

AZ ÖNTÖZŐBERENDEZÉSEK AUTOMATIZÁLÁSI LEHETŐSÉGEI*

CSELÓTEI LÁSZLÓ

az MTA rendes tagja
Agrártudományi Egyetem, Gödöllő

KARAI JÁNOS

a műszaki tudományok doktora
Kertészeti Egyetem, Budapest

RÉDAI ISTVÁN

a mezőgazdasági tudományok kandidátusa
Kertészeti Egyetem, Budapest

SZABÓ DÉNES

MÉM Műszaki Intézete, Gödöllő

Bevezetés

Hazánk öntözővízkészletének mintegy 90%-a nagy folyók közelébe (völgyébe) koncentrálódik. A várható vízigény növekedési üteme, a még közvetlenül hasznosítható vízkészlet korlátozott mennyisége, valamint a passzív vízmérlegű területek szükségessé tették az ország egészét átfogó komplex vízpótló létesítményrendszer megvalósítását célzó fejlesztési terv kidolgozását.

E szerint a vízgyűjtőkön tervezett fejlesztésnek csupán 5%-a terheli a felszín alatti készletet. Várhatóan sehol sem lesz vízhiány, sőt, a jelenlegi vízhiányok 1980-ig felszíni vizekből fokozatosan megszüntethetők.

Az V. ötéves tervidőszakban 100 000 ha öntözött területfejlesztéssel számol a terv, az ehhez szükséges vízigény $4,43 \cdot 10^8 \text{ m}^3$. A VI. és VII. ötéves tervidőszakban 343 000 ha öntözött területfejlesztés realizálható, amelynek vízigénye $8,0 \cdot 10^8 \text{ m}^3$. A fejlesztés során a tározókra kell különös figyelmet fordítani, mert a $8,0 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ többlet víz kb. 75%-át tározókból fogják kielégíteni. Hazánkban a távlatilag öntözésre tervezett terület nagysága 2 000 000 ha. Ez a művelt terület kb. 30%-a.

A támogatási rendszer és a kedvező hitelfeltételek nagymértékben segíthetik a célkitűzések teljesítését. A támogatást elsősorban a célcsoportos beruházásban épülő, öntözőrendszerekre indokolt adni.

Célszerű támogatni továbbá a koncentráltabb vízpótló telepek létesítését. E téren azok részesüljenek előnyben, amelyek különleges népgazdasági érdeket, tájfejlesztési programot szolgálnak, vagy céltermelési rendszerhez tartoznak.

A vázolt fejlesztési célkitűzés szerint 1990-ig kb. 870 000 ha öntözött területünk lesz. Ehhez kb. 340 000 ha új öntözött terület bekapcsolása mellett csaknem a jelenlegi teljes öntözött felületen kb. 450 000 ha-hoz kell bizonyos hiánypótlási és felújítási munkákat elvégezni.

* Elhangzott az MTA Mezőgazdasági Műszaki Bizottsága 1979. február 23-án megtartott kibővített ülésén.

Biológiai és termesztési összefüggések

Öntözött növényeink ökológiai és termőhelyi igényei jelentős mértékben eltérők. A származási hely nemcsak a hő, de a vízigényt is nagymértékben meghatározza. A növények morfológiai, anatómiai felépítése pedig többek között azért érdemel figyelmet, mert a vizet felvevő gyökérzet és az azt leadó lombtömeg összhangja meghatározó a növény vízmérlegében.

A növények vízigényét — ezzel összefüggésben az öntözési igényt — a különböző fajtacsoportoknál és fajtáknál a termelési célok különbözősége is befolyásolja. A terméseredményt a vegetatív részeikért termesztett növényeknél a növekedésre, a generatív részükért termesztetteknél pedig emellett a termés kötődésére és kialakulására ható tényezők befolyásolják.

A növények különböző években és termelési időszakokban eltérő időjárási körülmények között fejlődnek. Öntözési szempontból hazánk éghajlati tényezői közül elsősorban a hőmérséklet alakulása és a csapadék eloszlása a meghatározó. Kiegészítő vízellátásra főként akkor van szükség, ha a növénynek a termés (annak mennyisége, minősége, érésideje) szempontjából döntő fejlődési időszakában kritikus időjárási helyzet következik be.

A növénytermesztés fejlődése az intenzívebb technológiák kialakulásának irányába mutat. Ezt követeli meg a munkaerőhelyzet, valamint az új technikában és a korszerű fajtákban rejlő lehetőségek kihasználása. Ezeket gátolhatja a vízhiány, amely öntözéssel mérsékelhető, vagy teljesen kiküszöbölhető. A növények zavartalan növekedését az öntözés azáltal is fokozza, hogy elősegíti a tápanyagok jobb felvételét. Az erőteljesebb növekedés viszont növeli a tápanyagfelhasználást.

Az öntözés nem megfelelő alkalmazása vagy az öntözést követő kedvezőtlen időjárás (nagy csapadék, hőmérséklet jelentős csökkenése stb.) a növény számára hátrányos is lehet. Túlzott vízellátás esetén csökken a talaj légcseréje, romlik a szerkezete, a talajban levő N egy része kimosódhat stb.

Figyelemmel kell lenni az öntözés és a növényvédelem összefüggésére. A vízzel jól ellátott, jól fejlődő növényállomány többnyire életerősebb, egészségesebb, de az öntözés hatására időszakosan megváltozó mikroklíma egyes növényi betegségeknek is kedvez. Az öntözés elősegíti a gyommagvak kelését, de a gyomirtószeres hatását is javítja.

Fizikai szempontból igen jelentős az öntözővíz cseppenergiája (nagysága, sebessége). Az öntözési igény változása (például az öntözés felhasználása fagyvédelemre, növényvédelemhez stb.) az öntözési technika minőségi fejlesztését kívánja meg. Sok esetben kívánatosná válik az öntözővíz finomabb permeteloszlása (kisebb cseppmérete). Más öntözési célok — kelesztés — indítás, frissítés — kondicionálás stb. — a kis vízmennyiséggel történő, de gyakoribb öntözést teszik szükségessé.

Vízpótló öntözésnél az öntözési norma 15 — 20 — 80 — 100 mm között vál-

tozik. Még tágabbak a határok, ha az egyéb öntözési célokat is figyelembe vesszük. Az öntözési forduló vízpótló öntözésnél 8—10 — 18—21 nap, amely egyéb öntözési célok esetében a napi többszöri öntözésig csökkenhet.

Az öntözés hatására gyorsul vagy lassúbbá válik a növény növekedése és fejlődése, megváltozhat a tenyészideje. Változhat a lombfelület kialakulásának dinamikája, nagysága, a virágzás időpontja, a termés kötődése, növekedése, nagysága, érése stb.

Öntözés esetén nő a termés mennyisége, többnyire csökken a termésingadozás, kedvezőbb a termésbiztonság. A növény fő vízfelvételének időszakában a vízpótló öntözés, „a víz mennyiségi hatása” dominál. Más öntözési céloknál a hatás minősége, időzítése nagyobb jelentőségű.

Az öntözés idejének, módjának, az öntözővíz mennyiségének és minőségének megválasztásához a növényt és környezetét együttesen kell figyelembe venni.

Szabadföldi öntözés

1. Az öntözés automatizálásának fontosabb kérdései

Az öntözés különböző műszaki színvonalú és megoldású berendezésekkel, rendszerekkel valósítható meg. A különböző rendszerek kialakítását az öntözés munkaerő-szükségletének csökkentése, a pontosabb vízadagolás, a vízkészletek jobb hatásfokú felhasználása indokolta.

Az öntözőberendezések, rendszerek között alapvetően három megoldást különböztethetünk meg:

A *kézi működtetésű berendezések*, melyeknél minden művelet (érzékelés, döntés, indítás, időtartam, leállítás, újraindítás stb.) emberi beavatkozást igényel. Az egyes műveletek elvégzésére egymástól függetlenül működő gépek, berendezések, műszerek használatosak.

A *részben automatizált*, más szóval *félautomatikus* üzemű öntözőberendezések, melyeknél az öntözési folyamat egyes műveleteit a berendezés emberi beavatkozás nélkül elvégzi.

Teljesen automatizált öntözés olyan berendezéssel oldható meg, amelynél az alapadatok érzékelése, feldolgozása, ezek alapján a döntés az öntözés megkezdésére, az öntözés időtartamának meghatározása, leállítás stb. műveletek egymással összefüggésben, emberi beavatkozás nélkül történnek egy központi vezérlő egység (számítógép) programja alapján.

Az automatizált öntözés legfontosabb kérdései:

- mikor kell az öntözést elkezdni,
- mennyi ideig kell öntözni, illetve
- mennyi vizet kell kiadni az adott körülmények között.

E kérdések megválaszolása igen sok tényező együttes vizsgálatának eredményei alapján lehetséges. Így vízpótló öntözéshez az öntözővízigény és az öntözés várható időpontjának meghatározása gyakorlatilag — egyéb tényezők mellett — az öntözött növény evaporációjának és transzspirációjának, vagy ezek együttes értékének nyomon követése alapján lehetséges.

Az evapotranspiráció közvetlen mérésére a különféle lizimétereket használják. A műszereknek van olyan változata is, amely elektromos impulzusokat ad, tehát alkalmas lehet az automatizáláshoz. Belátható időn belül gyakorlati alkalmazása az igen nagy költségek miatt azonban nem várható.

Az evapotranspiráció közvetett mérése a talajnedvesség mérésére vezethető vissza. A talajnedvességmérés legfontosabb módszerei a következők:

- a) *Víztartalom meghatározás szárítással.* A két különböző időpontban vett talajminta nedvességtartalmát szárítással és súlyméréssel határozzák meg. A két különböző időpontban vett talajminta nedvességtartalmának különbsége adja az evapotranspiráció mennyiségét. A módszer hátránya a lassúság és a mérési eredmények pont jellege.
- b) *Villamos vezetőképesség, hővezetőképesség és ellenállás elvén működő mérési módszerek.* A nedvességváltozás megváltoztatja a talaj fizikai tulajdonságait. Számtalan, ezen az elven működő műszer készült. Nagy területű szántóföldi méréseknél — mivel a berendezés egy helyre van letelepítve — nem adnak az egész területre vonatkozó pontos eredményt. Előnyük, hogy elektromos kijelzésük miatt automatizálásra jól használhatók.
- c) *Tenziométerek.* E műszerek a talaj vízszívó képességét mérik. Egy helyre építésük miatt mindig ugyanannak a talajrétegnek a nedvességtartalmát mérik, így nem adnak az egész táblára és különböző mélységre vonatkozó eredményt. Alkalmazásának még sok megoldatlan kérdése van, pl. sókicsapódás a mérőblokkon, és ezért időben változó érzékenység.

Az evapotranspiráció meghatározására egyre szélesebb körben használják világszerte a különböző számítási módszereket. E számítások lényege az, hogy a növényállomány evapotranspirációja arányos a légkör párafelvételével, a talaj jellemzőivel, valamint a növényállomány sajátosságaival. E három tényezőcsoport jellemző adatait tartalmazó számítási módszerekkel egyes növényeknél gyorsan, jó eredményekhez lehet jutni, és az automatizálásnak is megvannak a feltételei.

Sokféle számítási modell ismeretes, melyek közül néhány alkalmas arra, hogy segítségével nagyüzemi körülmények között az öntözés időpontja és az öntözővíz mennyisége meghatározható legyen.

Az automatizált öntözés megvalósításában három fő irány különböztethető meg.

Folyamatos öntözéssel az evapotranspiráció következtében csökkenő vízkészletet folyamatosan pótoljuk.

Ciklikus öntözésnél egy-egy területegységre összpontosítjuk az öntözést, s a kívánt víz kiadagolása után kerül sor a következő területrészt öntözésére.

Szenzitív vezérlésű öntözésnél az érzékelő valamelyik tényező előre meghatározott érték alá csökkenése esetén bekapcsolja az öntözést.

Szántóföldi körülmények között különböző műszaki, technológiai és gazdaságossági megfontolások alapján a folyamatos és a ciklikus öntözés jöhet számításba. Irányítástechnikai szempontból a folyamatos és ciklikus öntözés között lényeges különbség nincs. Ciklikus öntözésnél nagyobb, folyamatos öntözésnél kisebb talajnedvesség ingadozást engedünk meg két öntözés között.

A jelenleg használt telepítési módszerek és gépészeti berendezések elsősorban a ciklikus technológia megvalósítását teszik lehetővé. E technológiában szakaszos vezérlést alkalmaznak az öntözés indítására és leállítására. A teljes terület megöntözése programozó vezérléssel oldható meg, beállítható időprogramok alapján.

Ma sok esetben az öntözési és üzemszüneti idő arányának csökkentésével a folyamatosabb — esetenként a folyamatos — öntözésre való törekvés a cél. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy olyan berendezéseket kell kifejleszteni, amelyek segítségével a kiöntözni kívánt vízmennyiség kisebb, egységekben rövidebb időközökben legyen kiadható.

2. Az öntözési módok és berendezések értékelése az automatizálás szempontjából

A szabadtéri öntözés módszerei között alapvetően két módszert különböztethetünk meg:

a) Felszín feletti öntözés (felületi, esőszerű, csepegtető)

Felületi öntözés

A felületi módszerrel öntözött területek az összes öntözött területnek mintegy 30%-át teszik ki. A felületi öntözést zömmel a rizsterületek képviselik.

A szántóföldi felületi öntözőberendezések alkalmazási területe a kiépítés műszaki és agronómiai követelményei miatt korlátozott.

A *stabil beépítés* automatizálási szempontból kedvező. Az automatikus üzemet biztosító vízadagolók, vízszintszabályozók, vízkormányzó és vízmérő eszközök sokféle megoldása ismert. Egységes rendszer még nem alakult ki. Az automatizálás elengedhetetlen feltétele a távirányítás, a távvezérlés, amelyhez a szükséges eszközök további fejlesztésre szorulnak. A korszerű, automatizált felületi öntözőberendezés beruházási költsége eléri vagy meghaladja a korszerű esőtető öntözőberendezések költségeit.

Esőszerű öntözés

Az esőszerű öntözés hordozható, félstabil és stabil berendezésekkel egyaránt megoldható. Az öntözés folyamatának automatizálásában a *hordozható esőszerű öntözőberendezések* nem jöhetnek számításba.

A félstabil, esőszerű öntözőberendezésekkel sem lehet az öntözés teljes folyamatát automatizálni úgy, hogy az embert kizárjuk. Az öntözőberendezés részegységei, pl. szivattyútelep, ill. szárnyvezeték részben automatizálhatók. Az üzemelő szárnyvezetékek számától és össz-vízfogyasztásától függően a vízhozam-változás hatására működésbe lépő automatika a szivattyútelep gépeit szükség szerint elindítja, ill. leállítja. Az öntözés kezdeti időponját és az öntözés időtartamát az embernek kell meghatározni és vezérelni. A hazai félstabil esőszerű öntözőtelepeken be vannak építve bizonyos automatika elemek, ezek használata azonban nehezen terjed. Részben műszaki megoldásuk nem megfelelő, másrészt nem képeznek kiforrott egységet az egyedileg tervezett és kivitelezett berendezések, illetve hiányoznak az automatika-elemek üzemeltetéséhez értő szakemberek.

A *stabil esőszerű öntözőberendezések* alkalmasak az öntözés folyamatának teljes automatizálására. A szivattyútelep automatikus vezérlése megoldható. Az állandó beépítésű szárnyvezetékeken elhelyezett szórók indítása és leállítása különböző módon szabályozható. Szabadföldi körülmények között a stabil esőszerű öntözőberendezés csak ültetvényekben jöhet számításba nagy beruházási költsége és az öntözőberendezés több irányú hasznosítási lehetősége miatt.

A berendezés kiépítéséhez szükséges érzékelő, programkapcsoló, távvezérelt elektromos szelep stb. hazai gyártása csak részben megoldott. Hiányoznak az öntözőberendezés több célú hasznosítását biztosító szerkezeti elemek, mint pl. a fagyvédelmi szórók és a folyékony műtrágya injektáló szivattyúk. A stabil esőszerű öntözőtelep megfelelő műszaki berendezések beépítése után alkalmas a növény mindenkor vízigényének megfelelő kielégítésére. Kihasználható a kis vízadagú gyakoribb öntözések kedvező élettani hatása, és egyéb öntözési célok is megvalósíthatók.

Az esőszerű öntöző fűrtök irányítását is — a nyílt csatornás öntözőrendszerekhez hasonlóan — alsó vagy felső vezérléssel lehet megoldani. Az egyes vezérlési rendszerek részletesebb ismertetése helyett — mivel azzal számos hazai tanulmány is foglalkozott — csupán azok legfontosabb ismervét az esőszerű öntözésre alkalmazva foglaljuk össze. Az esőztető fűrtöket *alulról vezéreltek* nevezzük akkor, ha az üzemviteli szabályzat betartása esetén a szivattyútelep vízszállítása szükségszerűen úgy igazodik a rendszerből veszteség formában eltávozó és a vízkivételek hozamához, hogy a csőhálózat különböző pontján a vízhozam-egységek megfelelő üzeméhez a szükséges nyomás rendelkezésre álljon.

Az *alsó vezérlést* a gyakorlatban félstabil esőztető fűrtök üzemének irányí-

tásánál alkalmazzák. A hálózatban kapcsolódó vízhozam-egységekhez igazodik a szivattyútelep, és a növekvő vízkivételnek megfelelően automatikusan kapcsolódnak párhuzamos üzemre az egyes szivattyúegységek. A meglevő és tervezett esőztető fűrtök hazánkban és nagyjából külföldön is félstabil beépítésűek, és alsó vezérlés szerint működnek. A jel továbbítását a vízkivételi hely és szivattyútelep közt maga a csővezetéken folyó víz végzi. Az üzemelés módja lényeges kihatással van az ilyen rendszer kialakítására és gazdaságos üzemvitelére.

Az esőztető fűrtöt *felülről vezérelnek* nevezzük akkor, ha az üzemviteli szabályzat betartása esetén a vízkivételek vízhozama szükségszerűen úgy igazodik a szivattyútelep vízszállításához, hogy a rendszerből kivett, illetve veszteség formájában változó vízhozamok összege beáll a szivattyútelep által előírt nyomáson szállított vízhozam értékére.

A *felsővezérlés* alapvetően a sűrűvezetékes esőztetőtelepek és fűrtök üzemelésének irányítási módja. Ennél a szivattyútelep vízszállítását, a csőhálózat hidraulikai jellemzőit figyelembe vevő vízkivételt előre meghatározott program szerint állapítják meg. A vezérlés lehet központosított vagy hálózati csomóponton elhelyezett. A jel továbbítás hidraulikusan vagy villamos úton, vezetékes vagy vezeték nélküli rendszerben lehetséges.

A felső vezérlésnél más szempontok jelentkeznek, mint az alsó vezérlésnél. A hálózaton elhelyezett speciális szelepek üzembe lépő darabszáma ugyanis előre programozott, tehát a megkívánt szivattyú darabszám lényegesen pontosabban meghatározható, és ennek alapján előre programozható. Az automatikus üzem vezérlése egyszerű villamos kapcsolóórával megvalósítható. Ez lényegesen gazdaságosabb üzemvitelt tesz lehetővé.

Csepegtető öntözés

A csepegtető öntözés szinte kizárólag stabil beépítésű öntözőtelepeken valósítható meg. Nagyüzemi körülmények között szántóföldi alkalmazása nem jöhet szóba. Elsősorban szőlő-, gyümölcskultúrák öntözésénél alkalmazzák. Megfelelő automatikaelemek felhasználásával (programkapcsoló, mágnesszelep, érzékelő stb.) teljesen automatizált öntözés is megvalósítható. Erre vonatkozóan folynak hazai kísérletek, egységes rendszer azonban még nem alakult ki. Ez az öntözési mód elsősorban a víztakarékossága miatt érdemel figyelmet.

Felszín alatti öntözés (altalaj öntözés)

A felszín alatti öntözés (altalaj öntözés) szántóföldi körülmények között elsősorban műszaki és természetstechnikai okok miatt nem jöhet számításba. Ültetvényekben való alkalmazásában is sok a bizonytalanság.

Az öntözőberendezéseket a beépítésük szerint három csoportba sorolhatjuk:

- a) *Hordozható öntözőberendezések*, melyeknél a berendezés minden részegysége (szivattyú, vízszállító vezeték, vízszétosztó berendezés) mozgatható, áthelyezhető.
- b) *A félstabil öntözőberendezéseknél* a szivattyú és a vízszállító vezeték beépített egységek, azokat csak a beépítés helyén lehet használni. A vízszétosztó berendezések, szárnyvezetékek mozgathatók, áthelyezhetők.
- c) *A stabil öntözőberendezéseknél* a berendezést alkotó összes részegység (szivattyú, vízszállító vezeték és vízszétosztó egység, szárnyvezeték) beépített egység, így a teljes berendezés csak a beépítés helyén használható.

3. *A szántóföldi öntözés műszaki berendezéseinek értékelése*

Szivattyúk

Az automatizált üzem szempontjából a Diesel-motor hajtású szivattyúk nem jöhetnek számításba. A villamos hajtású szivattyúk automatikus működtetésénél négyféle lehetőség ismeretes. Ezek:

- nyomástól függő,
- vízhozamtól függő,
- vízhozammal korrigált nyomáskapcsolás,
- motor áramfelvételétől függő kapcsolás.

A lehetőségek felhasználásával különböző megoldások születtek, azonban a legtöbb esetben a fentiek kombinációjában épül fel egy szivattyútelep teljes automatika rendszere. Megállapíthatjuk, hogy nem alapvetően döntő, hogy egy-egy szivattyútelep működését melyik fizikai jellemzőt értékelő műszerre épülő irányítástechnikai rendszerrel automatizáljuk. Lényegesen fontosabb az egyes elemek *üzemi megbízhatósága*, az egyes technológiai üzemrendhez való *állíthatósága*, alkalmazhatósága.

Vízszétosztó szárnyvezetékek

A különböző technológiai igényekhez való alkalmazkodás alapján a szárnyvezetéseket három fő csoportba sorolhatjuk:

- a) *A szakaszos üzemi mobil szárnyvezetékek* közös tulajdonsága, hogy a gépek álló helyzetben öntöznek, öntözés után az *áttelepítést elősegítő munkafolyamatok* (vízleeresztés a csövekből, konzolok kimerevítése, csatlakozó tömlők átkötése az új állásba stb.) következnek, ezt követően történik meg az *áttelepülés* saját vagy külső erő (traktor) igénybevételével. Ezután az *öntözést előkészítő munkák* következnek (tömlő csatlakozások összekötése, a vezetékek feltöltése stb.), és ezt követi az *öntözés* ismét álló helyzetben. Mobilnak azért nevezhetők a szárnyvezetékek,

mert nincsenek kötve az öntözési helyhez, sem a víznyerés, sem a mozgáshoz szükséges energia biztosítása szempontjából.

E csoportba tartoznak a merevsöves gördítható szárnyvezetékek (pl. GÖ-252, ÖB-A, Volzsanka), a felcserélhető tömlős esőztető szárnyvezetékek (pl. Rain-Roll), a körforgó konzolos esőztető szárnyvezetékek (pl. KF-120), a tömlős felületi öntözőberendezés (pl. TÖB-300).

- b) A félautomatikus üzemű mobil szárnyvezetékek menet közben öntöznek, s miután megöntözték egy állás területét, automatikusan leállnak. Ezután az áttelepítést elősegítő munkafolyamatok következnek (tömlőfelcsévélés), majd ezt követi a traktorral történő áttelepítés. Az új állásban az öntözéslőkészítési munkák után (vezetékek feltöltése, gép beállítása) folytatódhat az öntözés, amely során a gép a tábla egyik végéből a másikra halad. E berendezések nincsenek helyhez kötve. Közvetlen szivattyúaggregátról és felszín alatti csőhálózat hidrászáról is üzemeltethetők. Táblák közti áttelepítéshez is csak ugyanez az előkészítő munka kell, amely az egyik állásból a másikba szükséges. A traktorral történő áttelepítés könnyen, gyorsan elvégezhető. E csoportba sorolható berendezések a nagy hatósugarú szóróval vagy konzolra szerelt szórókkal üzemelő, menet közben öntöző tömlős öntözőberendezések (pl. CsSzV-90, Regengigant, Rain-star, Hanság-72).
- c) Az automatikus üzemű stabil berendezések szárnyvezetékei részben vagy teljes egészében helyhez kötöttek. A vezetékekre szerelt szórók öntöznek. Öntözés közben a vezetékek állnak. Egyes megoldásoknál a csővezeték egyik vége rögzített, s e pont körül fordul el az egész csővezeték a rajta levő szórókkal.

A csővezetékek ugyanazt a helyet öntözik. Az öntözés után a vezetékeket a következő öntözésig üzemben kívül helyezik. Amikor a következő öntözés időpontja elérkezik, a vezetékeket feltöltik vízzel, és megtörténik az öntözés. Új állásba település nincs, előkészítő és befejező munkák csak évente egyszer szükségesek. E csoportba tartozó öntözőberendezések, illetve szárnyvezetékek: a körbejáró esőztető szárnyvezetékek (pl. Fregat, Farmhand), a teljesen beépített esőztető szárnyvezetékek (pl. ültetvényeknél a szőlőkordon vagy fakorona felett végigfutó csővezeték, rászert fúvókákkal) és a csepegtető öntözőberendezések szárnyvezetékei.

A változó öntözési igényekhez jól alkalmazható berendezéseknél, az áttelepítési idők öntözési időkhöz viszonyított arányának a lehető legkisebbnek kell lenni. Minél kisebb az áttelepítési idő aránya, annál jobban alkalmazható a berendezés gyakoribb, kis vízádagok öntözésére.

A jelenleg legkorszerűbbnek mondható, mozgás közben öntöző szárnyvezetékek (körbejáró, csőre merőleges irányba mozgó merev csöves vagy csévél-

hető tömlős magajáró) fel vannak szerelve olyan automatikus működésű szerkezeti elemekkel, amelyek biztosítják a gép felügyelet nélküli üzemét, az egyenletes vízborítást és az automatikus leállítást. Különösen fontos a mozgás közben öntöző berendezések haladási sebességének állandó értéken tartása. A sebesség-szabályozásra különböző mechanikus elektromos és hidraulikus rendszereket használnak. A különböző elektromos és hidraulikus üzemű végálláskapcsolók számtalan beavatkozási lehetőségre használhatók. Így pl. a szóró bevontatásakor a gép leállítására, az utolsó menet tömlő lecsévélésénél fényjelzés adására, szélnyomás esetén a körbejáró berendezés mozgásának korrigálására, a hosszú szárnyvezetékek (400—800 m) egyenes vonalban tartására stb. A gépet mozgató mechanikus, elektromos, hidraulikus és ezek kombinációjával kiépített hajtóművek biztosítják az egyenletes haladást. Automatizálás szempontjából villamos hajtás a legkedvezőbb.

A csőben áramló víz érzékelésére és az áramlás indítására vagy zárására különböző nyomáskapcsolókat, áramlásérzékelőket és automatikus üzemű hidraulikus tolózárakat használnak. A 400—600 mm hosszú, merev csöves esőztető szárnyvezetékek némelyikénél a szórók alatt rugós nyomásszabályozókat építettek be a vezeték menti egyenletes nyomás biztosítására. A felsorolt és a még sokféle létező műszaki megoldás mind arra irányul, hogy a szárnyvezeték alkalmas legyen egy kar vagy kapcsoló elmozdításával a vízadagok széles határok közti (szélső esetben a növény mindenkori igényének megfelelő) beállítására.

Szórók, csövek, szerelvények

Automatizált öntözéskor az öntözőtelepnek a több célú öntözés igényeit is ki kell elégíteni. A többcélúság elsősorban az alkalmazható szórók különbözőségét kívánja meg. Az öntözési célnak és a szárnyvezeték kialakításának megfelelően szükség van kis- és közepes intenzitású, fagyvédelemre alkalmas és nagy hatósugarú szórókra. Ennek érdekében szükségesnek tartjuk a hazai szóróválaszték bővítését, elsősorban fagyvédelemre alkalmas fúvókákkal.

Az öntözőberendezések, szárnyvezetékek csövei acélból, alumíniumból vagy műanyagból készülnek. A felcsévévelhető tömlős félautomatikus szárnyvezetékek csövei speciális polietilén vagy gumi alapanyagúak. A beépített szárnyvezetékek csővezetékei műanyag, alumínium vagy acél vezetékek. Ezeknél alapkövetelmény a szilárd alátámasztás biztosítása, valamint az időjárás és a korrózióval szembeni ellenállóképesség.

A csővezetékek szerelvényei (csatlakozó idomok, elágazó idomok stb.) csak részben biztosítottak. Az automatikus üzemű szárnyvezetékekhez elsősorban a távvezérelt mágnes, hidraulikus vagy egyéb működtetésű szelepek, tolózárak szükségesek. Az öntözőberendezéseket gyártó világcégek gyártmányai között szerepelnek mindazon szerkezeti egységek (szóró, mágnesszelep, központi vezérlő egység, különféle érzékelők), amelyek az automatikus üzemű

öntözés megvalósításához szükségesek. E szerkezeti elemek egységes hazai gyártása még nem kezdődött el. Külön kihangsúlyozva kell megemlíteni a műtrágyaoldatokat, illetve növényvédő szereket, az öntözőcsőbe injektáló szivattyúkat. Automatikus üzemű öntözőtelepeken az agrotechnikai műveletek számának csökkentése, valamint a telep több célú hasznosítása az öntözéssel egyidejű tápanyagkijuttatást is szükségessé teszi. A keverési arány állandó értéken tartását a vízhozammal arányos folyadékszállítású injektáló szivattyú automatikusan biztosítja.

4. Automatizált szabadföldi öntözőberendezések

Automatikus üzemű, állandó beépítésű öntözőtelepek kialakítására történtek hazai kezdeményezések.

A nemesnádudvari és a tarcali öntözőtelep nem tekinthető kiforrottnak, mindegyikre jellemző a műszaki útkeresés. Ezen túlmenően hiányoznak még az automatizált telepekkel szerzett üzemi tapasztalatok.

Elkészült az Agárd térségre vonatkozó automatikus üzemű egységes vízgazdálkodási rendszer terve. E szerint a rendszer 3 zónából és ezeken belül összesen 11 öntözőfürtből áll. A vízellátást alapvetően a Duna, kisebb részben a térségen átfolyó természetes vízfolyások, 6 állattartó telep szennyvize, egy szeszgyár ipari és a velencei üdülőkörzet kommunális szennyvize biztosítja. A víznyerést és elosztást 6 átemelő szivattyútelep és 11 öntözőszivattyútelep végzi. A területen 220 db Regengigant és Rain-Star öntözőgép dolgozik. A meteorológiai és talajvízháztartási adatokat minden zónában egy-egy állomás észleli. Az egész vízgazdálkodási rendszert számítógép irányítja. A szivattyútelepeket a szárnyvezetékek ki-be kapcsolásának megfelelően nyomáskülönbség és a szállított vízmennyiség változás alapján automatika vezérli. A vezérlést automatikus ellenőrző rendszer egészíti ki.

Az USA-ban Idaho államban működik egy számítógéppel vezérelt öntözési rendszer. Az öntözés 300–400 mm évi csapadékmennyiségnél burgonyára, lucernára, babra, cukorrépára és különböző gyümölcsfajokra terjed ki. Az előrejelzést meteorológiai, a növény sajátosságára és az előző öntözésekre vonatkozó adatok alapján végzik. Az alapadatokat a számítógép kihelyezett egysége táblánként rendszerezi, majd az 1000 km-re levő számítógéphez továbbítja. A feldolgozott adattömeg kb. 30 perc múlva visszaérkezik a kihelyezett egységhez. Itt egy adatkiírógép megfelelő sorrendben legépeli az öntözéshez szükséges főbb adatokat és a várható időjárást. Az Öntözési Tájékoztató Iroda juttatja el az öntözési adatokat a farmerekhez, és gondoskodik az alapadatok begyűjtéséről. Az iroda telefonnal, távírógéppel, rádió adó-vevő készülékkel, valamint neutronszóródásos talajnedvességmérő műszerekkel rendelkezik.

A növény mindenkori vízigényének kielégítését célzó automatikus öntözőberendezéseket készített a Lindsay cég az USA-ban. A 800×1600 m =

128 ha méretű tábla hosszanti tengelyvonalában burkolt medrű nyílt csatorna húzódik. E csatornára merőleges a 800 m hosszú szárnyvezeték. A szárnyvezeték a csatorna mentén előre-hátra mozoghat. A szárnyvezeték középső motoros tagja közrefogja a csatornát. A beépített motor hajtja a szivattyút és az elektromos aggregátot. A 800 m hosszú szárnyvezeték kb. 50 m-ként alátámasztó járótagok kerekeit villamos motor hajtja. A berendezés a 128 ha területet 14—144 óra alatt öntözi meg 5—50 mm vízmennyiséggel 5, 6, 5, 13, 25 és 50 mm-es lépcsőkben. Az ütközőlapos fúvókák permetszerű esőt képeznek. Az esőminőség a széles határok között változtatható vízádag, a gyors öntözés, a vízszintszabályozás automatizálása, a nagy (128 ha) táblaméret a nagyüzemi automatizált öntözés megvalósításánál mindenképpen figyelemre méltó tények.

Növényházi öntözés

1. Növényházak öntözőberendezései

A növényházi telepeket felszín alatti és felszín feletti megoldással öntözik.

A *felszín alatti* öntözést főleg a dísznövénytermesztés alkalmazza szaporítás és cserepes növények előállítására. Ennél:

- felszín alatti csőhálózattal
- közvetítő közeggel, vagy
- duzzasztással lehet a vizet elosztani.

A *felszín feletti* öntözés valamennyi kultúra igényeit kielégíti. A vizet:

- hordozható tömlővel
- beépített vezetékekkel
- csepegtető csövekkel, vagy
- öntözőkocsival juttatják a felszínre.

Automatizálhatóság szempontjából csupán a felszín feletti beépített vezetékes érdemel figyelmet, de a csoportosításban szereplő megoldások mindegyikét érdemes jellemezni, hogy az öntözési rendszerben elfoglalt helyét, szerepét tisztázzuk.

A felszín alatti csőhálózat porózus égetett agyag, perforált vagy hosszirányban felhasított műanyagcsövekből készül. Az öntözővizet hálózatra kötött szintszabályozóval vagy önfelszívó szivattyúval adagolják.

A közvetítő közeg, amelyre a cserepeket (konténereket) állítják, steril, vegyileg homogén mosott homok vagy filc. A vizet felszín feletti vezetékekkel vagy felszín alatti csőhálózattal juttatják a közvetítő közegre.

A duzzasztásos megoldásnál a növényasztalt tálcának képezik ki, és a vizet meghatározott magasságban tartják. A cserepeket közvetlenül a vízbe vagy a kavicságyba helyezik. A víz szintjét úszó érzékelővel vezérlik.

Mindhárom megoldás a legegyszerűbb és rendkívül üzembiztos szintszabályozóval dolgozik. A kereskedelembe beszerezhető elemekből építhető. Ezeknél tehát sem kutatási, sem fejlesztési feladat nem jelentkezik.

A felszín feletti öntözés leggyakoribb megoldása a hordozható tömlős. A tömlő végén fúvóka vagy szántalpon elhelyezett körbeforgó szóró öntöz. Utóbbinál a szántalpat a tömlő dobra csévélésével mozgatják.

A beépített csővezeték horganyzott acélból, alumíniumból vagy műanyagból készül. A csövet menetes karmantyúval vagy ragasztással kapcsolják össze. Egy vezeték rendszerint 50 m hosszú és 3 m széles terület öntözésére alkalmas. A vezeték fúvókái sorbakapcsoltak. A vezetékekben a vizet mágnesszelepek kormányozzák. Egy mágnesszelep 2—4 vezeték ($300-600 \text{ m}^2$) kiszolgálására alkalmas. A fővezeték és a mellékvezetékek keresztmetszeteit a veszteségek csökkentése miatt nagyvonalúan kell megválasztani. 1 ha felületre 1 szabályozóberendezés és 20 db mágnesszelep szükséges.

A csepegtető öntözést igényesebb cserepes kultúráknál alkalmazzák. Előnye, hogy nagyjából a fogyasztás arányában pótolja a vizet. Másrészt takarékos megoldás, mert csak ott öntöz, ahol a gyökerek elhelyezkednek. Sűrű növényállományban azonban terjedése nem várható. A csepegtető öntözés legnagyobb hátránya, hogy vezetékgigényes, és pontosan nem ellenőrizhető.

Az öntözőkocsi megoldás abból az elvből kiindulva került kikísérletezésre, hogy a növényházi vezetékrendszert olyan kialakítású szerkezettel helyettesítették, amely a természetberendezés hosszában ide-oda mozgatva elvégzi az öntözést. A koci görgőkön a növényház tartószerkezetén mozogva képes az öntözés és a növényvédelem elvégzésére, de alkalmassá tehető füstölésre, mesterséges világításra stb. Jelenleg a nyugati országokban a 10 m széles és 100 m hosszú növényházban használt öntözőkocsiüzem már gazdaságos, de csak akkor, ha a növényház tartószerkezete új.

2. Automatizált növényházi öntözőberendezések

Az automatizált öntözőberendezés érzékelőből, vezérlő-szabályozó készülékből, beavatkozó szervből, továbbá elosztóhálózathból, szórókból és vízműből áll. Ez utóbbi központi vízhálózattal is helyettesíthető.

Az automatizálással elérhető a takarékosabb vízfelhasználás, kiküszöbölhető az élő munkaerő-felhasználás, és a növény igényeit is jobban ki lehet elégíteni, tehát a hozamokat növelni. 1 ha vezetékes öntözés automatizálásának költsége kb. 1 év alatt megtérül.

Az érzékelők alapján csoportosítva:

- elektronikus levéllel,
- hő-fény érzékeléssel,
- talajnedvesség függvényében és
- időprogramozás alapján vezérelt készülékeket ismerünk.

Az elektronikus levéllel vezérelt berendezésnél az érzékelő sávelektrodás (SM-001) kapacitív (Perrot), fémgyűrűs (Hensler), vagy harmatpontérzékelő (Prinz) stb. lehet. Az érzékelőhöz kapcsolt szabályozószerkezet, egy állítótagos berendezéseknél az erősítőtől áll. A kimenőjellel már közvetlenül mágnes-, motoros szelepet vagy motorkapcsolót lehet vezérelni.

A készülék használható a dugványok, a növények bepermetezésére és a szaporítóanyag állandó nedvesen tartására, valamint a zöldségpultokon elhelyezett áru frissességének megőrzésére. Továbbá a levegő páratartalom növelésére, valamint szállító és tárolótartályok hűtésére is alkalmas külső felületek nedvesítése által.

A hő-fény vezérlésű készüléket olyan helyeken alkalmazzák, ahol a fizikai párolgás mellett a biológiai is figyelembe kívánják venni. Az érzékelő ez esetben fényellenállás, vagy fényellenállás és termisztor kombinációja. Sötétben is meghatározott hőmérséklet alatt tehát a berendezés nem hajtja végre a beállított programot, vagy az oszcillátor frekvenciájának megváltoztatásával a beállított programciklust a fényerősség és a hőmérséklet függvényében megváltoztatja.

A fény-hő vezérlésű automata alkalmas mind a szabadföldi, mind a növényházi felületek öntözésének szabályozására, ill. vezérlésére. Ezeknél az öntözési ciklus tág határok között állítható, és tetszés szerint programozható. Üzemük rendkívül biztos, felügyeletet nem igényelnek.

A talajnedvesség függvényében vezérlő készüléknél az öntözési programot a talajba helyezett érzékelő fémelektroda, kondenzátor vagy tenzióméter indítja. A beprogramozott műveletet ezután a szabályozó készülék automatikusan lefolytatja, és az előírt vízádagot kiszórja.

Az időprogramozású készülék érzékelője tulajdonképpen állandó ellenállás. A hő-fény vezérlésű készülék pl. erre a célra változás nélkül használható. Főleg sportpályák, strandok, közparkok öntözésére használják, ahol nem lehet az öntözést érzékelővel vezérelni, mert az ott folyó tevékenység azt nem teszi lehetővé, ill. nem igényli.

3. A növényházak automatikus berendezéseinek értékelése

Hazánkban a kelet-európai országokat megelőzve kezdődtek automatikus öntözési kísérletek és érzékelők kifejlesztése. A sorozatban készülő típusok között legfejlettebb a hő-fény vezérlésű, mert az 24 db mágnesszelep üzemeltetésére képes és a ciklusidő 4—960 min. között állítható. Ennél az érzékelő nemcsak a programot indítja, hanem a ciklusidőt is befolyásolhatja. A jelenlegi gyártás bármilyen mennyiségi igény kielégítésére képes.

Az elektronikus levéllel vezérelt készülék a legrégebbi, a hűtőpultokban való beépítés miatt a sorozat nagysága is a legnagyobb. A készülék megbízható,

de az üveglapra dolgozott érzékelő törését meg kell akadályozni. Ezt azonban a gyártó cég saját fejlesztésében képes megoldani.

Legkevésbé kiforrott a talajnedvesség-érzékelővel vezérelt berendezés, éppen az érzékelés pontatlanságai miatt. Ezeket a készülékeket a nyugati országokban, főleg tenzióméterrel vezérelték, de az érzékelő pontatlansága és nem utolsósorban a különböző talajok szemcseméret arányaihoz nehezen illeszkedő érzékelő karakterisztika miatt a kontaktus nem ad megbízható indító jelet. Az említett hibák miatt a készülékeket időprogramozásként üzemeltetik.

A gipsztömbbe helyezett elektródás érzékelő megbízható, bár meglehetősen nagy időállandókkal rendelkezik. Az öntözött talajhoz esetenként lenne célszerű kalibrálni, azonkívül a hőmérsékletre is érzékeny. Nagy előnye, hogy rendkívül üzembiztos, stabil és majdnem teljesen érzéketlen a talajban levő különféle ion-koncentrációra. Az OVH keretében Kecskeméten az eddig kidolgozott összes mérő- és érzékelő készülékeket egyéves tartamvizsgálatnak tették ki.

A vizsgálatok eredményeit még nem publikálták, de az előzetes szóbeli közlés szerint a gipsztömbbe helyezett érzékelők vizsgáztak a legjobban. A gipsztömbérzékelők említett hibáit két irányban lehet módosítani. Az „időálló” javítása nyelonelemes érzékelővel lehetséges, a hőmérséklet-függés ellensúlyozására pedig a kapacitív érzékelő áll kísérlet alatt. Az érzékelő karakterisztika általánosabbá tételére a skálát az újabb műszereknél nem a talajnedvesség %-ában, hanem a pF érték függvényében adják meg. Ez utóbbi kutatómunka egyébként szovjet—magyar kooperációban folyik, évi 10⁵ Ft ráfordítással. Az összeg minimális emelésével a munkát lényegesen lehetne gyorsítani.

Az öntözés automatizálására szolgáló berendezések terén a KGST országok közül hasonló színvonalú eredményekkel, főleg az elektronikai ipara miatt, az NDK és Csehszlovákia rendelkezik. A Szovjetunióban, Lengyelországban, Romániában és Bulgáriában a nyugatról importált növényházakkal kerültek modern automaták. Saját fejlesztési tevékenységről azonban a már említett szovjet—magyar kooperáción kívül nincsen tudomásunk.

A fejlettebb nyugati országok mindegyikében megtalálhatók az említett típusok, vagy azok valamelyik változata. A szabályozó készülék ott félvezető elemekből épített áramkörből áll, és panell rendszerűen, elemekből összeállítható. A hazánkban kifejlesztett és a nyugati országokban használt érzékelők kialakításánál csupán a nagyobb technikai variánsok lehetőségei miatti kisebb eltérések tapasztalhatók.

Fentiek értelmében az automatikus öntözőberendezéseknél nyugati exportra nem lehet számítani, a KGST piac azonban még nyílt. Az elektronikus berendezések gyártásában az NDK és Csehszlovákia igen rövid időn belül képes felzárkózni, mert e téren a gyártás és a fejlesztés nem a mezőgazdasági gépészetben dől el. Az érzékelőket, a beavatkozó elemeket és az állító tagokat viszont nagyon gyorsan lehet adaptálni.

Az automatizálás terén elért viszonylagos hazai előnyünket olyanképpen lehetne kihasználni, hogy erőteljesebben kellene fejleszteni a beavatkozó elemek gyártását, nevezetesen a mágnesszelepeket. A jelenlegi helyzet ui. az, hogy hazánkban csupán direkt működésű kis átömlő keresztmetszetű mágnesszelepek készülnek, de ezek sem megfelelő mennyiségben és minőségben. Emiatt a kereskedelem a szelepeket onnan szerzi be, ahol azt a legolcsóbban kapja. Ez a törekvés legtöbbször a minőség és az üzembiztonság rovására megy, ami a vásárlók elkedvetlenítéséhez vezet.

A feladat e téren tehát a berendezések komplett szerelvényezése és propagálása, lehetőleg szovjet kooperációban. A Szovjetunióban beindított növényházprogram ui. az elkövetkezendő évekre biztosítaná a piacot.

A vízben oldott tápanyagok előállításának automatizálása

A vízben oldható tápanyagok automatikus kijuttatása az öntözés automatizálásánál említett szerelvényeken kívül az előírt töménység folyamatos és automatikus tartását végző érzékelővel, beavatkozó és szabályozó szeleppel bővül.

1. A tápoldatkeverés módszerei

Az automatikus tápoldatkeverés:

- injektorral,
- szívóoldali,
- nyomóoldali keveréssel és
- folyamatos oldással lehetséges.

Az *injektoros keverést* főleg emulzióknál és szuszpenzióknál, valamint nem elektrolites oldatoknál alkalmazzák. Az ilyen jellegű keverés előnye, hogy az injektor a nyomóvezeték bármelyik részén, sőt a szóróban is elhelyezhető. A keverési arány az átfolyó vízmennyiség lineáris függvénye, tehát injektor kiépzése után a karakterisztika felvehető.

A *szívóoldali keveréskor* a szivattyú szívóvezetéke ketté ágazik, az egyik az előre elkészített törzsoldatba, a másik a vízkivételi helyhez vezet. A törzsoldat vezetéket motoros szeleppel lehet fojtani. A motoros szelepet pedig a nyomóoldal vezetéken elhelyezett vezetőképesség-mérő és -érzékelő szabályozza. A rendszer hátránya, hogy a tápoldat is átmegy a szivattyún, előnye viszont, hogy a nyomóoldali egyenes csőszakaszon elhelyezett érzékelő már kialakult oldatot érzékelhet. Az ilyen jellegű berendezések $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ vízállításig teljesen komplett kivitelben készülnek.

Az előbbitől részben eltérő kivitelű, de szintén szívóoldali keveréssel dolgozik az a berendezés, ahol a több lépcsős szivattyú egyik lépcsője a törzsolda-

tot szállítja több fokozatú fojtószelep közvetítésével a keverőtartályba. Ide folyik úszószabályozás vezérléssel a hálózati víz. Az itt összekevert oldatot szívja el a több lépcsős centrifugális szivattyú és nyomja a felhasználás helyére.

A *nyomóoldali keverés* gyakran folyadékkiszorítással dolgozik. Ez a keverés nem biztosítja ugyan a tápoldat pontos összetételét, de adott területre kiszórt anyagmennyiség állandósága jól betartható.

Olyan esetben, ha az öntözővízzel pontos tápoldatarányt vagy esetleg nagy pontosságban adagolt nyomelemeket akarnak előállítani, a törzsoldatot külön búvárdugattyús szivattyúval adagolják az öntözővezetékbe. A búvárdugattyús szivattyú indítását — leállítását, valamint a dugattyú lökethosszát az öntözővíz nyomásának arányában automatikusan változtatják.

A tápoldatkeverés legegyszerűbb formája az oldás. Ennél az oldatnak ellenálló tartályba (szűrőbetétbe) helyezett por, vagy szemcsézett tápanyagon vizet áramoltatnak át, majd az így keletkezett törzsoldatot kellően hígítva kiszórják. A megoldásnál csak a területegységre jutó tápanyag mennyisége tervezhető.

Tápoldatos keveréskor lehetőség van különféle sók egyenkénti oldására és kijuttatására. Ennél a raktárból érkező tápanyagot az oldóba szállítják. Az oldóból a törzsoldatot meghatározott töménységben külön adagolótartályba nyomják. Innen az alkotóknak megfelelő vezetéken a törzsoldatot szabályozható fordulatszámú adagológépen engedik át, majd a vizet szállító csővezetékbe nyomják. A szabályozást koncentrációmérő motoros szelep közbeiktatásával PI szabályozó végzi.

2. Az automatikus tápoldatkeverés értékelése

Az öntözővízzel adagolt tápoldatok jelentősége egyre nagyobb. Hazánkban ezzel ennek ellenére nem foglalkoznak, vagy a kísérleti munka legelején tartunk.

A KGST országok közül elsősorban az NDK-t és a Szovjetuniót kell megemlíteni. Itt főleg vízkultúrárs termesztési kísérletek igényeinek kielégítése miatt dolgoztak ki néhány keverési megoldást, ezek közül több már évek óta üzemszerűen dolgozik. A többi szocialista országból biztos értesüléseink nincsenek, de nagyon valószínű, hogy a helyzet hasonló a hazaihoz.

A nyugati országokban a vázolt berendezések és rendszerek mindegyike megtalálható és beszerezhető a piacon, többféle méretben és változatban.

Jelentőségénél fogva az automatikus tápanyagkeverés és kijuttatás feladataival minden országban azok az üzemek foglalkoznak, amelyek öntözőberendezéseket gyártanak. Ebből kiindulva hazánkban is feltétlenül indokolt a vezétképeség alapján szabályozott tápoldatkeveréshez szükséges automatika mielőbbi kifejlesztése, valamint a többalkotós oldatok tömeg vagy térfogat arányában való összekeverésére alkalmas automatika kifejlesztése. A talaj táp-

anyagtartalmának optimalizálása és a gyorsan felvehető tápanyagok használatának bevezetése ui. néhány éven belül olyan robbanásszerű igényeket támaszt a tápanyagadagolás megoldására, amelyeknek kielégítésére már most gondolni kell.

Elősegíti továbbá a tápanyagadagolás jelenleginél pontosabb szabályozását a MÉM-NAK keretében működő talajlaboratóriumok rendszere, de nem utolsósorban az energiatakarékos intézkedések várható további kiteljesedése.

3. Teljesen automatizált öntöző és tápanyagadagoló rendszer

Az elektronika fejlődése lehetővé tette a mikroprocesszoros áramkörök kidolgozását. Ezek megjelenése és alkalmazása a mezőgazdasági folyamatok szabályozásában kb. ugyanakkora ugrást jelent, mint a kézi munkaerőt felváltó gépesítésé. A gyártástechnológia jelenlegi fejlettsége miatt a mikroprocesszoros áramköri elemek előállítási költségei olyan mértékben csökkennek, hogy a folyamatszabályozás megoldása ezekkel az elemekkel lényegesen olcsóbb, mint a hagyományos automatikai elemek és alkatrészek felhasználásával, vagy a számítógépes irányítással.

A mikroprocesszoros folyamatszabályozás lehetőséget teremthet tetszőleges paraméter általi szabályozásra anélkül, hogy a berendezés költségei emelkednének. A központi egységbe befutó körzeti paraméterek: hőmérséklet, légnedvesség, sugárzásérősség, szélirány, szélesebbesség, csapadék, talajnedvesség, talajerő állapota, levegő CO_2 tartalom stb. érzékelői közvetlenül csatlakoztathatók a mikroprocesszoros egységhez. Ezáltal a jelátalakítók szükségtelenné válnak. Előny továbbá, hogy tetszőleges norma szerinti érzékelők is illeszthetők a rendszerhez.

A meteorológiai és a termesztéstechnológiai jellemzőket az érzékelők közbeiktatásával a mikroprocesszoros elemek nemcsak figyelik, hanem automatikusan naplózzák és kiírják.

A beérkező adatok alapján egész öntözőrendszer, növényházi telep, takarmánykeverő stb. automatikus szabályozása egyszerűen megoldható, de lehetőség van külön felületek egyedi vagy műveletek szerinti eltérő szabályozására is, előre elkészített és betáplált algoritmusok nagyon egyszerű eszközökkel megváltoztathatók, amely technológia módosítás esetén nagyon előnyös, mert a rendszer állítása szinte tetszőlegesen gyors anélkül, hogy a szabályozórendszer áramkörében bármilyen változtatás lenne szükséges.

A mikroprocesszoros áramkörök nem csupán pillanatértékeket, hanem tendenciákat is figyelemmel kísérhetnek, ezáltal a szabályozás folyamata már a kívánt érték elérése előtt megkezdődik. Az optimális érték megközelítése folyamatosan (ráhajlással) túlszabályozás és belengés nélkül megoldható. Az ilyen jellegű szabályozás pl. öntözéskor és tápanyag adagoláskor anyag és energiamegtakarítást eredményez.

Ez a rendszer munkaszervezési szempontból az ipari jellegű termelési formára való teljes áttérést jelenti, és a termelési biztonságot nagymértékben növeli az élőmunkaerő teljes vagy részleges megtakarításával.

A mikroprocesszoros szabályozó rendszerben rejlő előnyöket több nyugati nagy elektronikával foglalkozó cég felismerte, és néhány ilyen elven dolgozó készülék már üzemszerű megfigyelések alatt áll (IBM, Siemens stb.).

Öntözésszabályozásra hasonló tendencia figyelhető meg elsősorban a Szovjetunióban, ahol az öntözőberendezéseket, ahol lehet és gazdaságos, elsősorban a későbbi számítógépes szabályozás megteremtése érdekében stabilizálják, vagy időszakosan stabillá változtatják. Ugyanez figyelhető meg az NDK-ban, ahol lényegesen kevesebb öntözőgép típus dolgozik, mint nálunk, és nagyobb mértékben támaszkodnak a stabil berendezésekre, éppen a több irányú hasznosítás és a későbbi automatizálás érdekében.

A mikroprocesszoros szabályozási rendszer viszonylag olcsón előállítható és bevezetése energia-, anyag- és munkabér megtakarítást eredményez. Továbbá ezzel az összes paraméterek érzékelés pontosságának függvényében a növények elméleti termesztési potenciálja jobban megközelíthető. Ezek az előnyök feltétlenül indokolják a hazai kutatómunka beindítását.

A kutatás első szakaszában a mikroprocesszoros szabályozási rendszer hazai kifejlesztése és több mezőgazdasági folyamatra való adaptálása indokolt.

Gazdaságossági értékelés

A műszaki fejlesztés komplex fogalmán belül az automatizálás annak egyik igen fontos összetevője. Különböző fokozatai egyaránt változásokat okozhatnak a termelés biológiai, technikai, ökonómiai és emberi tényező-tekintetében. Így az öntözés egyes folyamatainak automatizálása azáltal, hogy azok a növény élettani igényeihez, a természeti feltételekhez szorosabban illeszthetők válnak (az igénynek megfelelőbb vízádagolás, pontos időzítés, az éjszakai öntözés általánosabbá tétele stb.), mélyrehatóbban befolyásolják a víz- és tápanyag forgalmat, a növekedést, a fejlődést, a termésképződést, a színeződést, érést stb. Ezek gazdasági kihatása, bár növényfajonként és fajtánként is jelentős eltérések vannak, — 20–80%-os hozam- és jövedelemnövekedést is eredményezhet a száraz gazdálkodáshoz, vagy éppen a hagyományos öntözési módokhoz képest.

Az automatizálás révén a technikai háttérrel a fizikai munka nagymértékű mérséklése vagy teljes kiküszöbölése, s végső soron a munkahelyi körülmények, a „munkakultúra” általános színvonalnövekedése jellemzi.

Az I. táblázatban csak a jelenleg kiterjedtebben használt esőszerű berendezések élőmunka-igényességét tüntettük fel. Igen egyértelmű az adatok alapján, hogy a telepítési, vízszétosztási és adagolási módok fokozatos gépesítésével párhuzamban egyre mérséklődik az élőmunka-felhasználás és értelem-

I. táblázat

Az élőmunka-igényesség vizsgálata néhány esőztető öntözőberendezésnél

Alapegység: 3×60 mm/ha

Sor-szám	Megnevezés	h/ha	h/100 m ²	Munkabér		Munkabér az évi üzemköltség %-ában
				Ft/ha	Ft/100 m ²	
1.	Hordozható berendezés (Ma—350)	27 (= 100)	1,50	486	27,0	25,9
2.	ALSzV—87 ac.	16,2 (60)	0,90	291,6	16,2	8,9
3.	ÖBA ac.	16,6 (61)	0,92	298,8	16,6	6,3
4.	GÖ—252 ac.	12,6 (46)	0,70	226,8	12,6	8,5
5.	CK—100 ac.	14,2 (52)	0,79	256,0	14,2	6,5
6.	Jüterbog ac.	8,9 (33)	0,49	159,0	8,9	8,8
7.	Rain Roll ac.	11,7 (43)	0,65	210,6	11,7	8,0
8.	Bauer R. Gigant	3,8 (14)	0,21	68,4	3,8	2,7

szerűen annak bérhánnyada is. A táblázat nem érzékelteti azonban azokat a hatásokat, amelyeket az élőmunka csökkenő felhasználása a szociális-kommunális beruházások mérséklésére gyakorol. Ezek számításaink szerint elérik, sőt meg is haladhatják az alaphétköltségeket; nem térünk ki továbbá a felszabaduló munkaerő egyéb, esetleg még hatékonyabb s kevésbé gépesített folyamatokban történő alkalmazási lehetőségére, pl. betakarítás, osztályozás, csomagolás, feldolgozás stb.

Ha a ma legkevésbé élőmunka-igényes Bauer—Regengigant típusú vagy a hozzá közel álló típusokat tudnánk általánosan használni, az évi 0,5—0,8 milliárd Ft bér, bérjellegű kiadást takarítana meg — az egyéb hatásokról nem beszélve —, természetesen rendszeres öntözést feltételezve.

Az automatizálás másik jelentős területe az energia takarékos felhasználásában, illetve a fajlagos energiafogyasztás mérséklésében van.

A II. táblázat szerint ezen a területen lényeges fejlődést még a ma ismert egyre korszerűbb berendezések sem eredményeztek. Az Öntözési Kutatóintézet

II. táblázat

Az energiaigényesség vizsgálata néhány esőztető öntözőberendezésnél

Alapegység: 3×60 mm/ha

Sor-szám	Megnevezés	kWh/ha	kWh/Ft · ha	kWh/Ft · 100 m ²	kWh/Ft az üzemelési költség %-ában
1.	Kézi áttelepítésű berendezés (Ma—350)	727,9 (= 100)	1128,2	62,67	60,3
2.	ALSzV—87 ac.	825,0 (113,3)	1278,7	71,04	39,3
3.	ÖBA ac.	675,0 (92,7)	1046,3	58,13	22,1
4.	GÖ—252 ac.	675,0 (92,7)	1046,3	58,13	39,0
5.	CK—100 ac.	878,0 (120,6)	1361,0	75,61	44,0
6.	Jüterbog ac.	679,4 (93,3)	1053,0	58,53	58,2
7.	Rain Roll ac.	713,2 (98,0)	1105,5	61,42	42,3
8.	Bauer Regengigant	751,5 (103,2)	1164,8	64,71	46,1

méréseire alapozott számítások szerint, a fajlagos energia- és költségfelhasználásban alig 8-10%-os eltérés mutatkozik az elemzett berendezések között. Sajátos, hogy a viszonylag alacsonyabb értéket képviselők más, pl. az élőmunka és beruházási költség vonatkozásában kedvezőtlenebb arányokat mutatnak. Ez is arra utal, hogy a korszerűsítést az energiatakarékossággal egybekapcsolva kell végezni, az automatizálás kedvező hatásfokának ez irányban is jelentkeznie kell lehetőleg mind az abszolút, tehát a fajlagos energiafelhasználás csökkentésében, mind a relatív megtakarításban, tehát az öntözési hatékonyság fokozódásában (nagyobb hozam, illetve jobb minőség).

A III. táblázat adatai arra mutatnak, hogy a berendezések gépesítetttségi, „automatizáltsági” fokának emelkedése az első fokozatban, azaz a jelentős fizi-

III. táblázat

A költség szerkezet alakulása néhány esztető öntözőberendezésnél

Sor-szám	Megnevezés	Idény kapacitás ha/év	Az üzemelési költségek megoszlása/év					
			Ft/ha	Ft/mm	K _f /ha	K _v /ha	K _f /mm	K _v /mm
1.	Kézi áttelepítésű berendezés (Ma—350)	54	1872	10,4	13,8	86,2	1,44	8,96
2.	ALSzV—87 ac.	25	3258	18,1	48,2	51,8	8,72	9,38
3.	ÖBA ac.	36	2826	15,7	52,4	47,6	8,22	7,48
4.	Gö—252 ac.	40	2682	14,5	55,0	45,0	7,97	6,53
5.	CK—100 ac.	36	3096	17,2	17,8	52,2	8,22	8,98
6.	Jüterbog ac.	30	2350	13,0	48,4	51,6	6,30	6,70
7.	Rain Roll ac.	80	2610	14,5	49,6	50,4	7,20	7,30
8.	Bauer R. Gigant	28	2525	14,0	51,2	48,8	7,17	6,83

Megjegyzés: K_f = állandó; K_v = változó költségrész

IV. táblázat

A szántóföldi öntözőberendezések beruházási költségarányai és használhatósági viszonyai

Megnevezés	Beruházási költség %	Többcélú használhatóság			
		vízpótlás	kelesztés	tápanyag-adagolás*	fagyvédelem
Félstabil telepen kézi áttelepítési szárnyvezeték	100	+	—	+	—
Félstabil telepen szakaszos üzemű gépesített mozgatású szárnyvezeték (ÖB—A, GÖ—252, Rain Roll, KF—120 stb.)	130—140	+	—	+	—
Félstabil telepen, félautomatikus üzemű tömlős szárnyvezeték CsSzV—90, Regengigant, Rain-Star	140—200	+	+	+	—
Stabil telepen üzemelő körbejáró (Farmhand) és állandó beépítésű szárnyvezeték automatizálva	200—300	+	+	+	+

* Megjegyzés: = vízhozamról vezérelt automatikus adagoló berendezés esetén

kai munka kiváltása, „gépesítése” esetében jár ugrásszerű, 70—80%-os, terület-egységre vetett költségnövekedéssel, az automatizáltság mértékének további növekedése az öntözés fajlagos költségmutatóit lényegesen már nem térítette el.

Ez a tendencia arra enged következtetni, hogy az egyre nagyobb hatásfokú, mikroprocesszoros automata berendezések az öntözés gazdaságosságát növelni képesek még mérsékelt beruházási költségnövelés mellett is (IV. táblázat). Ezt a hasznosítási módok körének bővülése is alátámasztja.

Javaslatok

A tanulmányban foglaltak alapján az öntözés automatizálásának fejlesztése érdekében a következő fontosabb kutatási feladatok elvégzése javasolható:

1. A bevezetőben vázolt öntözési program és az automatizálás megköveteli az összehangolt és előre kidolgozott, terv szerinti tudományos munka végzését.
2. Az automatikus öntözés és tápanyagellátás feltétele a növények víz- és tápanyagigényének függvényyszerű ismerete. Ennek érdekében indokolt országos, de KGST viszonylatban is gyorsítani az öntözés és a folyékony tápanyag-adagolás hatását vizsgáló biológiai és termesztési kísérleteket.
3. A jelenlegi öntözőberendezések közül az automatizálás szempontjából a fél-stabil (esőztető) és a stabil (felületi, esőztető, csepegtető) öntözőberendezések továbbfejlesztését tartjuk célszerűnek.
4. A felújításra kerülő és az új felületi öntözőtelepek építésénél számításba kell venni az automatikus vízadagolás lehetőségét. Ennek érdekében különböző területnagyságok automatikus vízadagolására és ellenőrzésére szolgáló egységes rendszerek kidolgozását javasoljuk, amelyek a későbbiekben kapcsolódhatnak egy nagyobb térségre vonatkozó automatikus vízkormányzást biztosító rendszerhez.
5. Az esőztető öntözéshez használt gépesített áttelepítésű szárnyvezetékek közül automatizálás szempontjából a magajáró csévélhető tömlős, a rögzített vízkivételi hely körül körbejáró és a menetközbeni vízkivétellel dolgozó merev csővezetékes, több száz méter munkaszelességű, valamint a stabil szárnyvezetékes megoldás fejlesztését tartjuk célszerűnek.
6. Az automatikus öntözéshez és tápanyagutánpótláshoz szükséges elemeket (mágnesszelep, tömeg- és térfogatadagoló, injektor, különféle típusú szórók stb.), ill. ezek gyártását fel kell mérni, és a szocialista országok közötti kooperációval a továbbfejlesztést és gyártást megoldani.
7. A hazai lehetőségek és az automatizálásban rejlő technológiai előnyök kihasználása érdekében a mikroprocesszoros automatikus szabályozás kifejlesztését javasoljuk.
8. A kifejlesztett berendezések ökonómiai értékelését egységes szempontok és módszerek alapján célszerű végezni. A vizsgálatokat a fejlesztési kutatások-

kal párhuzamosan kell indítani, kijelölve a kísérletbe vonható kultúrákat. A kutatás eredményeinek bírálatában az eddiginél nagyobb részt vállaljanak a gyakorlati szakemberek és a gazdaságok.

IRODALOM

- CSELŐTEI L. (1957): Egyes zöldségnövények vízhasznosítási kérdései. Kert. Szől. Főisk. évkönyve. **19**, (3) 3—85. p.
- CSELŐTEI L. (1959): A hőmérséklet hatása a zöldségnövények vízforgalmára. Növ. term., **8**, 333—348. p. Budapest.
- CSELŐTEI L. (1964): A zöldségnövények vízhasznosítása. Agr. Tud. Egy. Mg. Kar. Közl. 203—206 p. Budapest.
- CSELŐTEI L. (1964): Kertészeti Növények öntözése I. Mg. Kiadó Budapest.
- CSELŐTEI L. (1974): A zöldségtermelés és az öntözés fejlesztésének összefüggései. Kertgazdaság VI. évfolyam.
- ENDRŐDI G. and RIJTEMA, P. E. (1969): Calculation of evapotranspiration from potatoes. Neth. J. Agric. Sci. **17**, (4) 283—299. Techn. Bull. ICM 69.
- FEDDES, R. A. (1968): The use of lysimeter data in the determination of capillary rise, available water and actual evapotranspiration on three soil profiles. Proc. Reg. Training Seminar Agrometeor. Wageningen. 107—124.
- FEDDES, R. A. (1971): Water, Heat and Crop Growth. Wageningen. H. Veemmen et Zener N. V. 184. p.
- KARAI J. (1966): Műtrágyakeverő és felszívó készülék. Mg. Kut. 1966. évi főbb eredményei. Mg. Kiadó.
- KARAI J. (1970): Automatische Beregnungs- und Sprühanlagen im Gewächshaus. Deutscher Gartenbau, **17**, Jahrgang 9. 243—245. p.
- KARAI J. (1971): Az elektronikus levéllel vezérelt automatikus öntözés gépészeti kérdései. Kertgazdaság. III. évf. (4) 43—62. p.
- KARAI J. (1972): Az öntözés automatizálásának lehetőségei. Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle 5. sz. 86—98. p.
- KARAI J. (1976): Bewässerungseinrichtung mit Messen und Steuern in Abhängigkeit der Bodenmassen. Int. Gartenbau Kong. Sektion für Techn. des Gemüsebaues Vorträge. 88—94. p.
- KERESZTURSZKY J. (1975): Gépi áttelepítésű esőztető öntözőberendezések összehasonlító gazdaságossági vizsgálata. „Az öntözés gépesítése; A XV. Országos Mezőgazdasági Gépesítési Tanácskozás kiadványa” Szolnok.
- KERESZTURSZKY J. et al (1976): Korszerű esőztető berendezések üzemeltetése és értékelése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- RÉDAI I. et al. (1979): Az öntözés szervezése és gazdaságossága a kertészeti ágazatokban. TOT Kiadvány, Budapest.
- SZABÓ D. (1975): Gépesített áttelepítésű esőztető öntözőberendezések. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.