI nyomásszabályozóval szereltem (Komet KPR), így közepes-apró cseppeket tapasztaltam mérésem során.

Mérési alapadatok:

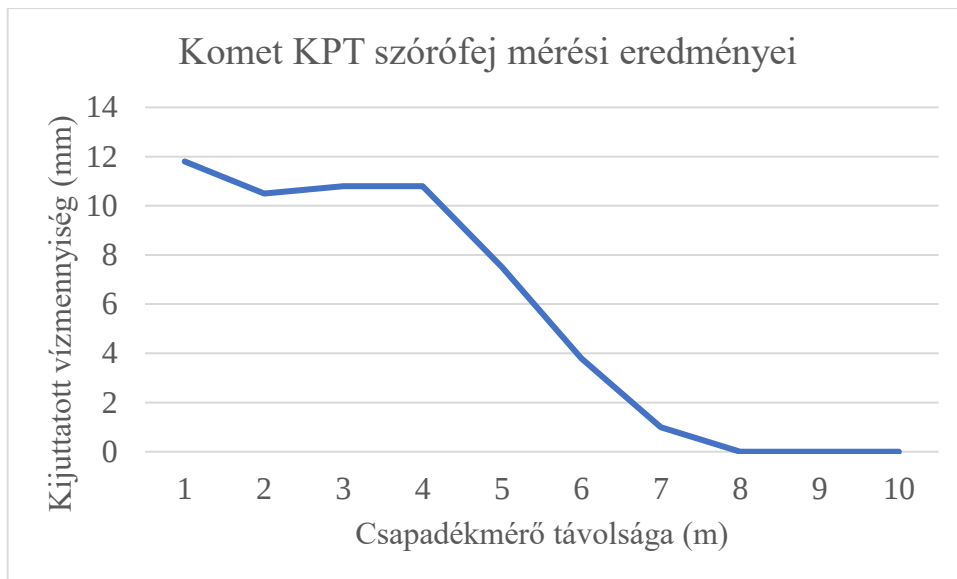
Komet KPT		
Mért Szórási sugár:	7,1	m
Lefedett terület:	158,29	m2
Lefedett terület:	0,015829	ha
Csapadék norma:	10	mm
Szükséges vízmennyiség:	1,582874	m3
Szükséges vízmennyiség:	1582,874	l
Fúvóka mérete:	25	/128"
Fúvóka mérete:	4,96	mm
Nyomásszabályozó:	10	PSI
Nyomásszabályozó:	0,69	bar
Vízszállítás:	795,3	l/óra
Üzemidő:	1,990285	óra
Üzemidő:	119,4171	perc

1.táblázat Komet KPT szórófej mérési alap adatai

Mérési eredmények:

Csapadékmérő távolsága: (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kijuttatott vízmennyiség: (mm)	11,8	10,5	10,8	10,8	7,5	3,8	1	0	0	0

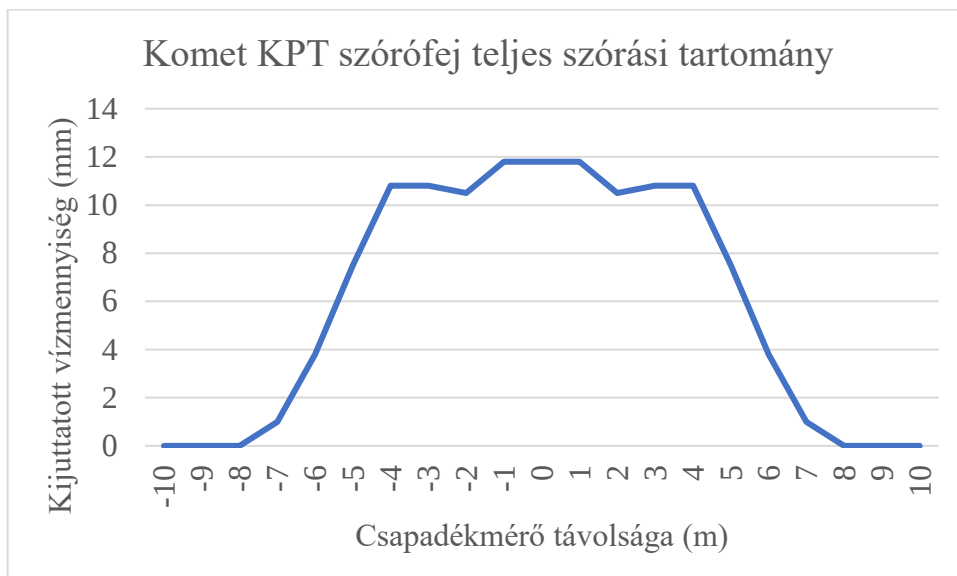
2.táblázat Komet KPT szórófej mérési eredményei



1.grafikon Komet KPT szórófej mérési eredményei

A mérési eredményekből jó látszik, hogy egyre távolodva a szórófejtől 5m távolságtól a kijuttatott vízmennyiség drasztikusan csökken. A kezdeti szakaszra több csepp kerül, így itt, a kalkulált 10mm-es kijuttatáshoz képest többet mérhetünk.

Amennyiben a teljes szórási tartományt szeretnénk megjeleníteni, az alábbi karakterisztikát kapjuk:



2.grafikon Komet KPT szórófej teljes szórási tartomány

4.2. Senninger I-WOB 2 mérése:

A teszt elvégzéséhez a standard szórási szöggel rendelkező fekete tányéros kialakítást választottam, mely szántóföldi növény kultúrákhoz nyújt ideális választást a gazdálkodók számára. A gyártói javaslat alapján 15PSI nyomásszabályozóval szereltem (Senninger PSR), így nagy-közepes cseppeket tapasztaltam mérésem során. A KPT szórófejjel összevetve a feltüntetett adatok alapján is jól látszik, hogy a szórófej tányérjának mennyivel nagyobb energiára van szüksége (legkisebb fúvóka átmérő), hogy mozgásba lendüljön, valamint sokkal nagyobb cseppeket tapasztaltam az előzetesen tesztelt modellhez képest. Szórófejek esetében az alap koncepció, hogy minél nagyobb nyomást engedünk egy-egy szórófej tányérjára, annál kisebb cseppeknek kellene keletkeznie.

Mérési alapadatok:

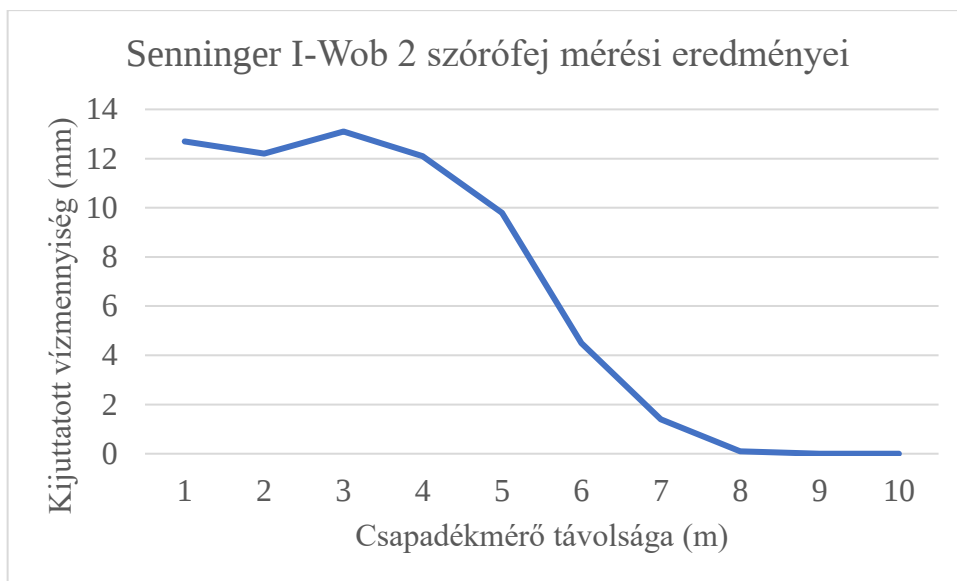
Senninger I-WOB2		
Mért Szórási sugár:	7,5	m
Lefedett terület:	176,63	m ²
Lefedett terület:	0,01766	ha
Csapadék norma:	10	mm
Szükséges vízmennyiség:	1,76625	m ³
Szükséges vízmennyiség:	1766,25	l
Fúvóka mérete:	12,5	/64"
Fúvóka mérete:	4,96	mm
Nyomásszabályozó:	15	PSI
Nyomásszabályozó:	1,03	bar
Vízszállítás:	979	l/óra
Üzemidő:	1,80414	óra
Üzemidő:	108,248	perc

3.táblázat Senninger I-WOB 2 szórófej mérési alapadatai

Mérési eredmények:

Csapadékmérő távolsága: (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kijuttatott vízmennyiség: (mm)	12,7	12,2	13,1	12,1	9,8	4,5	1,4	0,1	0	0

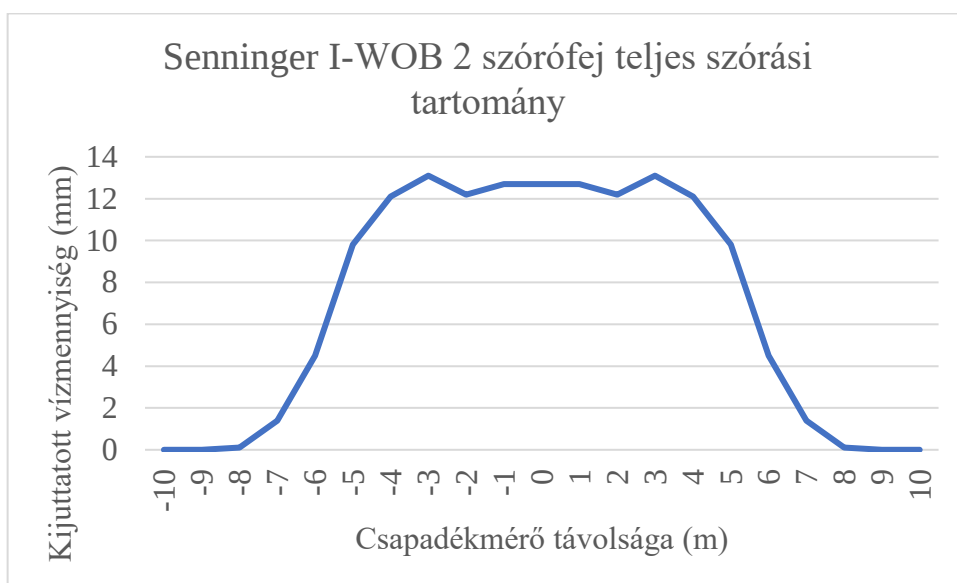
4. táblázat Senninger I-WOB 2 szórófej mérési eredményei



3.grafikon Senninger I-WOB 2 szórófej mérési eredményei

A KPT szórófejhez képest egy laposabb karakterisztikát kapunk az első szakaszon, viszont a kijuttatott vízmennyiség lényegesen több is. 5 m-re a szórófejtől még mindig meg van a 10 mm-es kijuttatás, és minimálisan nagyobb szórási átmérőt is tapasztalunk mint a KPT esetében.

Amennyiben a teljes szórási tartományt szeretnénk megjeleníteni, az alábbi karakterisztikát kapjuk:



4.grafikon Senninger I-WOB 2 szórófej teljes szórási tartomány

4.3. Nelson O3030 Orbitor mérése:

A teszt elvégzéséhez a standard szórási szöggel rendelkező fekete tányéros kialakítást választottam, mely szántóföldi növény kultúrákhoz nyújt ideális választást a gazdálkodók számára. A gyártói javaslat alapján 15PSI nyomásszabályozóval szereltem (Nelson uniflow), így nagy-közepes cseppeket tapasztaltam mérésem során. A KPT szórófejjel összevetve a feltüntetett adatok alapján is jól látszik, hogy a szórófej tányérjának minimálisan nagyobb energiára van szüksége (legkisebb fúvóka átmérő), hogy mozgásba lendüljön, valamint sokkal nagyobb cseppeket tapasztaltam a KPT-hez képest. A 3 wobblers típusú szórófej közül ezen szórófej rendelkezett a legnagyobb szórási átmérővel, bár nem azonos fúvóka átmérőket és nyomásszabályozókat alkalmaztam.

Mérési alapadatok:

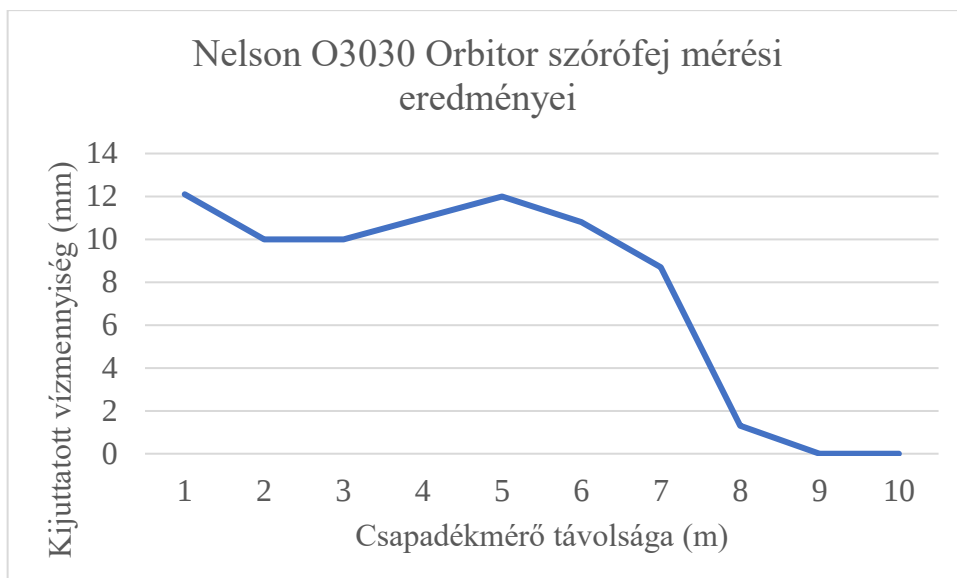
Nelson O3030 Orbitor		
Mért Szórási sugár:	8,4	m
Lefedett terület:	221,56	m ²
Lefedett terület:	0,02216	ha
Csapadék norma:	10	mm
Szükséges vízmennyiség:	2,21558	m ³
Szükséges vízmennyiség:	2215,58	l
Fúvóka mérete:	32	/128"
Fúvóka mérete:	6,35	mm
Nyomásszabályozó:	15	PSI
Nyomásszabályozó:	1,03	bar
Vízszállítás:	1564,2	l/óra
Üzemidő:	1,41643	óra
Üzemidő:	84,986	perc

5.táblázat Nelson O3030 Orbitor szórófej mérési alapadatok

Mérési eredmények:

Csapadékmérő távolsága: (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kijuttatott vízmennyiség: (mm)	12,1	10	10	11	12	10,8	8,7	1,3	0	0

6.táblázat Nelson O3030 Orbitor szórófej mérési eredményei



5.grafikon Nelson O3030 Orbitor szórófej mérési eredményei

A 3 szórófej közül az Orbitor rendelkezett a leglaposabb kijuttatási görbével, 7m-re a szórófejtől még több mint 8mm a kijuttatott mennyiség. A szórófejhez közeli pontok esetében többlet mennyiség tapasztalható.

Amennyiben a teljes szórási tartományt szeretnénk megjeleníteni, az alábbi karakterisztikát kapjuk:



5.grafikon Nelson O3030 Orbitor szórófej teljes szórási tartomány

4.4. Nelson R3030 Rotator mérése:

A mérés elvégzéséhez a gyártó legújabb alacsony nyomásokhoz is illeszthető oliva színű tányérját választottam 15 PSI nyomásszabályozóval kombinálva. A rotator szórófejekre általánosságban igaz a nagyméretű szórási átmérő, így nem meglepő, hogy a mért szórófejek közül ennél volt a legnagyobb (8,4m) sugár. A tányér speciális vágatainak köszönhetően a szórási sugár kezdeti szakaszán apró-közepes, külső kerületein pedig közepes-nagy cseppeket lehet tapasztalni, viszont a talaj romboló hatása még mindig nem drasztikus. Ahhoz, hogy minél nagyobb szórási átmérőt érhesse el, de a cseppek ne legyenek túl nagyok a gyártó egy érdekes megoldást választott: a tányérból kilépő vízcseppek egymást követik, és az első cseppek által generált szélárnyéknak köszönhetően a következő cseppek távolabbra kerülhetnek, így drasztikus cseppméret növelés nélkül is elérhetőek viszonylag nagy szórási átmérők.

Mérési alapadatok:

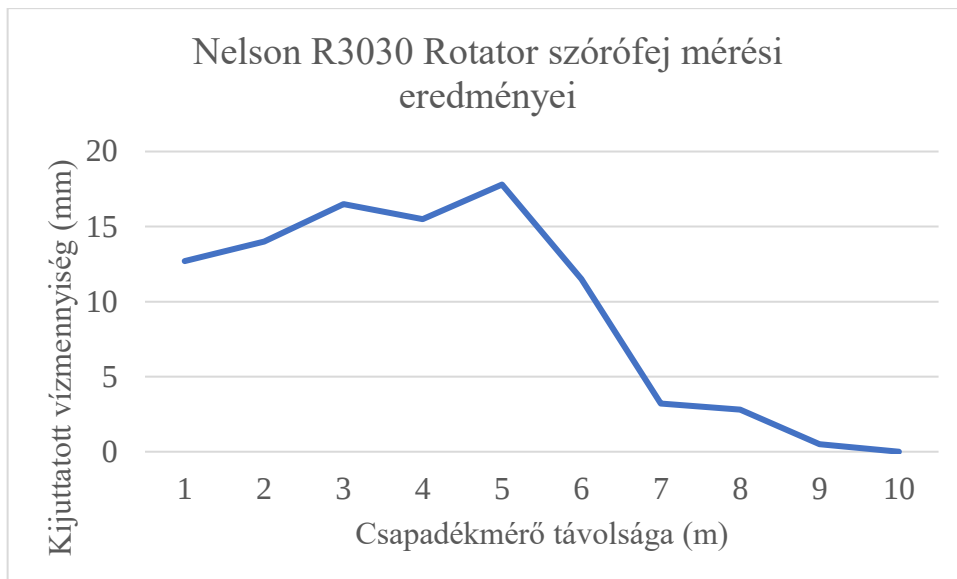
Nelson R3030 Rotator		
Mért Szórási sugár:	9	m
Lefedett terület:	254,34	m ²
Lefedett terület:	0,02543	ha
Csapadék norma:	10	mm
Szükséges vízmennyiség:	2,5434	m ³
Szükséges vízmennyiség:	2543,4	l
Fúvóka mérete:	32	/128"
Fúvóka mérete:	6,35	mm
Nyomásszabályozó:	15	PSI
Nyomásszabályozó:	1,03	bar
Vízszállítás:	1564,2	l/óra
Üzemidő:	1,62601	óra
Üzemidő:	97,5604	perc

7. táblázat Nelson R3030 Rotator szórófej mérési alapadatok

Mérési eredmények:

Csapadékmérő távolsága: (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kijuttatott vízmennyiség: (mm)	12,7	14	16,5	15,5	17,8	11,5	3,2	2,8	0,5	0

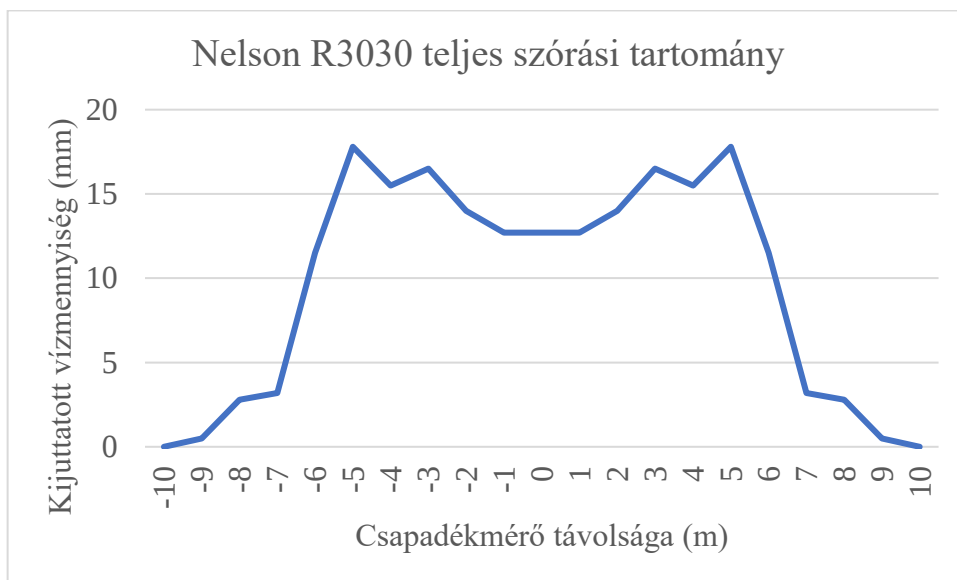
8. táblázat Nelson R3030 Rotator szórófej mérési eredményei



7. grafikon Nelson R3030 Rotator szórófej mérési eredményei

A mért adatokból jól látszik, hogy a kezdeti szakaszokon a szórófej drasztikusan túlöntöz, majd 6m-től csökken a kijuttatott víz mennyisége. Érdeemes lesz megvizsgálni átlagos, valamint maximális intenzitás függvényében is.

Amennyiben a teljes szórási tartományt szeretnénk megjeleníteni, az alábbi karakterisztikát kapjuk:



8. grafikon Nelson R3030 Rotator szórófej teljes szórási tartomány

4.5. Nelson S3030 Spinner mérése:

A mérés elvégzéséhez lila tányért választottam, mely standard kialakítású spinner szórófejeknél. A nyomásszabályozó az eddigiekben is használt Nelson Uni-Flow 15PSI maradt. A gyors forgó mozgásának köszönhetően apró cseppeket tapasztaltam, viszont még kielégítően nagy szórási átmérőt.

Mérési alapadatok:

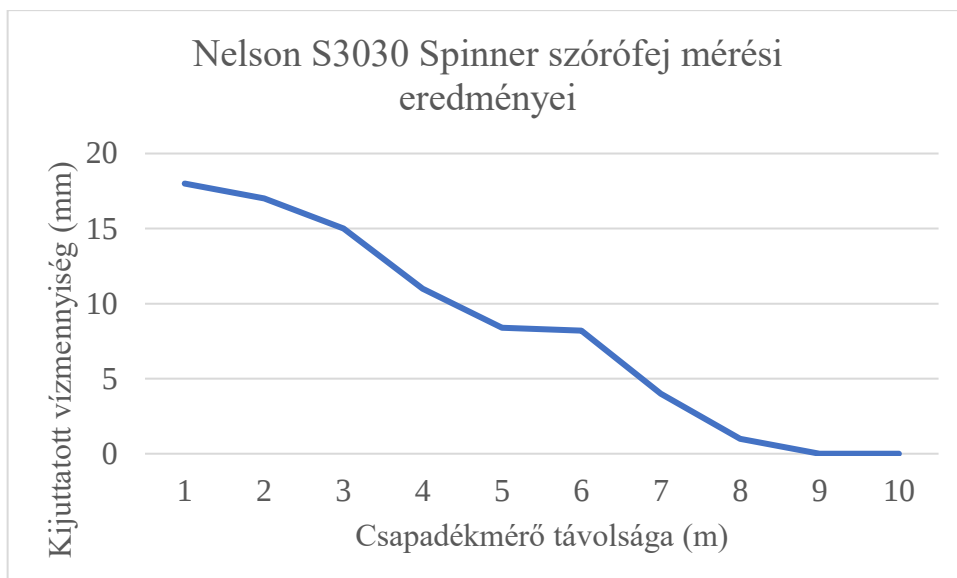
Nelson S3030 Spinner		
Mért Szórási sugár:	8,2	m
Lefedett terület:	211,13	m ²
Lefedett terület:	0,02111	ha
Csapadék norma:	10	mm
Szükséges vízmennyiség:	2,11134	m ³
Szükséges vízmennyiség:	2111,34	l
Fúvóka mérete:	32	/128"
Fúvóka mérete:	6,35	mm
Nyomásszabályozó:	15	PSI
Nyomásszabályozó:	1,03	bar
Vízszállítás:	1564,2	l/óra
Üzemidő:	1,34979	óra
Üzemidő:	80,9872	perc

9. táblázat Nelson S3030 Spinner szórófej mérési alapadatok

Mérési eredmények:

Csapadékmérő távolsága: (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kijuttatott vízmennyiség: (mm)	18	17	15	11	8,4	8,2	4	1	0	0

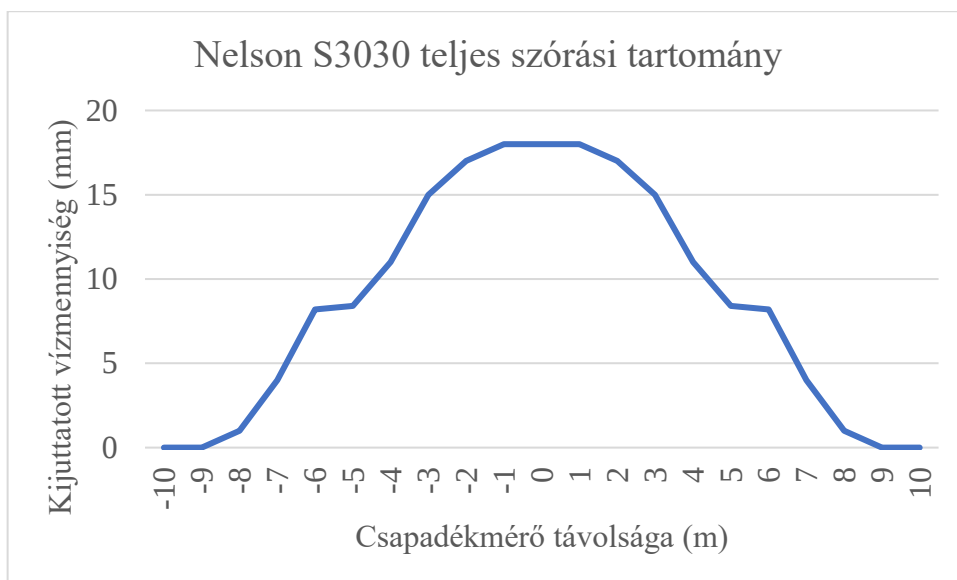
10. táblázat Nelson S3030 Spinner szórófej mérési eredményei



9. grafikon Nelson S3030 Spinner szórófej mérési eredményei

A kijuttatás a távolság függvényében szinte lineárisan csökken, az első métereken drasztikus túllöntözés tapasztalható, és a szórási sugár felénél éri el a kívánt kijuttatási mennyiséget.

Amennyiben a teljes szórási tartományt szeretnénk megjeleníteni, az alábbi karakterisztikát kapjuk:



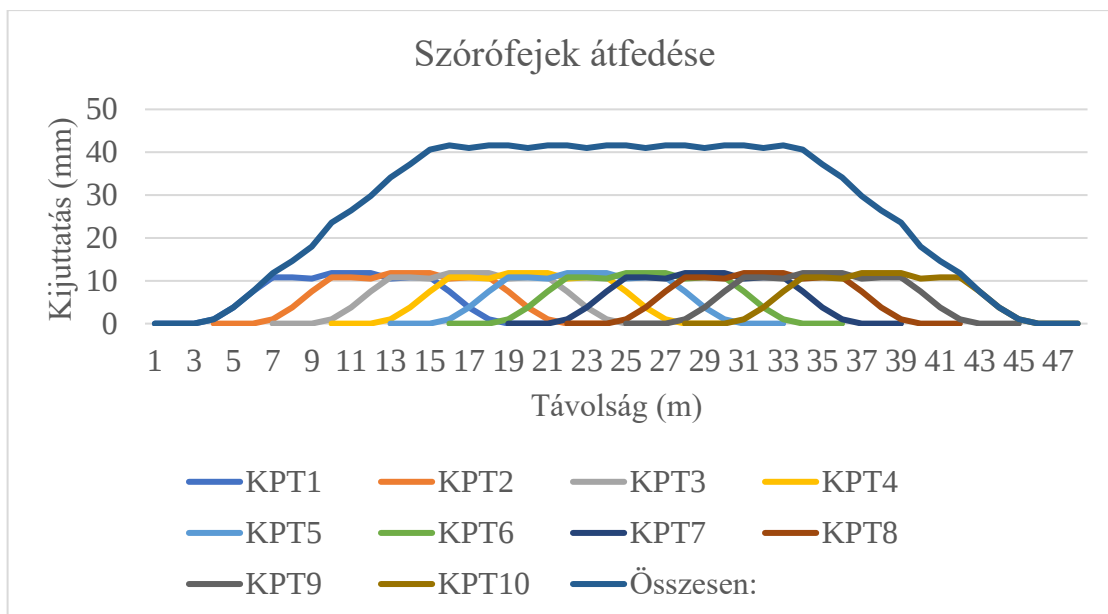
10. grafikon S3030 Spinner szórófej teljes szórási tartomány

4.6. Szórófejek átfedése

Ismerve a használni kívánt szórófejek szórási átmérőit különböző fűvókák esetén meghatározható, a szórófejek maximális elhelyezkedése egymáshoz viszonyítva, figyelembe véve a megfelelő mértékű uniformitás megtartását. Öntözőberendezés gyártók esetében a szórófejek egymáshoz viszonyított távolságának, a csővezeték tetején lévő kivezetések távolsága szab gátat. Ezen távolság alap esetben ~2,8-3m közötti, még bizonyos gyártók és kivitelek esetében elérhető akár 101-144cm-es osztásköz is. A szórófejcszettek kialakításakor minden esetben törekedni kell arra, hogy az elérhető lehető legjobb uniformitással dolgozzunk. (szórófejek közti átfedéssel)

A következő példa esetében vizsgáljunk meg egy elméleti lineár berendezést, 3m-ként elhelyezett szórófejekkel, az előzőekben bemért Komet KPT szórófejekkel szerelve. (A közel azonos fűvóka méret miatt, a példa bemutatásához egyszerűbb a lineár, mint a folyamatosan változó fűvóka mérettel rendelkező center pivot berendezés.)

10 db szórófej esetén a kijuttatási görbék összehangolása az alábbi grafikont eredményezi:



11. grafikon Szórófejek átfedése

A grafikonból jól látszódik, hogy az uniformitás vizsgálatához érdemes 15 és 35m között megvizsgálni a görbét részletesen, viszont az látható, hogy minél nagyobb távolságra telepítjük szórófejeinket annál kisebb uniformitással leszünk képesek dolgozni.

Az uniformitás számítását a Christiansen formula segítségével végezhetjük el, viszont dolgozatomban során ennek vizsgálatával, elemzésével nem foglalkozom.

$$CUC = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Vi - \bar{V}|}{\sum_{i=1}^n Vi} \right]$$

ahol:

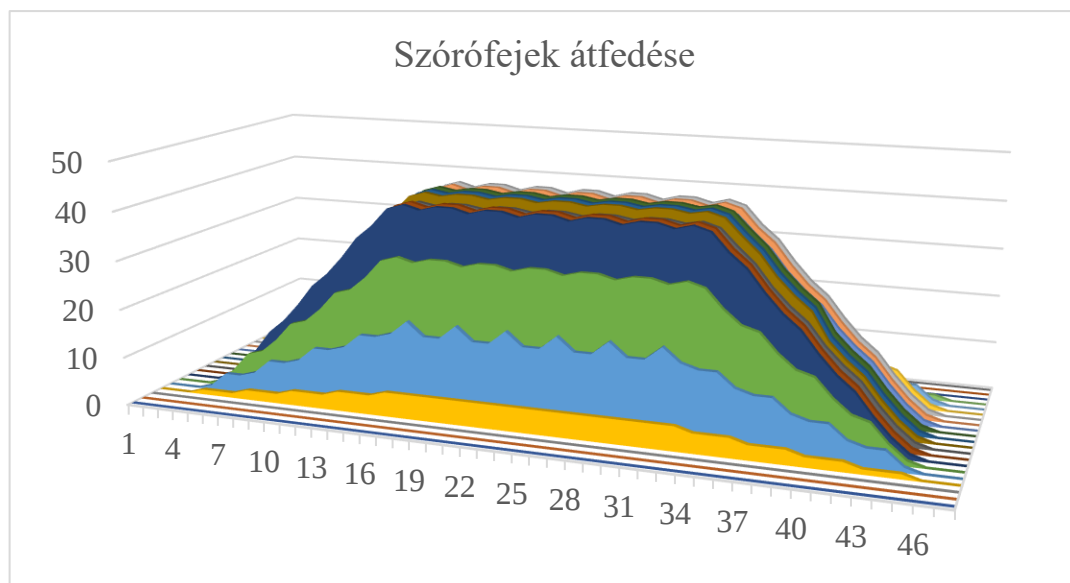
$\sum |Vi - \bar{V}|$: az egyes mérések átlaghoz viszonyított abszolút eltéréseinek összege

$\bar{V}$: az összes mérés átlaga

Vi : egyedi mérési adatok

n : mérési pontok száma

Amennyiben a szórófejek teljes szórási átmérőjében szeretnénk megjeleníteni a kijuttatási karakterisztikát, majd ezeket egységesíteni, az alábbi grafikont kapjuk:



12. grafikon Szórófejek átfedése és kijuttatási intenzitása területi megjelenítésben

5. Következtetések és javaslatok

Az előző grafikonokat megvizsgálva, azok mentén különböző metszeteket elemezve megállapítható, hogy a szórófejek egymásra ható átfedése a kijuttatási görbe alakját nem befolyásolja, a mennyiségek összeadódnak. Mivel a fúvóka vízszállítása előre meghatározott, ezért a görbe alatti lefedett terület egyenértékű a kijuttatandó víz mennyiségével, valamint a kijuttatás intenzitás a görbe változásával megegyező.

Öntözőrendszer méretezésekor az átlagos intenzitás mértéke a megadott képletekkel könnyen számolható, viszont a mérésekből látszik, hogy a valós pillanatnyi intenzitás értéke lényegesen meghaladhatja a kalkulált átlagos értéket.

Amennyiben ismerjük az adott szórófej kijuttatási karakterisztikáját, úgy becsléssel meghatározhatjuk a várható legnagyobb pillanatnyi intenzitás értékét. Fontos, hogy minden esetben a legrosszabb eshetőséggel illesszük szórófej szettünket a talajtípusnak megfelelően.

Az előzetes méréseket érdemes lenne adoptálni valós, terepi körülmények közé, ahol az adott talajtípus beszívargását is megmérve, illeszteni lehetne a szórófejszett kijuttatási intenzitását ennek megfelelően. A mérés során a kijuttatott vízmennyiség időbeni változását lenne célszerű rögzíteni az öntözőrendszer mérő fölötti áthaladásának függvényében, és ezen értékekből kalkulálni a változó pillanatnyi intenzitás értékeit.

A mérések szélcsendes körülmények között történtek, így cseppképzés szempontjából nem összehasonlítható a különböző szórófejek szélállósága, figyelembe véve a szórási szöget és a cseppek méretét.

Hosszabb berendezések esetén, nagy vízhozamra történő méretezéskor minden esetben ügyelni kell, a minél nagyobb szórási átmérőjű szórófej kiválasztására, az átlagos intenzitás csökkentése érdekében a talajtípusnak megfelelően.

6. Összefoglalás

Az önjáró berendezések, körforgó és lineár gépek, történelme egészen az 50-es évekig nyúlik vissza, amikor is megalkották ezen körforgók első, működőképes ösét. Azóta mind szerkezetileg, mind vezérlésüket tekintve hatalmas változásokon mentek keresztül, illeszkedve a modernkori gazdálkodók elvárásaihoz: automata, önműködő rendszerek, alacsony energia igénnyel, víztakarékos kialakítással évtizedes élettartamra méretezve. Ezen jó tulajdonságaiknak köszönhetően, világ szerte egyre nagyobb népszerűségnek örvendenek, gazdaságos öntözési megoldást kínálva nagy öntözendő területekre. Kornerkaros kiegészítésüknek köszönhetően alaktalan területek is igen jó lefedettséggel beöntözhetőek, értékes hektárokat bevonva így öntözés alá.

Ennek megfelelően a szórófejgyártók is új kihívásokkal néztek szembe, egyre nagyobb berendezések, nagy vízhozamra méretezve, alacsony energia igénnyel. Ehhez új fejlesztésű szórófejekre, valamint nyomásszabályozókra volt szükség, minél nagyobb szórási átmérővel és szabályozott cseppképzéssel.

Napjaink modern öntözőrendszereinek elengedhetetlen része egy a talaj, és állománynak megfelelően méretezett nyomás szabályozott energia, és víztakarékos szórófejszett. A különböző típusok más és más cseppképzéssel, szórási szöggel, szórási átmérővel, üzemelési nyomással, lehetséges beépítési pozícióval és magassággal, valamint kijuttatási karakterisztikával rendelkeznek, lehetőséget biztosítva a szórófejszettel szemben támasztott igények kielégítésére.

Jelenleg az egyik legnépszerűbb kialakítás a wobbler típusú szórófejek, melyek tányérja nem csak körkörös mozgást, hanem egy meghatározott tengely mentés excentrikus billegést is végez, ezzel változtatva, hogy a keletkező cseppet milyen távolságra veti el. Ezen szórófejek elérhető szórási átmérője korlátozott kialakításuknak köszönhetően, kisebb, mint egy rotatoros szórófej lehetséges szórási átmérője, valamint cseppképzése szinte a szórási kép teljes egészében azonos, közepes- nagy cseppek. Bár szántóföldi kultúrák esetében legtöbb esetben megfelelő választás lehet egy standard tányérral szerelt wobbler típusú szórófej, ezek között is érdemes különbségeket tenni, megvizsgálva kijuttatási karakterisztikájukat.

A méréseim során öt különböző szórófej típust vizsgálhattam melyek az alábbiak voltak:

- Komet KPT (Komet Precision Twister) fekete tányérral szerelve
- Senninge I-WOB-2 fekete tányérral szerelve

- Nelson O3030 Orbitor fekete tányérral szerelve
- Nelson R3030 Rotator oliva tányérral szerelve
- Nelson S3030 Spinner lila tányérral szerelve

Ezen szórófejek közül az első három wobbler típusú, míg az utolsó kettő rotator típusú. Érdekes volt látni, az eredmények összehasonlításából a két különböző szórófej típus közötti működési és kijuttatási differenciát.

A szórófejek méréséhez különböző nyomásoztályú nyomásszabályozót használtam, a gyártó javaslatnak megfelelően, Komet esetében 10PSI, még a többinél 15PSI méretben.

A mérések elvégzéséhez minden esetben a szórófejeket 2,1m magasságban rögzítettem a talajtól, majd első lépésben megmértem a szórófej valós szórási átmérőjét. Ezek után meghatároztam a lefedett terület nagyságát, majd a választott fűvóka vízszállítását. Ezen adatokból kiszámolható, hogy a cél értéként kitűzött 10mm kijuttatásához milyen üzemelési idő szükséges. Az idő leteltét követően az előzetesen 1m osztásközzel elhelyezett csapadékmérők által mért értékeket dokumentáltam, és táblázatos formában rögzítettem. Ezen táblázat értékeiből kirajzolható grafikusan a szórófej kijuttatási görbéje, mely különböző típusok esetében más és más karakterisztikát mutatott.

Önjáró rendszerek esetén fontos, a szórófejek közti átfedés mértéke, ennek megfelelően az uniformitás egy-egy csomag esetén. Ennek megfelelően dolgozatom végén megvizsgáltam, az először mért Komet KPT szórófej átfedési görbéit 3m osztási közzel elhelyezkedve egymástól.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom a Magtár Kft.-nek mint munkáltatómnak, amiért a dolgozat során említett, cég által forgalmazott termékek dokumentációjához, valamint a mérések során felhasznált mintadarabokhoz hozzáférhettem. Fontos kiemelni a beszállítóinkat, Reinke Manufacturing Co., Inc., Nelson Irrigation, Komet Austria GmbH, SENNINGER®, akik képzésekkel és folyamatos szakmai támogatással hozzájárultak a dolgozat elkészüléséhez. Köszönettel tartozom még Dr. Futó Zoltán Úr-nak aki szakmai támogatásával, valamint oktatáshoz való elhivatott hozzáállásával segítette ezen dokumentum elkészülését.

8. Irodalomjegyzék

Internetes:

http 1 pályázati felhívás

<https://www.palyazat.gov.hu/vp2-414-16-a-mezgazdasgi-vzgazdlkodsi-gazat-fejlesztse>

http 2 Reinke öntözőberendezések

<https://www.reinke.com>

http 3 két gyűrűs infiltróméter

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e9/Double_ring.JPG/1280px-Double_ring.JPG

http 4 Komet szórófejek

<https://www.kometirrigation.com/>

http 5 Senninger szórófejek

<https://www.senninger.com/>

http 6 Nelson szórófejek

<https://www.nelsonirrigation.com/>

http 7 Boom back

<https://www.boombacks.com/>

Nyomtatott:

Rainmakers – A photographic story of center pivots (The groundwater foundation . Foreword by congressman Tom Osborne) 2005

Digitális:

Nelson oktató anyag – Tim Reardon

9. Mellékletek:

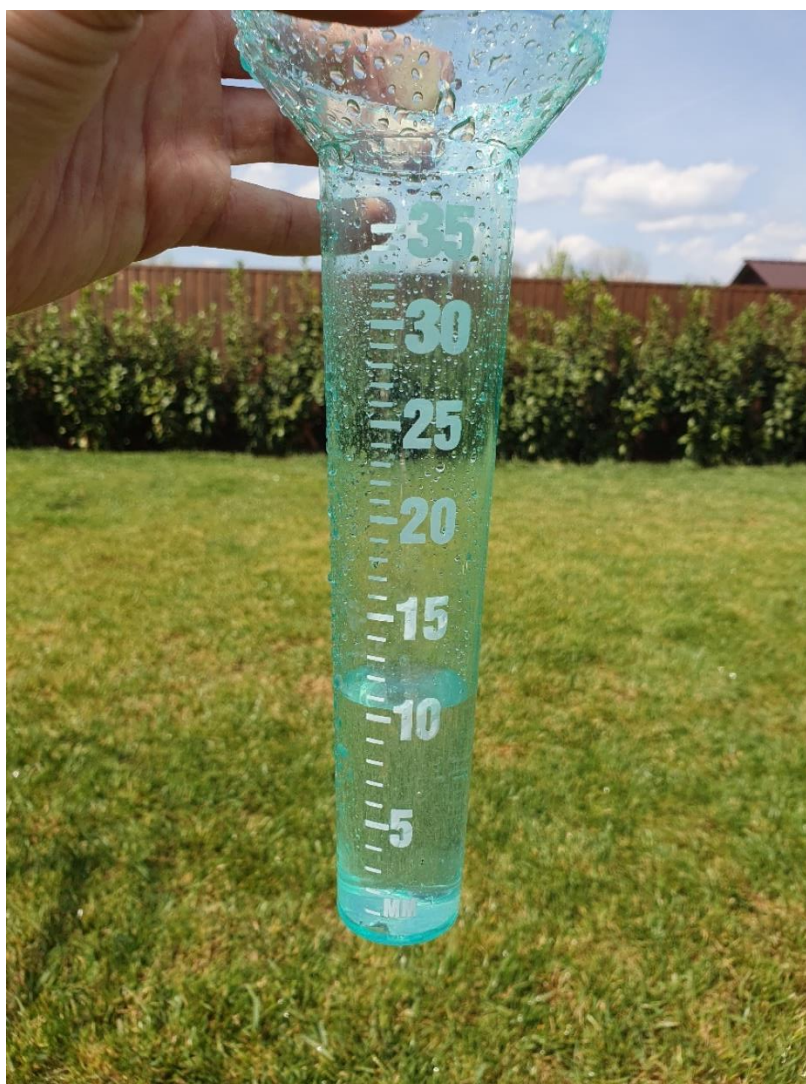
Képek a mérésekről:



23.ábra Mérőedények elhelyezkedése



24.ábra Komet KPT szórófej elhelyezkedése a méréshez



25.ábra Mérés dokumentálása



26.ábra Nelson O3030 Orbitor szórófej üzem közben

10. Nyilatkozat

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Kövesdi Ádám (név) (hallgató Neptun azonosítója: FL3UTL) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Szarvas, 2023. április 24.


Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.