17. VÍZHASZNOSÍTÁSI ISMERETEK

17.1. AZ ÖNTÖZÉSES GAZDÁLKODÁS

Magyarország a Kárpát-medencében helyezkedik el. A medence jelleg és az itt lévő vízfolyások, valamint az éghajlati adottságok sajátságos helyzetet alakítanak ki. Az éves átlagos csapadék minimuma az országban 450 mm (Békésszentandrás), a legnagyobb 807 mm (Kőszeg), az évi legnagyobb csapadékösszeg 1510 mm (Kőszeg, 1937), a legkisebb 203 mm (Szeged, 2000) igen nagy szélsőségeket mutat. Az éven belüli eloszlások is szélsőségesek.

Hazánk medence jellegéből adódóan a felszíni vízhálózat sűrűsége kicsi, a felszíni vízkészletek 96%-a külföldről érkezik. A lehullott csapadék (évi átlagban 58 km^3) nagy része elpárolog (53 km^3), csak 5 km^3 folyik le. Az országon belüli szélsőségek is jelentősek, ezért előfordulhat éven belül a katasztrofális mértékű árvíz és a jelentős mértékű aszály együttes előfordulása. A felszíni vízkészlet 90%-a 3 folyónkban (Duna, Dráva, Tisza) összpontosul. A vízszükséglet ¾-ed része a Tisza-völgyben jelentkezik, ugyanakkor a mértékadó augusztusi időszakban a Tisza völgyben a vízkészleteknek csak 20%-a van itt. A nagy gyakorisággal előforduló hosszú száraz időszakok és a csapadék szélsőséges eloszlása a mesterséges vízpótlást igénylik.

Az utóbbi száz év csapadék és hőmérséklet eloszlása alapján hazánkban 17 évet tekinthetünk kedvezőnek vízgazdálkodási szempontból, 32 évet csapadékosnak, 23 évet száraznak és 28 évet igen száraznak. Az árvizek mellett az Alföld csapadékszegény vidékein komoly károkat okoz az aszály. A tenyészidőszak csapadékviszonyait figyelembe véve megállapítható, hogy a növények vegetációs vízigényét az eső önmagában nem tudja kielégíteni. A termelés kockázata rendkívüli módon növekszik. A szélsőséges klimatikus viszonyok közepette a vízelosztási rendszerek fejlesztése éppolyan fontos, mint a víztakarékos gazdálkodási gyakorlatra való áttérés (fajtaváltás, talajkímélő gazdálkodás, vízmegőrző, víztakarékos talajművelési módok alkalmazása, vízmegtartás növelése, tározás, tájhasználat, stb.).

A mezőgazdasági vízgazdálkodásra, a talaj vízháztartásának szabályozására vonatkozóan számos kutatás megállapítja, hogy a természeti erőforrások között a termőtalaj és a csapadék az ország két legértékesebb, feltételesen megújuló erőforrása.

A mezőgazdasági növénytermesztés eredményességét több tényező együttesen befolyásolja: a hőmérséklet, a hőösszeg, a fény, a tápanyagok (nitrogén, foszfor, kalcium, kén, stb.), víz. A termelést további tényezők befolyásolják: a talajművelés technológiája, a fajtaválasztás, a talaj vízgazdálkodási és talajtani tulajdonságai, stb.

Liebig, Justus (1803-1873) német vegyész minimum törvénye (1840) szerint a termés nagyságát a rendelkezésre álló tápláló elemek közül a minimumban lévő elem mennyisége szabja meg. Ennek az elemnek a mennyiségét növelve, egyenes arányban nő a termés mindaddig, míg valamely más elem nem válik a többihez és a növény szükségleteihez viszonyított úgynevezett "minimum"-tényezővé. Ezt a törvényt ki lehet terjeszteni a többi termelési tényezőre is.

Ebből az is következik, hogy bármely agrotechnikai eljárás – így az öntözés is – csak akkor érvényesülhet megfelelően, ha termésfokozó hatásában egy másik tényező hiánya nem hátráltatja. Ezért nem célszerű az öntözést bevezetni ott, ahol az öntözés nélküli termeléshez szükséges agrotechnikai eljárásokat maradéktalanul még nem alkalmazzák.

Az öntözésfejlesztés csak ott lehet gazdaságos, ahol a főbb termelési tényezők már optimumba vannak – vagy rövid időn belül biztosítható optimumba kerülésük – s a ráfordításuk további növelése során a **víz kerül minimumba**.

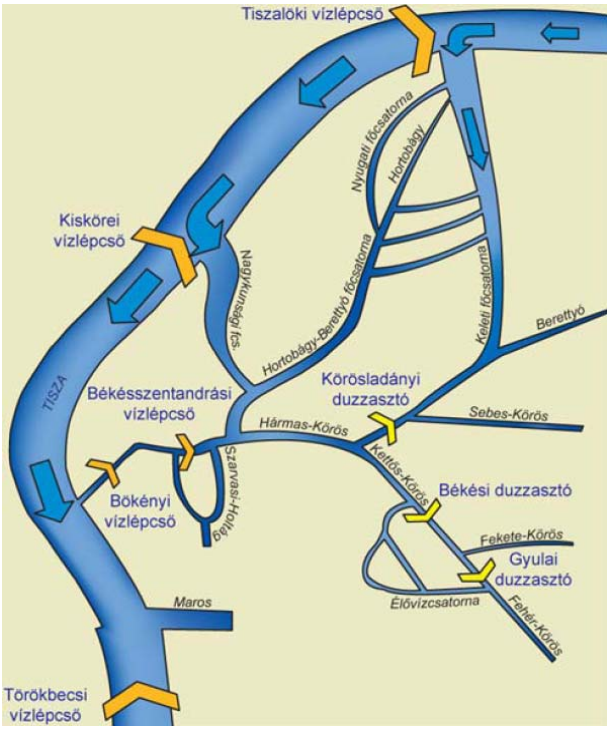
A mezőgazdasági termelők – alapvető lehetőségeiken túl – egyre inkább keresik a termések növelésének új, gyors, hatásos eszközeit. Figyelmük egyre jobban a mechanizálás, kemizálás és a speciális adottságok kihasználása felé irányul, különösen akkor, amikor a vízrendezés révén a lehulló csapadékot már maradéktalanul hasznosítani tudják.

A lehullott csapadék megőrzése, hasznosításának elsődlegessége azonban független a termelés színvonalától. Ez hazai viszonyaink között a gazdálkodás alapvető feltétele. Ahol a lehulló csapadékot nem tudjuk a helyszínen tartani, vízhiány miatt károsodik a növényzet, és ez nagymértékben veszélyezteti az egyre magasabb színvonalú termelés biztonságát, gazdaságosságát. Jelenünket – és az elkövetkező évek fejlődését figyelembe véve – úgy kell szabályoznunk a talajok vízháztartását, hogy a termesztett növények igényeit folyamatosan és gazdaságosan biztosítani tudjuk, és a talajban lejátszódó folyamatos kedvező irányú befolyásolásával a talajok termékenységét növeljük.

Ahol ennek a feltételnek eleget teszünk, ott már eleve megteremtjük a magasabb színvonalú termelés alapját. Ott, ahol a természetes csapadék hasznosítását követően a növénytermesztés vízszükséglete – a termelési szint függvényében – nagyobb, ott az öntözéses gazdálkodás bevezetése, fejlesztése egyértelműen célszerű és gazdaságos lehet.

Éghajlatunk alatt ugyanis a vegetációs időben csapadékból a talaj vízkészletének csak pótlására, de semmi esetre sem a mély termőréteg feltöltődésére számíthatunk. Ide kívánkozik Beszédes József, – akit kortársai "Széchenyi István" vízmérnöke titulussal illettek, – 1893-ból származó intelme, mely szerint " Házad udvarából ne ereszd ki az eső vagy hó levét, de ugyanígy határodból, vármegyédből, országodból haszontalanul ki ne bocsássad, mert ez ingyen a természet becses ajándéka".

Hazánkban főként a Tisza völgyében és a Duna-Tisza közén van nagy jelentősége az öntözésnek. A hazai éghajlati viszonyok ugyanis az említett országrészeken az évek többségében nem biztosítják megfelelő eloszlásban azt a csapadékmennyiséget, amely az eredményes mezőgazdasági különösen pedig a vízigényesebb növények termeléséhez a tenyészidő alatt szükséges lenne. Természetesen igen nagy hiba volna az öntözést a belterjes mezőgazdasági termelés egyedüli módjának elkönyvelni. Az öntözés a belterjes mezőgazdasági termelésnek csak egyik – de igen jelentős – tényezője. Tehát a szükséges többi tényező, mint pl. az okszerű talajművelés, trágyázás, növényápolás, talajjavítás stb. – nem mellőzhető és az öntözés csak akkor lehet eredményes és gazdaságos, ha időben és maradéktalanul biztosítjuk a többi tényező érvényesülését.



17-1. ábra. A Tisza-Körös völgyi Együttműködő Vízgazdálkodási Rendszer (TIKEVIR) vázlata

Az öntözés agrotechnikai eljárás. Ebből következik, hogy az öntözéses gazdálkodás hatásfoka a termelés során dől el. Magyarországon – amikor már mai ismereteink szerint minden pótlólagos vízkészletnövelő főművi beruházás megvalósul megközelítőleg 0,7 – 0,8 millió hektár mezőgazdasági területet lehetne öntözni. Ez mezőgazdasági területeink 15 -16%-át jelenti. Ez vízkészlet oldaláról a maximális lehetőségünk.

A Tisza-völgyben a vízpótlás gerince a Tisza csatornázása, amely a Tiszalöki Vízlépcső építésével kezdődött, a Kiskörei Vízlépcsővel folytatódott. A tiszai művekhez szervesen csatlakoznak a Körös-völgyi vízlépcsők (Bökény, Békésszentandrás, Békés, Körösladány), amelyek a vízkormányzás és a lefolyási-szabályozás fontos létesítményei. A Tisza és a Körös-völgy közötti vízkészlet átcsoportosítás lehetőségét a Keleti- és a Nyugati-főcsatorna biztosítja. Az itt lévő főművekkel létrejött egy komplex vízkormányzási rendszer, amely nagyrészt a mezőgazdasági és a halastavi vízigényeket elégíti ki (*17-1. ábra*).

A Duna-völgyében a mezőgazdasági vízigények kielégítését szolgálja a Dunára alapozott, mintegy 70 m^3/s nagyságú a vízpótlás céljára kiépített vízkivételi kapacitás. A fejlesztések a vízkészletek oldaláról vizsgált korlátait valamint – a múlt tanulságait hasznosítva – megszabják a feladatainkat is, ami alapvetően a fejlesztések területi elhelyezésénél, és az öntözésre való alkalmasság megítélésénél jelentkezik.

Hazánk talajai változatosak és az öntözés számára kedvező és kedvezőtlen tulajdonságú talajok egyaránt megtalálhatók. Ennek során a legfontosabb a talajadottságok figyelembevétele. Hazánk területének mintegy 50%-a sorolható a kedvező termékenységű talajok közé. Az itt gazdálkodók termelési színvonala is a legnagyobb. Ez is alátámasztja az öntözés-e talajokon való fejlesztésének elsődlegességét.

A Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete az egész ország területére vizsgálatot végzett, s a vizsgált megállapításait térképen is ábrázolta. A térkép pontosan mutatja azokat a területeket, amelyeken hazánkban az **öntözés javasolható**, feltételesen javasolható, vagy nem javasolható. Az öntözésre javasolt, feltételesen javasolt és nem javasolt területek megoszlása hozzávetőlegesen a Tisza-völgyében 1:3:1, a Duna-völgyben 2:2:1 arányt mutat.

Feltételesen öntözhető területek azok, ahol a jelenlegi technikai és gazdálkodási viszonyaink között az öntözés bizonyos mértékű fejlesztése a másodlagos szikesedés veszélye nélkül lehetséges. Ezeken a területeken a fő tényező, – amely a fejlesztés mértékét megszabja – a talajvíz mélysége és annak ingadozása.

Öntözésre nem javasolhatók azok a területek, ahol a másodlagos szikesedés – vagy láposodás – közvetlen veszélye áll fenn. E területek rendszerint részben már most is szikesek. Megfelelő vizsgálatok alapján e területek egy részén rizs és rét-legelő öntözés – meghatározott feltételek mellett – lehetséges. Az öntözés fejlesztését ennek megfelelően az első-második csoportba sorolt talajokon lehet és szabad szorgalmazni.

Rendkívül lényeges feltétel a biológiai alap megteremtése. Mezőgazdaságunk fejlődése belterjes irányú. Az új fajták potenciális termőképessége egyre inkább nagyobb, mint amit a lehulló csapadékkal el lehet érni. Az öntözés elsődleges indokoltságát ugyanis feltétlenül az adja meg, – szemben a korábbi "aszály elleni" célkitűzéssel – hogy a fajta biológiai igénye a víz iránt nagyobb-e, mint amit a lehulló csapadék biztosíthat. A másik indok feltétlenül ökonómiai , mert rendkívül nagy termelési költségű növényeknél a termelési értéket – tehát magát a termést – is feltétlenül biztosítani kell.

Távlatilag, amikor a rendelkezésre álló vízkészlet maximális kihasználásával a termőterület 15-16%-a válik öntözhetővé az ország legjobb adottságú területein, a mezőgazdasági termelés mintegy 30-32%-át függetleníthetnénk a csapadék mennyiségi és időbeni ingadozásától.

17.2. AZ ÖNTÖZÉS SZEREPE A MEZŐGAZDASÁGBAN

A biztonságos és állandó nagy termés érdekében a zöldség, a vetőmag előállítás, a szója, a másodkettős termelésre kijelölt területeket közel teljes egészében, a burgonyát 35 t/ha, a cukorrépát 50-60 t/ha, a lucernaszénát 10-12 t/ha, a kukoricát 10-12 t/ha felett – hazai csapadék viszonyaink mellett csak öntözéses körülmények között lehet termelni. Ugyanez vonatkozik a nagyértékű szőlő-gyümölcs ültetvények és ezek telepítését szolgáló szaporító anyag előállításra is. Közgazdasági számítások igazolják, hogy az intenzív kertészeti kultúrák éves termelési költségének az öntözési költség csak 5-8%-át teszi ki. Ezért indokolt az a megállapítás, a nagyértékű, korszerű kertészeti kultúrák termelése és az öntözés közé egyenlőségjelet kell tenni.

Van év, amikor a természetes csapadékot fenti hozamok biztosítása érdekében csak 50-60 mm öntözővíz kiadásával kell kiegészíteni, és van, amikor ugyanezt az eredményt csak 200-250 mm víz kiadásával tudjuk biztosítani. Ezért szükséges az egyes növényfajokhoz és termelési színvonalhoz kapcsolni a "feltétlen – feltételes öntözés" kategória szó használatot és az abból eredő tennivalókat.

17.2.1. Az öntözés alapfogalmai

A talaj és a növény vízháztartása során először a t**alajban lévő vízféleségek**kel foglalkozunk-. A talaj szemcsés szerkezetű, porózus rendszerint 3 fázisos (talaj, víz, levegő) közeg. A talajban lévő víz egy része a talajszemcsékben, kémiailag kötött formában található – **higroszkopikus víz,** más része a talajszemcsék felületén vékony hártya formájában található – **vízfilm**. A vízfilm adhéziós erővel kötődik a talajszemcse felületéhez, amelynek nagysága a távolság függvényében exponenciálisan csökken. A talajszemcsék közötti hézagokat kitöltő víz a **szegletvíz**. A **talajvízszint** ott található, ahol a talajba fúrt figyelőkútban kialakul a nyugalmi talajvízszint, E felett a talajszemcsék közötti azon hézagokban, amelyek hajszálcsőrendszert alkotnak, **kapilláris víz** található. A kapilláris zóna két részre osztható: az alsó rész, ahol csak kétfázisú a talaj (talajszemcsék, víz) a **zárt kapilláris zóna**, az e fölötti részben, ahol helyenként még kapilláris emelkedés észlelhető a **nyílt kapilláris zóna**.

A talajok vízgazdálkodási tulajdonságai közé a **fázisos összetétel**, a **hézagtérfogat**, a **nedvességtartalom**, a **szántóföldi vízkapacitás** (az a nedvességtartalom, amelyet a talajtömb a gravitációval szemben képes megtartani), a **holtvíztartalom** (a növények számára felvehetetlen víztartalom), a **hasznosítható vízkészlet** (a szántóföldi vízkapacitás és a holtvíztartalom különbsége), a **vízelnyelés sebessége** (beszivárgási görbe), a talaj **vízáteresztő képességi együtthatója**, tartozik. Ezek alapján a talajokat osztályozzuk (1-9 kategória).

A növényi élet a talajban lévő felvehető vízmennyiségtől függ. A gyökerek – ha a pórusokban elegendő a levegő mennyisége is – általában a nedvesebb helyek felé növekednek. Ha azonban a talajból kiszorul a levegő, leáll a növekedés, és a kedvezőbb állapotú részen képződnek újabb gyökerek. A talaj optimális nedvességtartalmát (a talajszemcsék, hézagtérfogat arányában) **statikai vízigénye**k nevezzük. Fontos mutatószám az 1 kg növényi szárazanyag előállításához szükséges vízmennyiség (**dinamikus vízigény**). Ez a vízmennyiség nem csak a növény által elpárologtatott (**transzspirált**) vízmennyiséget, hanem a talajfelületről elpárolgó (**evaporáció**) vízmennyiséget is magában foglalja (**evapotranszspiráció**). A **potenciális evapotranszspiráción** az a vízmennyiséget értjük, amelyet a

növényzet és földfelület együttesen elpárologtatna ideális vízellátottság esetén.

A potenciális evapotranszspiráció és a csapadék különbsége a **hidrológiai vízhiány**, amelynek egy része fedezhető a talaj vízkészlet egy részének felhasználásával, de ekkor az optimális alá süllyedhet a talaj nedvességtartalma. A további hiányt vízpótlással kellene pótolni. A hidrológiai vízhiánynak azt a részét, amelyet a növényállomány még gazdaságosan hasznosítani tud, **öntözővíz igény**nek nevezzük. Ha figyelembe vesszük az öntözés során fellépő veszteségeket, akkor kapjuk az **öntözővíz szükséglet**et.

17.2.2. Az öntözés közvetlen és közvetett hatásai

Az öntözéses gazdálkodás hazai fejlesztésének az előbbiekben taglalt főbb indokai mellett röviden szólni kell az öntözéses gazdálkodás bevezetését követően jelentkező:

- közvetlen
- közvetett hatásokról is.

A közvetlen hatások:

- A **többlet termés mennyisége**; az öntözött és nem öntözött kultúrák között nemcsak az öntözés tekintetében van különbség. Az öntözés során több tápanyagot kell felhasználni, biológiailag nagyobb termőképességű fajtát kell alkalmazni, nagyobb tőszámot kell biztosítani, mint öntözés nélkül, mivel nem a rendelkezésre álló vízkészlet, hanem a növény fényszükséglete szabja meg a területigényét. Növekszik a betakarítás költsége stb. Ezért az üzemi jövedelmezőség is csak öntözött – nem öntözött ágazati bontásban – költség – hozam elkülönítés alapján vizsgálható megbízhatóan. A másod és kettős termesztés jövedelmét is az ágazati vizsgálatnál kell figyelembe venni.
- **Biztonság**: a csapadék ellátottság időbeni és mennyiségi hiányát kiiktatva az öntözött kultúrák esetében minden évben közel azonos mennyiséget és minőséget állíthat elő a termelő. Ez a piaci (belső-export) feltételek teljesítésének a megszerzett piac megtartásának már ma is – de az elkövetkezendő időben alapvető feltétele lesz. A biztonságos és a minőségi termelés a hozamok fajlagos növelését is megelőző szempont.
- A **minőség**: a minőség főleg a zöldség-gyümölcs, szőlő, de egyes szántóföldi növények esetében is komoly közvetlen hatás – ami az értékesítési árban térül meg (pl. színező öntözés hatása a gyümölcs értékesítési árára).
- **Terület megtakarítás**: az azonos tömegű termék előállításához szükséges terület méretével lehet mérni.

Közvetett hatások:

- **Trágyaszerek hasznosulása**: a tápanyag felhasználás hatékonyságával kapcsolatos kutatások igazolják, hogy öntözéses körülmények között a N műtrágyák 20-22%-kal, P műtrágyák 12-17%-kal, K műtrágyák 15-20%-kal jobban érvényesülnek, mint száraz viszonyok között. Évenként eltérő mennyiségű csapadék mellett nehezen szabályozható a tápanyag feltáródása és a növény számára való alkalmassá tétele.
- **Gyomírtószerek hasznosulása**: a kemizálás fejlődésével a gyomírtószerek használata terjed. A kiszórt gyomírtószerek azonban a tavaszi változékony időjárás – szélkár, csapadékhiány, stb. következtében – egyáltalán nem, vagy csak részben hasznosulnak.
- Öntözésre berendezett területeken jelentkező általános **többlettermelés hatás**: természeti adottságaink mellett előfordul, hogy a bőséges nyári csapadék miatt nem, vagy alig kell öntözni. Ennek ellenére az öntözésre előkészített talajokon termesztett növények "többlettermést" produkálnak. Ez abból adódik, hogy a növényt a berendezett területen minden évben "felkészítjük" az öntözésre (fajta, tőszám, tápanyagellátás) és ezt a többlet felkészítést a növény bő csapadékellátottság mellett – öntözés nélkül is – többlettermésssel hálálja meg.
- **Másod, kettős termesztés hatása**: csökkenteni lehet a szántóföldi tömegtakarmány termő területeket úgy, hogy az így felszabaduló területeket más kultúra céljára lehessen hasznosítani. Az öntözéses másod és kettős termesztéssel – a nem öntözött körülmények közötti – fővetésű tömegtakarmány mennyiséget lehet hektáronként előállítani. Így az alacsony termelési értékű tömegtakarmányt részben fővetésen kívüli területen lehet megtermelni.
- **Ültetvény telepítés hatékonysága**: a nagy értékű szőlő-gyümölcs ültetvények esetében, amennyiben a telepítést megelőzően vagy azzal egyidőben történik az öntözési beruházás

megvalósulása, növekszik az eredés biztonsága, ezzel csökken a pótlás költsége is. Így az egységnyi területre vetített telepítési költséget számottevően lehet csökkenteni. Az öntözés hatása a termőre fordulási idő előrehozatalában, ezzel együtt a gyorsabb ütemű termelés felfutásában jut kifejezésre.

- **Aktív talajélet**: aktív talajélet fenntartásának és biztosításának egyik feltétele a talajnedvesség állapot – állandó optimális – szinten tartása, annak érdekében, hogy időszakonként se következzék be a talaj baktérium életének „betokozódása". Ezt a feltételt, hazai viszonyok között csak öntözött viszonyok között lehet biztosítani.

Magyarország a feltételes öntözés zónájába tartozik. Mezőgazdaságunkban a termelési színvonal emelkedése differenciáltan ment végbe. Az öntözés fejlesztésével szemben – akkor és ott jelentkezik az öntözés iránti komoly és megalapozott igény, ahol és amikor elérkezik a gazdaság a termelésnek olyan színvonalára, ahonnan a továbbfejlődés csak a komplex vízgazdálkodás megvalósításával lehetséges.

Az öntözőberendezésekkel szemben felállított agrotechnikai követelmények a következők szerint foglalhatók össze:

- Fontos hogy az öntözőberendezés az öntözővizet adott üzemi igények szerint, takarékos energiafelhasználással, a területen egyenletesen szétosztva – a növényzet károsítása nélkül – juttassa a növényzethez.
- Az öntözőberendezés mozgása, telepítése csak minimális kárt okozhat.
- Az öntözővíz a talaj felszínén ne okozzon tócsákat.
- A cseppenergia talaj szerkezetét romboló hatása lehetőleg minimális legyen.
- Ne legyen nagy a párolgási, és a szivárgási veszteség.
- Az esőztető öntözőberendezések alkalmasak legyenek a növények kora tavaszi, és késő őszi fagyvédelmére.
- A vízadag a talaj vízkapacitásának, és a növény vízigényének megfelelően szabályozható legyen.
- Az öntözés gépeinek környezetet károsító hatása minimális legyen.

17.2.3. Az öntözési célok

- **Vízpótló öntözés:** a talaj nedvességtartalmának pótlásával kedvezőbb lehetőséget biztosítunk a növénynek a vízfelvételre
  - tápláló: a tenyészidőszakban a talaj optimális nedvességtartalmának megteremtésére,
  - kelesztő-indító öntözés: a vetés előtti, utáni a magok kikelését segítő öntözés.
- **Frissítő-kondicionáló öntözés:** a talaj víztartalmának pótlása helyett a talaj és a növény felszínét nedvesítjük, csökkentjük a növény párologtatását, hűtjük a talajt és a növényt,
  - frissítő: légköri aszály megelőzésére szolgáló, mikroklíma javító öntözés,
  - színező: a termény esztétikai értékének növelését szolgáló öntözés.
  - fagyvédelmi (fagyvédő) öntözés: a kora tavaszi fagykárok megelőzésére szolgáló öntözés, amely azon alapszik, hogy az öntözővíz kijuttatásával (a 0 °C-nál melegebb vízből a környezetbe történő jelentős hőleadással lesz 0 °C-os jég) emelhetjük a környezet hőmérsékletét, miközben a rügyeken kialakuló jégréteg szigetelő hatása is jelentkezik, ezzel a rügyek megfagyása a hajnali fagyok idején megelőzhető.
- **Tározó öntözés:** a vegetációs időszakon kívüli olyan öntözés, amellyel a talaj vízkészletét optimális szintre emeljük.
- **Szennyvízöntözés:** a szennyvizek elhelyezésére szolgáló olyan öntözés, amely tápanyag és vízpótlást egyaránt jelent.
- **Hígtrágyaöntözés:** a mezőgazdasági nagyüzemi állattartás során keletkező hígtrágya elhelyezését szolgáló olyan öntözés, amely tápanyag és vízpótlást egyaránt jelent.,
- **Talajvédelmi öntözés**: a talaj megfelelő nedvességállapotában a talajszemcsék közötti összetartó erő megakadályozhatja a jelentős deflációs (a szél okozta talajelhordás), vagy az aktív talajélet biztosításához szükséges optimális nedvességtartalom biztosítására.
- A **fagyvédelmi öntözést**, annak különleges volta miatt az alábbiakban részletezzük:

A meteorológiai adatok alapján tíz évből háromban számolhatunk késő tavaszi fagyokkal. Ilyen években a kártétel 30–70%-os. Ha a fagyok alkalmával megvédjük gyümölcsöseinket, a berendezés ára 25–30 éves élettartama alatt többszörösen megtérül.

Általános az a tapasztalat, hogy a többrendeltetésű öntözőberendezés – még fagymentes években is – sokfajta felhasználási lehetősége következtében a beruházási költség gyors megtérülését eredményezi.

A fagy elleni védekezést legbiztonságosabban – majdnem valamennyi növénynél – a **fagyvédő öntözéssel** érhetjük el. A fagyvédő öntözés azon alapszik, hogy a fagyási folyamat alatt 334,4 KJ/kg hő szabadul fel (a folyékony halmazállapotból a szilárd halmazállapotba való átmenet alkalmával).

A növényt körülvevő jégrétegnek csak szerény izolálóképessége van, a vizsgálatok szerint ez 2–4 percig tart. Ezért a víz állandó átmenete szükséges a cseppfolyósból a szilárd halmazállapotba – más szavakkal a fagyási hő állandó előállítása –, melynek következtében a jégburok hőmérséklete + 0 °C-nál állandó marad. A jégburkot állandóan vízfilmnek kell bevonnia, mert az utolsó H_2O-molekula után a jégfelületen meleg nem szabadul már fel és hőmérséklet-csökkenés következik be, először a jégburkon, majd a növényen.

A fagyvédő öntözést mindaddig végezni kell, ameddig a külső hőmérséklet annyira felmelegszik, hogy a jég a hőhatás következtében felolvad.

A kiadagolandó vízmennyiség az időjárási tényezőktől, a növények magasságától, a növények levélzetének formájától, a növények elrendezésétől és topográfiai adottságoktól függ. E tényezők figyelembevételével kell a szórófejek intenzitását megállapítani.

Az **öntözés további feltételei**: alkalmas domborzat, rendelkezésre álló szabad megfelelő minőségű vízkészlet. Az öntözővíz mennyiségét befolyásoló tényezők: éghajlati feltételek (hőmérséklet, evapotranszspiráció, forró napok száma, tenyészidőszaki hőösszeg, csapadék, szél, páratartalom), a talaj fizikai, kémiai talajjellemzői, a talajvíz mélysége, az aktív termőréteg vastagsága.

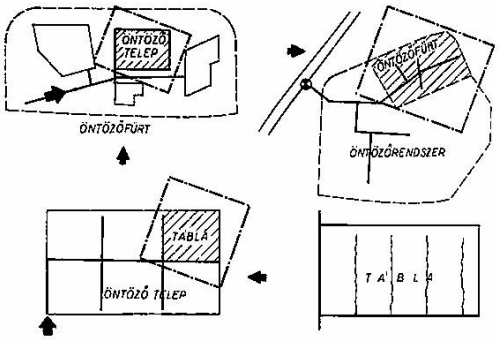
Az öntözés alapegysége a mezőgazdasági tábla, amely egységes, homogén genetikai talajtípussal rendelkező terület, ahol a talaj fizikai tulajdonságai, vízgazdálkodási jellemzői, tápanyag-ellátottsága azonos. A táblán érvényesítendő agrotechnikai szempontok: egyidőben végrehajtható egységes művelés, homogén növénytermesztési feltételek teremthetők, jó hatásfokkal gépesíthető, megvalósítható az egységes tápanyagellátás, növényvédelem.

Mivel az öntözésfejlesztést rendszerint nagyobb egységekben, sokszor főművekre támaszkodva lehet csak megvalósítani, ezért a táblákat tömbbe (egyidőben öntözött táblák halmaza), a tömböket öntözőteleppé szervezzük (amelyek öntözési módja, vízellátása egységes). Az öntözőtelepek vízellátása megoldható önmagában, de ha több telepet szervezünk azonos vízellátó rendszerbe, akkor öntözőfürtről beszélünk. Több öntözőfürt kapcsolódhat egy öntöző főműhöz, akkor öntöző rendszerről beszélünk (*17-2. ábra*).

Az **öntözés**t többféle **módon** lehet végrehajtani:

- Felületi
  - Árasztó
  - Csörgedeztető
  - Barázdás – áztató
- Esőztető
- Altalaj

Csepegtető – mikro



17-2. ábra. Területi tagozódás

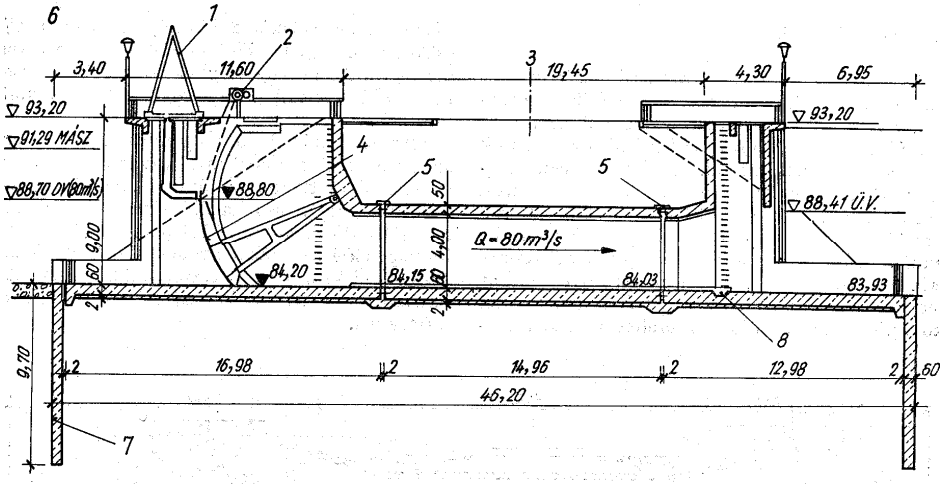
17.3. AZ ÖNTÖZŐVÍZ BESZERZÉSE ÉS SZÁLLÍTÁSA

Az öntözővíz ellátás azoknak a tevékenységeknek az összessége, amelyek lehetővé teszik, hogy a felszíni, felszín alatti vízkészletekből a szükséges vízmennyiség az öntözőberendezésekhez eljusson. Ehhez vízkivételi, vízszállító és vízkormányzó létesítmények összehangolt működtetésére van szükség.

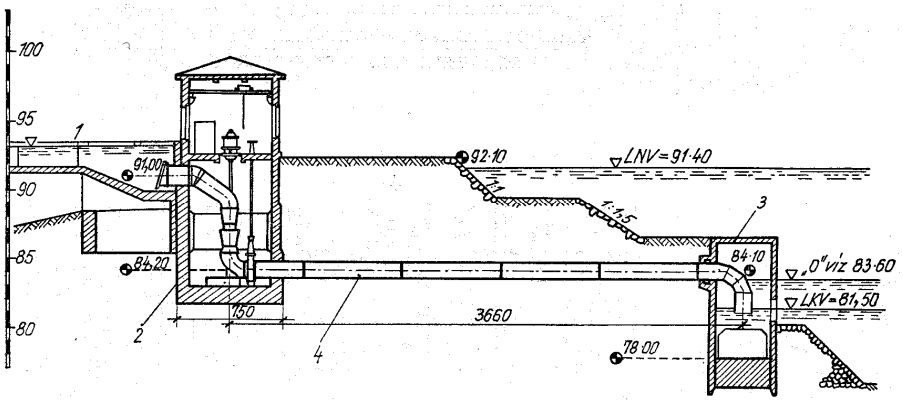
Az öntözővíz szükséglet többféle forrásból szerezhető be:

- **felszíni vízkivétel**
  - folyami vízkivétel
    - gravitációs
    - szivattyús
  - tavi vízkivétel
  - tározó
    - gravitációs
    - szivattyús
- **felszín alatti vízkivétel**
  - csőkút
  - csáposkút
  - mélységi vízkivétel

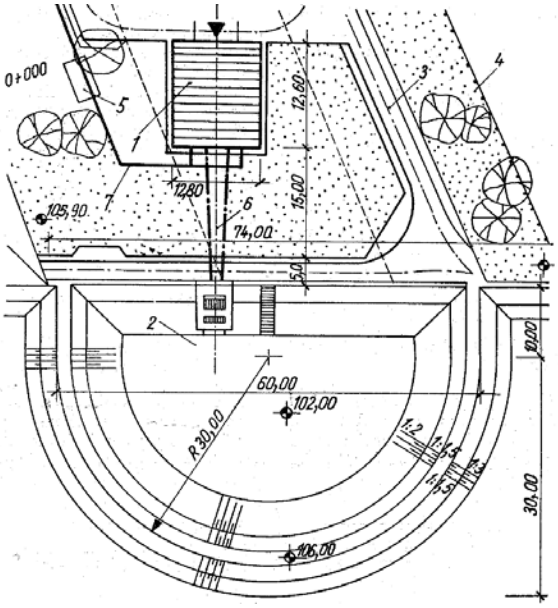
A felszíni gravitációs vízkivételre akkor van lehetőség, ha a vízszint a terepszint közelében, vagy felette van, Ez az állapot rendszerint duzzasztóművel hozható létre. A duzzasztott térből szivornyával, vagy beeresztő zsilippel (*17-3. ábra*) vehető ki az öntözővíz a magasvezetésű gravitációs csatornába.



17-3. ábra. A Nagykunsági Öntöző-főcsatorna beeresztő zsilip
(1 – ideiglenes elzárást behelyező daru, 2 –szegmenstábla mozgatás, 3 – közút tengelye, 4 – szegmenselzárás, 5 – dilatációs hézag, 6 – ideiglenes elzárás hornyai, 7 – szivárgási úthossz növelő résfal, 8 – szívózsomp)

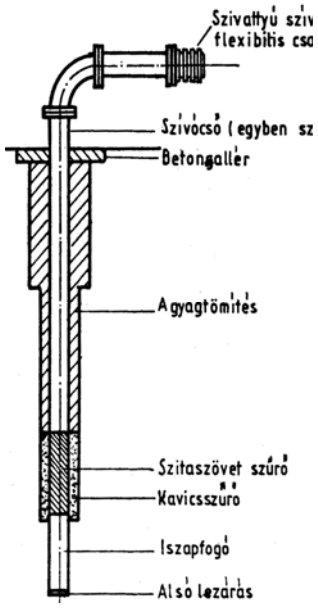


17-4. ábra. A Tiszaörvényi szivattyútelep
(1 – nyomómedence, 2 – szivattyúgépház, – 3 szívóakna, 4 – 3 db F1200 mm szívócső)



17-5. ábra. Tavi vízkivétel szűrő – ülepítő medencéje (Balatonfő) 1 – gépház, 2 – vízkivételi mű, 3- üzemi út, 4 – kerítés, 5 – mérő és tolózár akna, 6 – Ø1000 szívócsövek, 7 – Ø700 nyomócsövek

17-6. ábra. Csőkút



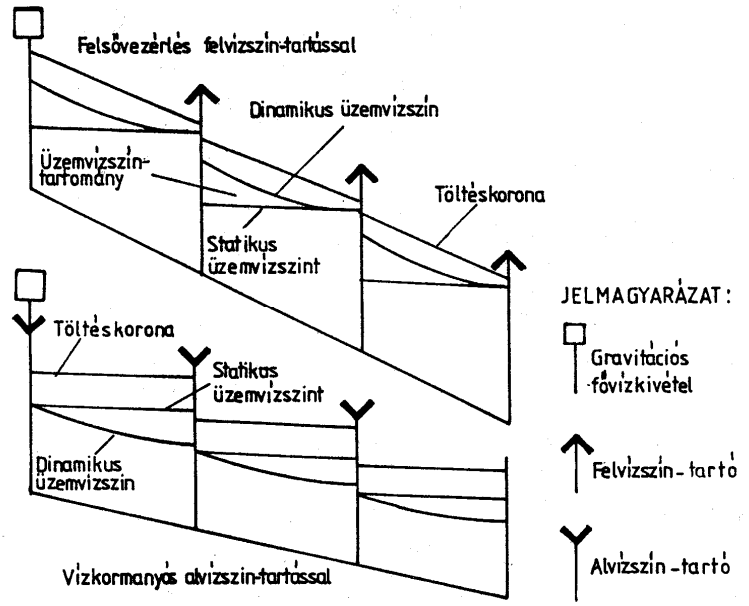
A felszíni folyami és tavi szivattyús vízkivételi művek sokféle szerkezeti kivitelűek lehetnek. A művek a legegyszerűbb szivattyúállás, az úszó szivattyútelep, az állandó jellegű alépítménnyel rendelkező szivattyútelepek (*17-4. ábra*) lehetnek. A szivattyúzási technika fejlődése ma már olcsóbb megoldásokat is lehetővé tesz. A kisebb méretű, a motorral együtt csőben elhelyezhető szivattyúk alkalmazásával könnyű szerkezetű és szabadtéri elrendezésű vízkivételi szivattyútelepek létesíthetők. A szivattyús gépegységek az eddigi tapasztalatok szerint a téli időszakban is a folyóban maradhatnak.

A tavi szivattyús vízkivételeknél a kis vízszintingadozás miatt egyszerű alépítmények építhetők, a szivattyúzási feladat is egyszerűbb műszaki megoldásokat tesz lehetővé (*17-5. ábra*).

A felszín alatti vízkivétel műve a különféle szerkezeti kialakítású kút. A felszín alatti vízhasználat előnye a lebegő anyag mentes víz, az egyszerű szerkezeti kialakítás, a kevésbé ingadozó üzemvízszint, hátránya a nagyobb üzemvízszint mélységű kutaknál szükséges búvárszivattyú költsége. Leggyakrabban öntözési céllal a talajvizet használjuk fel, ennek kinyeréséhez egyszerű csőkút elegendő (*17-6. ábra*).

A vízszállítás műve a csatorna, amely lehet magas- és mélyvezetésű. Magasvezetésű a csatorna akkor, ha az üzemvízszint a terepszint felett van tartósan, A csatornák szivárgási vesztesége jelentős lehet, amely ellen fóliaszigeteléssel, bentonitos mesterséges kolmatációval, vízzáró burkolattal védekezhetünk. A csatornákban fellépő hullámverés ellen burkolattal, nádsávval lehet védekezni.

Az öntözőcsatornák vízkormányzása lehet kézi vezérlésű (különféle típusú zsilipekkel) és automatikus (vízszintszabályozó művekkel) megvalósított. A vezérlés rendszerint az előre bejelentett vízigények alapján vízszintre való vezérléssel valósul meg.



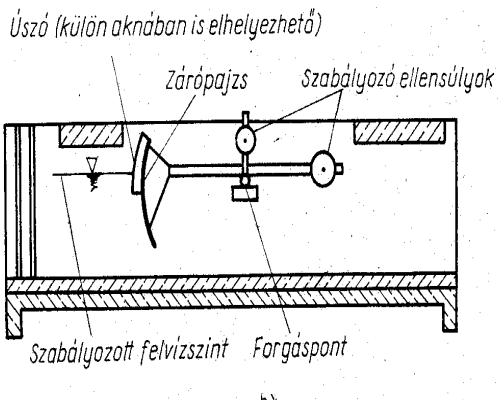
17-7. ábra. Öntözőcsatornák vezérlése

Az automatikus vezérlés két fő típusa ismert: a felsővezérlés felvízszint tartással, illetve az alvízszint tartásos vezérlés (*17-7. ábra*). A felvízszint tartással történő vezérlés esetén a rendszerben olyan felvízszint tartó műtárgyakat építünk be, amelyek a műtárgy feletti vízszintet tartják konstans szinten, Amennyiben a felvízszint emelkedik, a műtárgy automatikusan nyílik, és a többlet vízmennyiséget továbbengedi. A vízkivételek a felvízszint tartó művek felett vannak. A vezérléshez előre meg kell adni a vízigényeket, amelyek alapján az igényelt mennyiséget tervszerűen a fővízkivételen betáplálják a rendszerbe. A felhasználók a terv szerint vételezhetnek vizet, a ki nem vett mennyiség távozik az alvíz felé.

A csatornában a dinamikus vízszint (üzemmenet közbeni vízszint) a csatorna vízszállító képességének megfelelő lejtésű vízszint, a statikus vízszint ez alatt, üzemszünetben (nincs vízszolgáltatás) alakul ki.

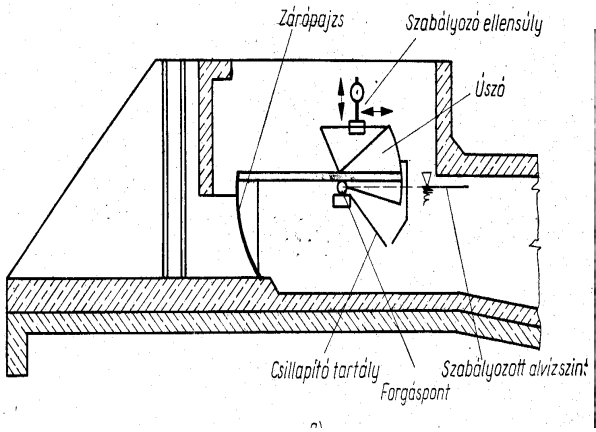
Az alsó vezérlés esetén az alvízszint szabályzó művek konstans alvíz szintet tartanak. A vízkivételek az alvízen vannak. Amennyiben beindul egy vízkivétel, úgy csökken az alvízszint, nyit a szabályzó zsilip, és a felvízszintből utánpótlódik a kiszolgáltatott vízmennyiség. A vízszintcsökkenés "végigfut" a felvíz felé és a fővízkivételen a kivett mennyiség utánpótlódik. A rendszerben a dinamikus vízszint alacsonyabb, mint a statikus, emiatt az öntöző csatornák töltései magasabbak és vízszintesek (igazodva a statikus szinthez).

Az automatikus felvízszint szabályzó működése során a műtárgy trapézszelvényű nyílását egy kétkarú "mérlegre" szerelt zárólemez zárja, amelynek felvízi oldalán egy úszó található. Ha a felvízszint emelkedik, akkor az úszóra nagyobb felhajtó erő hat és a zárólemez nyit. A felvízszint csökkenésével a felhajtó erő csökken és a zárólemez lezár (*17-8. ábra*).



17-8. ábra. Automatikus felvízszint szabályzó

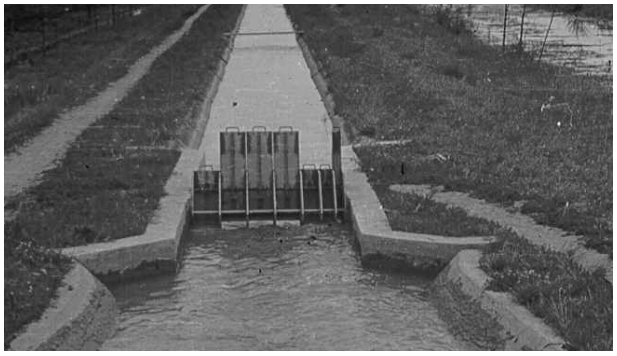
Az alvízszint szabályzó is kétkarú mérleg, amelynek a felvízszint felőli oldalán csak a zárólemez található, az alvízi karon pedig az úszó. Az alvízszint csökkenésével az úszóra kisebb felhajtó erő hat és az úszó lejjebb süllyed, ezzel nyílik a zárólemez és a felvíz térből pótlódik a víz. A vízszint emelkedésével a felhajtó erő nő, zárul a zárólemez.



17-9. ábra. Automatikus alvízszint szabályzó

A vízszintre vezérelt öntözőcsatornák szabályozható vízkivételi műtárgya a palástot vízadagoló, amelynek nagy előnye, hogy viszonylag széles vízszinttartományban közel konstans vízhozamokat képes adagolni. Az adagolást segíti, hogy a műtárgyban több, különböző szélességű tiltótábla található, amelyek vízhozama arányos a szélességgel. és a nyitások megfelelő kombinációjával a szükséges vízkivétel megvalósítható (*17-10*. ábra).

Az öntözőcsatornák szétágazásához szükséges szabályzó műtárgyakat építeni. Ilyenkor 3 zsilip helyett célszerű egy osztóművet építeni, amelyben elhelyezhetők a szükséges zsiliptáblák (*17-11*. ábra).

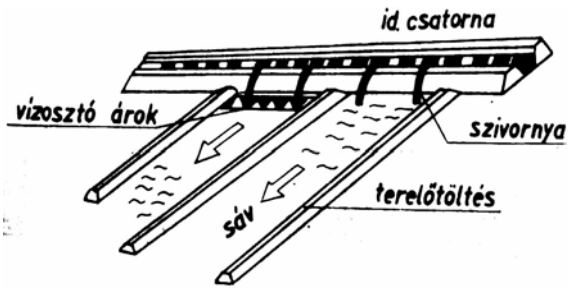


17-10. ábra. Palástos vízadagoló

17-11. ábra. Osztómű

17.4. FELÜLETI ÖNTÖZÉS

A felületi öntözés előnye az energiatakarékosság, mert az öntözővizet csak a terepszint fölé kell emelni. Hátránya a vízpazarlás, mert jelentős szivárgási, párolgási veszteségek lépnek fel. A felületi öntözés munkaerő igényes, ezért a rizsöntözés kivételével visszaszorult az alkalmazása. A felületi öntözési módok közül a sávos csörgedeztető, a barázdás és az árasztásos módszerekkel foglakozunk.



17-12. ábra. Sávos csörgedeztető öntözés

A **sávos csörgedeztető öntözés** lényege, hogy a lejtésben kialakított sávokban csörgedeztetve, vízlepel formájában juttatjuk ki az öntözővize, amely közben beszivárog. A sávok hossza, szélessége a terep lejtés és a talaj víznyelő képességének függvénye. Alkalmazásához a terep lejtése 2-3 ezreléktől – 5-6 ezrelékig lejthet, részleges tereprendezést kell készíteni. A sávokat kisméretű terelőtöltés választja el egymástól az egyenletes vízlepel kialakulás miatt. A csurgalékvizek elvezetése lecsapoló csatornával történik a sávok végén (*17-12. ábra*).

A barázdás öntözés során a növénysorok között húzott barázdákban vezetett vízzel áztatjuk a talajt (*17-13. ábra*). A barázdákból beszivárgó víz (kötött talaj esetén jelentősebben) oldalirányba is szivárog, így eljut a növény gyökérzónájába is. A barázdás áztató öntözés a felületi öntöző módszerek között a legkedvezőbb, mivel a víz nem érintkezik a teljes talajfelülettel, ugyanis az öntözővíz szétosztása az erre a célra kialakított barázdákon (öntözőelem) keresztül történik, így legkisebb a szerkezetrombolás.

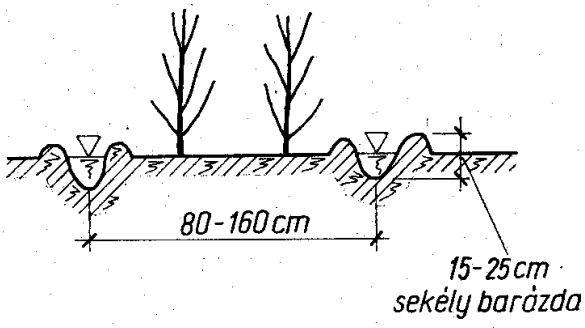
A barázdákon keresztül a talaj több szakaszban nedvesedik át, miközben a víz egyenletesen szétoszlik, ugyanakkor a levegő nem szorul ki a talajból, így igen alkalmas a levegőigényes növények öntözésére (kapás növények). A talaj átnedvesedése a barázda környezetében – a beázási görbe – a mechanikai talajféleségektől függően eltérő módon alakul. Ennek ismerete nagyon lényeges, ugyanis a beázási görbe alakja befolyásolja a barázdák alakját (széles, keskeny), mélységét (sekély, vagy mély) és a barázdák távolságát.

A beázási görbe lazább talaj esetén függőleges, kötött talajnál pedig vízszintes tengelyű ellipszis, a középkötött talajokban megközelítőleg kör alakú. A talaj átnedvesedése több szakaszban történik. A barázdák lehetnek sekély (10-15 cm) és mély (25-30 cm) valamint keskeny (40-50 cm) és széles (70-80 cm) kialakításúak. Lazább talajokon sekély és széles, kötött talajokon mély és keskeny barázdát alkalmazunk.

A barázdák távolsága a talaj mechanikai összetételétől és a növény sortávolságától függ. Középkötött talajok esetében 0,70-0,80, kötött talajok esetében 1,00-1,4 m-es barázdatávolságot alkalmazunk. A barázdák hossza ugyancsak a kötöttség függvénye, de befolyásolja a terepesés is.

Középkötött talajokon 80-100, kötött talajokon 120-200 m hosszú barázdákat alakíthatunk ki. Kis esésnél (e<1 %o), valamint nagyobb esésnél (e> 3 ‰) a barázdák rövidebbek, 1-3 ‰ között a barázdák hosszabbak lehetnek. A barázdákat úgy kell kialakítani, hogy az esés lehetőleg ne haladja meg az 5 ‰-et. Maximálisan 8-10 ‰ esés mellett csökkentett vízhozammal végezhető az öntözés.

A barázdák lehetnek nyitottak és zártak. A zárt barázdánál a víz a teljes beszivárgásig a barázdában marad, míg nyílt barázdánál a csurgalékvíz elvezetéséről gondoskodni kell. Az egy barázdába adagolandó vízsugár meghatározása áztatási próbával vagy próbaöntözéssel határozható meg.



17-13. ábra. Barázdás öntözés

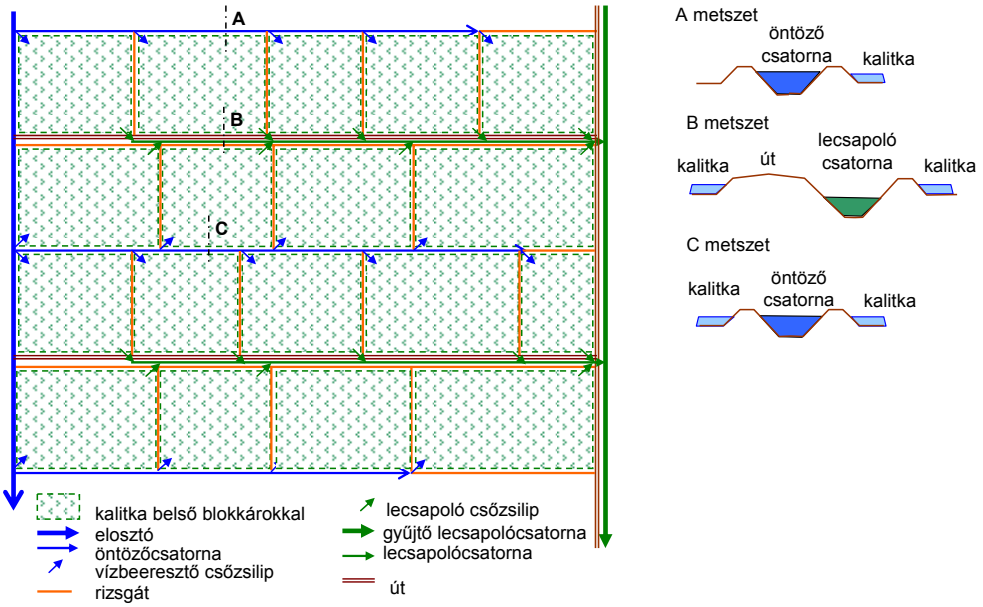
Az árasztó öntözés olyan növények öntözésére alkalmas, amelyek kétfázisú talajt igényelnek (rizs). z öntözés során az öntözővizet a talaj felszínén vezetve a területet elárasztjuk és rövidebb-hosszabb ideig, egy meghatározott vízoszlopot tartunk. Az öntözővizet addig tartjuk a talaj felszínén, amíg a talaj a kellő mélységig be nem ázott, majd a vízfölösleget levezetjük. A rizs esetében a vízborítást az egész tenyészidőszakban tartani kell és azt csupán a növényvédelmi munkák idejére és az őszi betakarítás előtt csapoljuk le. Az egyenletes vízborítás és a szélkárok mérséklése érdekében az öntözendő táblát át nem járható szélgátakkal, ill. átjárható keresztgátakkal kalitkákra osztjuk. Az így kialakított kalitkák az árasztó öntözés öntöző elemei (*17-14. ábra*).

Az árasztó öntözés *hátrányai* a következők:

- egy-egy öntözésnél csak nagy vízadagok (150-200 mm) oszthatók szét,
- nagy a módszer idénynormája (rizsöntözésnél eléri a 14000 m^3/ha-t),
- a nagy öntözővíz adag, ill. idény norma miatt jelentős talajvízszint emelkedés következik be,
- az általában nagy mennyiségű csurgalékvíz jelentős vízpazarlást eredményez,
- az állandó vagy hosszabb ideig tartó árasztás a talajéletre kedvezőtlen hatású, és nagy a talajszerkezet romboló hatás,
- a rendszeres árasztás megemeli a talajvízszintet, és így fennáll a másodlagos szikesedés veszélye,
- a talajfelszín egyenetlensége egyenetlen beázást eredményez, ezért ilyen területeken elsősorban a rizstermesztésnél – tereprendezés szükséges,
- a víz lecsapolását követően hosszabb idő szükséges az olyan mértékű szikkadáshoz, hogy a talaj-, növényápolási és betakarítási munkák végrehajthatók legyenek.

E hátrányok miatt Magyarországon ma már gyakorlatilag alig kerül alkalmazásra. Vannak esetek, amikor alkalmazása elkerülhetetlen és amikor megengedhető.

Elkerülhetetlen az árasztó öntözés a rizs termesztése során ugyanis ez a növény gyakorlatilag a teljes tenyészidőben állandó vízborítást igényel. Megengedhető ez az öntöző módszer a gyepek öntözésére, ha jobb és gazdaságosabb módszer nem választható.



17-14. ábra. Rizstelep kialakítása

17.5. ESŐZTETŐ ÖNTÖZÉS

Az esőszerű öntözés legsajátosabb jellemzője az, hogy az öntözővíz – a természetes esőhöz hasonlóan – cseppek formájában, nagy területen szétszóródva, felülről jut a növényzetre és a talajra. A vizet – kivételes esetektől eltekintve – csővezetékben, nagy nyomás alatt vezetik a szórófejekhez, ahonnan az kilépve – a légellenállás hatására – cseppekre bomlik. A nagy nyomást szivattyús gépcsoportokkal állítják elő. Külföldön azonban néhol (hegy- és dombvidékeken) olyan megoldásokat is alkalmaznak,

amelyeknél a szükséges nyomást a víz természetes esése adja.

Az esőszerű öntözés előnyei (más öntözési módokhoz viszonyítva):

- széles körben, bármely domborzati és talajadottságok esetén, kis- és nagyüzemben és szinte mindenféle növény öntözésére alkalmazható;
- a talaj szerkezetét – a legkorszerűbb berendezések alkalmazásával – nem rongálja;
- kis mennyiségű öntözővizet is viszonylag egyenletesen szét lehet osztani (pl. kelesztés céljából);
- a termelésből kieső terület minimális;
- az egyéb agrotechnikai műveleteket nem zavarja;
- kedvező élettani hatása van azáltal, hogy lemossa a leveleket, ezzel elősegíti az asszimilációt és lehetővé teszi a levélen keresztüli vízfelvételt;
- jól automatizálható, ezzel az élőmunka-igény jelentősen lecsökkenthető;
- a vízpótláson kívül sok egyéb célra is jól felhasználható.

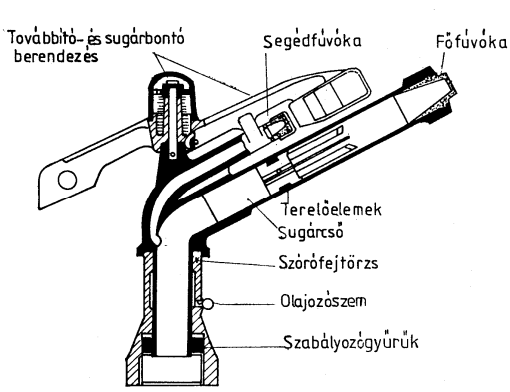
Az esőszerű öntözés hátrányai:

- nagy az energiaszükséglete, különösen a nagy hatósugarú szórófejekkel működő berendezéseknél
- szélre érzékeny, szeles időben egyenlőtlen a vízelosztás;
- jelentős a párolgási veszteség, különösen a nappali órákban;
- nagy az anyagigénye és beruházási költsége;
- a gépi berendezések élettartama rövid;
- a gépi berendezések egy részét az öntözési idényen kívül raktározni kell.

Az esőztető berendezésnek általában három fő eleme van: a szórófej (vízkiadagoló elem), a csővezeték (vízszétosztó elem), és a szivattyú (vízbetápláló elem).

17.5.1. A szórófej

A szórófejnek funkciója, hogy a vizet kellő távolságra és megfelelően porlasztva juttassa el. Ennek érdekében a szórófejből kilépő vízsugárnak nagy kezdősebességgel kell rendelkeznie. Ezt a szórófej kilépőnyílásának fokozatos szűkítésével érik el. A szűkített csővéget fúvókának hívják. A fúvóka rendszerint cserélhető formában, többféle átmérővel készül. Fontos követelmény az is, hogy a víz nagyjából egyenletesen terítse be a talajt. Ezt több fúvókával és különféle sugárbontókkal érik el.



17-15. ábra. A szórófej szerkezete

A szórófej körbe forgatása azáltal jön létre, hogy a vízsugár elfordítja az előtte lévő csapókart, amelyet rugó húz vissza. A csapókar a sugárcsőnek ütközve egy kissé elmozdítja az egész szórófejet. A rugós karnak sugárbontó szerepe is van: a kilépő vízsugarat szakaszosan megzavarja, s ezzel a cseppekre bomlást már a vízsugár tövénél megindítja.

A szórófejek nagyon sokféle változata alakult ki, amelyek szerkezetileg, anyagukban és méreteikben (teljesítményükben) is különbözhetnek. Ennek megfelelően többféle osztályozásuk lehetséges. Vannak rögzítettek (fix) és mozgató szórófejek. Utóbbiak általában körbe forognak, de egyesek szektorosan is üzemeltethetők, s így egy körcikket öntöznek be.

A sugárcsövek száma egy, kettő, esetleg több is lehet. A vízszintessel bezárt hajlásszögük 23-35 ^{o} között változik. A fő- és segédsugárcső vagy egyirányú, vagy ellenkező irányú. A szórófejek leggyako-

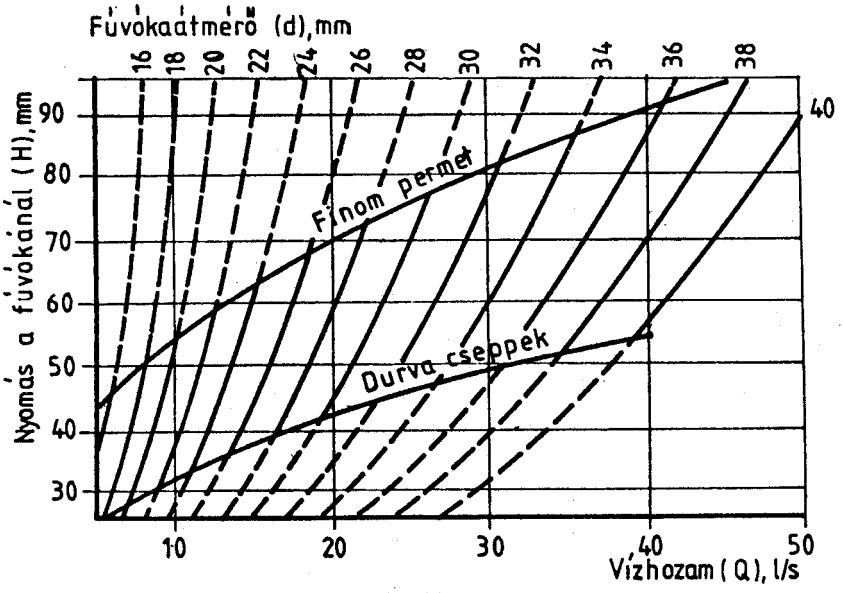
ribb anyagai a bronz, az alumínium és a műanyag. Méretük, teljesítményük szerint igen kicsi, kicsi, közepes, nagy és igen nagy szórófejekről beszélünk. Utóbbiakat vízágyúnak is hívják. Kifejezetten szennyvíz és hígtrágya öntözésére szolgáló szórófejek is (gumifúvókákkal ellátva). A szórófejek közvetlenül csatlakoztathatók a vízszállító csővezetékre, de tolócső és állvány is tartozik hozzájuk, amelynek segítségével szükség esetén (magas növényzet öntözésekor) 1,5-2,0 m magasságban helyezhetők el.

A különböző méretű szórófejek jobb teljesítményadatait a 13. táblázat foglalja össze. Ebből kiolvasható, hogy minél nagyobb a szórófej, annál nagyobb nyomással kell üzemeltetni, ugyanis csak így érhető el a megfelelő porlasztás.

A szórófej vízszállítását a következő összefüggéssel számíthatjuk ki: $Q = \mu \cdot A\sqrt{2g \cdot H}$, ahol: Q – a szórófej vízszállítása (m^3/s), m – szerkezeti tényező (értéke: 0,90-0,96), A – a fúvóka (vagy fúvókák) keresztmetszeti területe a kiömlési élnél (m^2), g – nehézségi gyorsulás (m/s^2, értéke: 9,81); H – nyomás a szórófejnél nyomómagasságban kifejezve (m).

A m^3/s-ban kapott eredményt a kis értékek miatt célszerű 1 l/s-ra vagy m^3/h-ra átszámítani. (1 l/s = 3,6 m^3/h). A szórófej vízszállítását különböző nyomásértékek és fúvókaméretek szerint táblázatos formában szokták megadni. Ezeknek az adatoknak a grafikus feldolgozásából kapjuk meg a szórófej Q-H jelleggörbéit (*17-16. ábra*).

Szórófej-jelleggörbék



17-16. ábra. Szórófej jelleggörbék

A fentiek szerint a szórófej a fúvókák cseréjével és a nyomás változtatásával tudjuk – egy meghatározott határon belül – szabályozni. A változtatásnak a porlasztás kedvező mértéke szab határt (ezt a *17-16. ábrán* szaggatott vonal jelzi). Ha egy adott fúvókánál alacsony a nyomás, akkor túl nagy cseppek keletkeznek; ha magas, akkor túl nagy cseppek keletkeznek; ha magas, akkor túl kicsik. Előbbiek a talajt rongálják, az utóbbiaknál pedig nagyon sok víz elpárologhat, s mindkét esetben csökken a szórási távolság.

A szórási távolság (szórási sugár) számítására csak közelítő összefüggések vannak. Ez ugyancsak a fúvókamérettől és a nyomástól függ, de számít a körbefordulás ideje, a szórócső hajlásszöge, a sugárbontás módja, stb. Szeles időben az elméletileg kör alakú szóráskép eltorzul, ellipszisszerű lesz, s a kiszórt vízmennyiség – e területen belül is – nagyon egyenlőtlenül oszlik meg. Különösen a nagy és az igen nagy szórófejek érzékenyek az erős szélre, ugyanis a szélsebesség a magasabb szinteken mindig nagyobb, mint a földfelszín közelében.

Fontos jellemző a szórófej, pontosabban a szórófejjel keltett csapadék intenzitása, más néven az esőhevesség, amelyet az 1 óra alatt lehullott csapadék mennyiségével szoktak kifejezni. A gyakorlatban mindig a több szórófej együttes üzemeléséből, a több szórófejállás üzeméből kiadódó, a vízsugarak átfedéseit is kifejező intenzitás ismeretére van szükség. Ezt viszont nyilvánvalóan befolyásolja a szórófejek elrendezése, egymástól való távolsága is, amit szórófejkötésnek nevezünk.

Ha az egy sorban elhelyezett szórófejek egymástól való távolsága és a sortávolság egyforma, akkor –

merőleges elrendezést föltételezve – négyzetes kötés alakul ki, ha nem (rendszerint a sortávolság nagyobb), akkor téglalap-kötés. Ha a szórófejeket az egymás melletti sorokban nem egymással "szemben", hanem féltávolságnyira eltolva állítjuk fel, akkor háromszögkötést kapunk. Egyébként ezzel lehet a legjobb csapadékelosztást elérni, alkalmazása mégsem általános, mert üzemeltetési bonyodalmakkal jár.

Az esőszerű öntözésnél keletkező párolgási veszteség a szórófej kialakításától és az üzemeltetési körülményektől függ. A szórófejet elhagyó vízmennyiségnek hazai viszonyok mellett átlagosan 20%-a párolog el, azaz ennyivel kevesebb jut a talajra. A túlzott porlasztás az apróbb cseppek nagyobb összfelülete miatt növeli a párolgási veszteséget. Leginkább befolyásoló tényező az időjárás, főként a léghőmérséklet, a szélsebesség és a napfénytartalom. Ezek napszakonként is eltérők, ennek megfelelően a párolgási veszteség nyári napokon – az éjszakai órákban 10% körüli. nappal jóval több, 12-16 óra között a 3040%-ot is elérheti. Az éjszakai öntözés tehát előnyösebb, mint a nappali, s ezt az üzemszervezésnél figyelembe kell venni.

17.5.2. A csőhálózat

Az öntözővizet a szórófejhez rendszerint csővezetéken keresztül juttatják el. Az esőztető berendezéseknél – a fenti eljárásokon kívül – a vizet csővezeték hálózat osztja szét és vezeti a szórófejekhez. A szivattyútól kiindulva megkülönböztetünk:

- fővezetéket;
- mellékvezetéket és
- szárnyvezetéket.

A szórófejek a szárnyvezetéken vannak. Bizonyos esetekben a mellékvezeték, sőt a fővezeték is elmaradhat. Ilyen esetben az egy szál csővezetékhez többnyire egyetlen nagy szórófej tartozik.

A csőhálózatok eltérhetnek egymástól a tekintetben, hogy mozgathatók-e vagy sem. Ilyen szempontból meg lehet különböztetni:

- teljes egészében mozgatható (mobil),
- félig beépített (vegyes) és,
- teljes beépített (fix) csővezetékű hálózatot.

A vegyes csőhálózatoknak rendszerint a fő- és mellékvezetékét építik be, a szárnyvezeték mozgatható. Az elnevezésből nyilvánvalóan következik, hogy a teljes egészében mozgatható hálózatnál minden csővezeték mozgatható (ezeknél a mellékvezeték általában hiányzik), míg a teljesen beépített hálózatoknál minden csővezeték, még a szárnyvezeték is, be van építve. Ezeknél csak a szórófej mozgatható, de még az is lehet állandó elhelyezésű.

A teljes egészében mozgatható csőhálózatok nagy előnye, hogy rugalmasan alkalmazhatók, azaz a vetésváltáshoz igazodva évente más-más helyre telepíthetők. Beruházási költségük mivel építési munkát nem igényelnek – alacsonyabb, élettartamuk viszont rövidebb, mint a beépített csővezetékűeké. Hátrányuk, hogy a vezeték mozgatása, áthelyezése sok munkával jár. Ez a hátrány a legkorszerűbb automatikus berendezéseknél minimálisra csökkent.

A teljesen beépített csővezeték hálózatok előnye az, hogy üzemeltetésük sem élő, sem gépi munkát nem kíván, hiszen a csöveket nem kell mozgatni. Ebből kifolyólag szinte tetszőlegesen, a növényzet igényeihez jobban igazodva üzemeltethető, és az öntözésen kívül különleges célokra is felhasználhatók (fagyvédelem, a gyümölcsök "színezése", tápoldatok kiadagolása, stb.). Fajlagos beruházási költségük tetemes. Hátrányuk az is, hogy a fix elhelyezésű szórófejek a művelést akadályozzák. Ezért, valamint állandó helyhez kötöttségük miatt, szinte kizárólag ültetvényeknél alkalmazzák őket, bár ismertek olyan megoldások is, amelyeknél a szórófej teleszkóposan a felszín alá süllyeszthető, onnan kiemelhető.

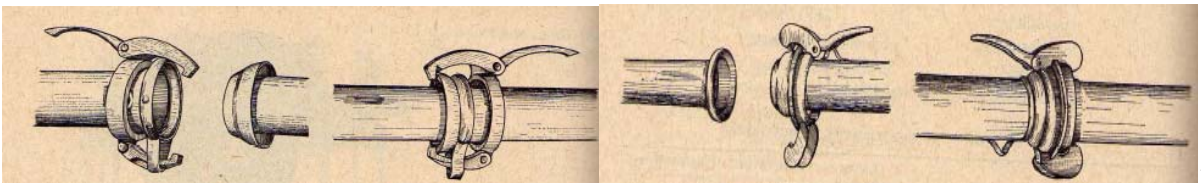
A félig beépített, vegyes csővezetékű hálózatoknál a fenti előnyök és hátrányok megoszlanak. Alkalmazásuk nagyobb területek öntözésénél, olyan esetekben indokolt, amikor a hordozható berendezések nyílt csatornából való vízellátása nehézségekbe ütközik, pl. a kedvezőtlen domborzati adottságok vagy a tagolt birtokviszonyok miatt.

A szárnyvezetéket az üzemidő lejárta után – közvetlenül vagy bizonyos szikkadási időt betartva – helyezik (telepítik) át a következő üzemállásba. Az áttelepítést kétféleképpen végezhetik**:**

- kézzel vagy
- géppel.

A hagyományos kézi áttelepítés nagyon munkaigényes, fárasztó és lassú művelet. Az áttelepítés

előtt a szárnyvezetéket elemeire kell szétszedni oly módon, hogy azokat egy vagy két ember elbírja, majd az áttelepítés után újra össze kell szerelni, ezért a csövek gyorskapcsolásúak (*17-17. ábra*). Mivel egy szárnyvezeték kézi áttelepítése 3-4 órát, esetleg még több időt vesz igénybe, az öntözés folyamatosságát csak tartalék szárnyvezetékek üzembeállításával lehet fenntartani. A kézi áttelepítésű szárnyvezetékeket nagyüzemben ma már alig használják, kisgazdaságokban azonban, ahol a munkaerő jobban rendelkezésre áll, továbbra is megfelelő lehet.



7-17. ábra. Gyorskapcsolású öntözőcsövek kapcsolásai (Perrot és Bauer)

A gépi áttelepítést – a szárnyvezeték megfelelő kialakításával – többféleképpen oldották meg. Megkülönböztethetünk:

- vontatható,
- gördíthető és gördülő,
- csévélhető,
- körbe forgó,
- körbe járó,
- lineár

A **vontatható szárnyvezeték** (*17-18. ábra*) viszonylag egyszerű kialakítású. A gyorskapcsolású csövek a csatlakozásoknál kerekeken gördülő kis kocsira vannak szerelve. A csövek összekapcsolása olyan, hogy az egész vezeték a hosszirányú vontatást is kibírja. Ezt traktorral végzik. A szárnyvezeték kis vagy közepes teljesítményű szórófejekkel, szükség esetén toldó csövekkel is el van látva. A következő üzemállásba való átvontatás akkor egyszerű, ha az az előbbi üzemállással egyvonalban van. Figyelembe véve, hogy a szárnyvezeték hossza általában 200-260 m, még a széles táblákon is legfeljebb három-négy ilyen üzemállás lehetséges.

A tábla szélére érve a szárnyvezetéket szét kell szerelni, és a következő sorban újra összekapcsolni. Ez meglehetősen munkaigényes feladat. Fedetlen talajon, vagy alacsony és a taposást is tűrő növények esetén a szárnyvezeték szétszerelés nélkül "kígyózó" manőverrel is előbbre vontatható a következő üzemállásba. Kivételesen, ha erre kellő hely áll rendelkezésre, a szárnyvezeték nagy ívben megfordítható.

17-18. ábra. Vontatható szárnyvezeték

17-19. ábra. Gö 252 gördíthető szárnyvezeték

A **gördíthető és gördülő szárnyvezeték** (*17-19. ábra*) olyan fémcsövekből áll, amelyek nagy átmérőjű kerekekre vannak szerelve (12-18 méterenként). A 200-250 m hosszú és 130 mm körüli átmérőjű szárnyvezeték a középen elhelyezett meghajtómotor segítségével a csővezetékre merőleges irányba telepíthető át. Kétféle megoldási módja van. Az egyszerűbb megoldásnál a motor a csővezetéket mint tengelyt forgatja (gördíthető), s ezáltal jön létre a gördülő mozgás. A szórófejek kis vagy közepes teljesítményűek, a csővezetékről kiágazó közdarabokra kapcsolódnak. Az ilyen szárnyvezeték – mivel 0,6-09 m magasságban helyezkedik el – alacsony növésű növények öntözésére használható. A másik megoldás az előzőtől abban különbözik, hogy a csővezetéket két kerékkel alátámasztott A-alakú támszerkezetek hordozzák. A meghajtó motor a csővezeték mellett végighúzódó hajtótengelyt forgat-

ja, amelyekről lánchajtás továbbítja a mozgást a kerékpárokra (gördülő).

A **gördülő szárnyvezeték** (*17-20. ábra*) a csőhálózat fő- vagy mellékvezetékének hidránsaihoz kapcsolódva üzemeltethető. A kapcsolat legcélszerűbben műszálerősítésű tömlővel oldható meg. Egy-egy állás megöntözésével – miután a hidránst elzártuk és a csővezetékből a víz kifolyt – a motor beindításával a következő állásba mozgatható a szárnyvezeték. A tábla végére érve az egyszerűbb kialakítású szárnyvezetéket szét kell szerelni, míg a kerékpárral alátámasztott szárnyvezetékek között olyan megoldások is vannak, amelyek a kerekek 90 °-os elfordításával vontathatóvá tehetők, s így elhelyezhetők a következő táblára. A gördíthető szárnyvezetéket szabályos négyszög alakú, s mindenféle akadálytól (épület, elektromos távvezeték, stb.) mentes táblákon célszerű alkalmazni.

A **csévélhető** (*17-21. ábra*) szárnyvezeték hajlékony tömlő, amelynek végén általában egyetlen, nagy hatósugarú és szektorosan öntöző szórófej helyezkedik el, – csúszó alvázra vagy kis kocsira szerelve. A tömlő műanyag; hossza 200-600 m, belső átmérője 70-110 mm. Nyomásigénye a hidránsnál 5-7 bar, tehát jóval nagyobb, mint a többi, általában 3,5-5 bar nyomást igénylő szárnyvezetéké. A beöntözhető sáv szélessége 50-100 m. Kisgazdaságok részére kisebb méretű berendezéseket is gyártanak. A keresztmetszetét tekintve alaktartó tömlőt dobra csévélve használják, és így szállítják. A tömlő táblára vontatása, kifektetése, majd a dobra csévélése gépi erővel, traktorral történik. A szórófejet egyik üzemállásból a másikba a tömlő feljebb csévélésével helyezik át. A csévélhető szárnyvezeték nagy előnye, hogy szabálytalan táblákon és különféle akadályok mellett is jól használható.

17-20. ábra. ÖBa gördülő szárnyvezeték

17-21. ábra. Csévélhető szárnyvezeték szivattyúval

A **körben forgó** (*17-22. ábra*) szárnyvezetéken a fúvókák a konzol vége felé egyre növekvő átmérőjűek, s a konzol függőleges síkjával hegyesszöget zárnak be, hogy a kilépő vízsugár reakcióereje a konzolt forgásba hozhassa. Ilyen szempontból különösen fontos szerepük van a konzolok végén lévő fő- és mellékfúvókáknak, amelyek egyúttal a távolabbi területeket is beöntözik. A szárnyvezetéket tartó kocsiszerkezetet, az egész berendezést traktorral kell vontatni a következő üzemállásba, de vannak önjáró gépek is. A szárnyvezetékhez az öntözővíz tömlőn vagy gyorskapcsolású csővezetéken juttatható el. A körben forgó konzolos szárnyvezetékek üzemeltetésénél különösen figyelni kell az elektromos távvezetékekre, mert a konzol magassága a terepszint fölött 4-5 m.

17-22. ábra. Körbe forgó szárnyvezeték

17-23. ábra. Körbe járó szárnyvezeték

A **körben járó szárnyvezeték** (*17-23. ábra*) szintén többtámaszú, az alátámasztásokban önálló, vezérelt hajtóművel rendelkező, egy álló hidráns körül elfordulva öntöző szárnyvezeték, amely egy kör alakú területet öntöz be. Hossza 300-800 m. A 600 m-es berendezés, amelynek vízszállítása 100 l/s, 113 hektárt öntöz be. Három napos körülfordulási idő esetén 23 mm csapadékot szolgáltat ki. Az egyenletes vízszétosztás érdekében a szórófejek vízszállítása a szárnyvezeték mentén kifelé haladva egyre növekvő, mert egyre nagyobb területet kell beöntözniük. A szárnyvezeték teljesen automatikus

üzemű. A hajtást rendszerint hidromotor végzi, és az automatika is hidraulikus irányítású, de vannak villamos hajtású és irányítású berendezések is.

A **lineár szárnyvezeték** (*17-24. ábra*) frontálisan, vagyis a szárnyvezeték tengelyére merőleges irányban haladó berendezés, amely 160-180 mm átmérőjű csővezetékből szerelik össze, 3-4 m magasságban helyezkedik el, és 25-50 méterenként kerekeken nyugvó támszerkezettel van alátámasztva. Hossza az alátámasztási távolság tetszőleges többszöröse, akár 500-600 m is lehet. Rendszerint nyílt csatornából történő vízellátással alkalmazzák, de hidránsról is működtethető, kellő hosszúságú tömlős csatlakozással. Egykarú berendezésnél a szárnyvezeték elején, dupla karú berendezésnél a szárnyvezeték közepén van a vízbetáplálás. Utóbbi esetben a szárnyvezeték teljes hossza 1000-1200 m. A berendezés "lelke" egy automatikusan működő traktor, amely a meghajtó motoron kívül szivattyúval, egyéb különböző segédberendezésekkel és automatikával is föl van szerelve. A szivattyú szívócsöve csuklós kialakítású, a szívófejet egy úszótesten helyezték el. Így hidalható át a szívómagasság menet közbeni változása. A traktor a nyílt csatorna mellett szabályosan kialakított pályán vezérléssel, automatikusan halad előre az egész szárnyvezetékkel együtt. A szárnyvezetéket – megfelelő kerékáttételek útján – a támszerkezeteknél elhelyezett elektromotorok gördítik előre. A villamos energiát a szivattyút is működtető dízelmotor állítja elő. A gép haladási sebessége a kiadandó vízmennyiségtől függően állítható be, ez általában 0,1-0,2 km/h. A szárnyvezeték szórófejei különleges, rendszerint fix kialakításúak, de cserélhető elemekkel is ellátottak, egyes típusai lefelé néznek; igen finoman porlasztják a vizet, egészen kis intenzitással adagolják a csapadékot, így az sem a növényt sem a talajt nem károsítja. Az öntözés szempontjából a mikroklíma is kedvezőbbé válik, mert a levegő kissé lehűl, és páradúsabb lesz.

A frontálisan haladó esőztető berendezést akkor lehet gazdaságosan kihasználni, ha hosszú, lehetőleg 2-3 km-es táblákon alkalmazzuk. 1000 m szélességet feltételezve, a kiadódó táblanagyság 200-300 hektár. Ha a táblán nyílt csatorna húzódik keresztül, s az nem iktatható ki, akkor a berendezés áthaladását a csatornán megfelelő távolságban elhelyezett előregyártott vasbeton elemekkel, kis átjáró hidakkal tehetjük lehetővé. Emberi munkát csak a berendezés egyszeri összeszerelése és beállítása kíván. A szárnyvezetéket több évig is azonos helyen célszerű ; működtetni, mert a szétszerelés és az összeszerelés nem könnyű feladat. Természetesen, még a fagyok előtt vízteleníteni kell. A frontálisan haladó esőztető berendezéseket hazánkban is egyre szélesebb körben alkalmazzák; különösen a kukorica intenzív öntözésére használják igen jó eredménnyel.

17-24. ábra. Lineár szárnyvezeték

17.5.3. A szivattyú

Az esőszerű öntözéshez szükséges nagy nyomást centrifugál szivattyúval állítják elő, amelyet dízel- vagy villanymotor hajt meg. A mozgatható szivattyúknál célszerűen az előbbi alkalmazható, az állandó helyre telepített szivattyúknál inkább a villamos meghajtású. Nagyobb csőhálózatoknál (esőztető fürtöknél) a szükséges vízhozamot több szivattyú párhuzamos kapcsolásával lehet elérni. A kisebb gépegységekre a vízigények változása miatt is szükség van. Az öntözéshez való igazodás céljából a szivattyúk üzemeltetése rendszerint automatikus.

A szivattyús betáplálás helyét az öntözendő terület súlypontjában kell kijelölni, hogy minél kisebb legyen a csőhálózatban a nyomásveszteség. A szivattyús gépcsoportokat és a hozzájuk kapcsolódó csöveket és szerelvényeket (szívócső lábszeleppel, nyomócső visszacsapó szeleppel, tolózárral, légüsttel, stb.) egy szívóaknába, vagy a köré helyezik el, szabadtéri elrendezésben vagy zárt épületben. Az öntözőcső-hálózatok így kialakított szivattyútelepét nyomásközpontnak nevezik. A nyomásközponthoz tápcsatorna vezeti az öntözővizet.

A mozgatható (mobil) szivattyús gépcsoportokat (szivattyú + motor) aggregátornak is hívják. Ezeket az öntözővizet szállító nyílt csatorna mellett helyezik el, szívócsövük közvetlenül a csatornából veszi ki a vizet. Kisebb csatornaméretek esetén szívóaknát vagy szívózsompot kell kialakítani, oly módon, hogy a szívócső vége felett – a levegő beszívását elkerülendő – minimálisan 30-40 cm víztakarás legyen. Talajvízből történő vízbeszerzéskor a szívócsövet közvetlenül a kútra lehet szerelni.

17.6. CSEPEGTETŐ – MIKROÖNTÖZÉS

A **csepegtető és a mikroöntözési** mód a gyorsan változó műanyaggyártási technológia fejlesztésének és a világszerte egyre inkább szükséges víztakarékosság eredményeként alakult ki. Kialakulásában a száraz klímájú országok (USA, Izrael, Olaszország, Ausztrália stb.) szerepét kell elsősorban megemlíteni, de az angol, a holland és a dán termesztők kezdeményezései is figyelemreméltóak. A jó minőségű részegységek megbízható vízadagolást eredményeznek, ennek következtében elterjedhetett a folyékony tápanyagok a vízzel történő kiadagolása. Vagyis műszakilag megteremtődött a növények víz- és tápanyagigényéhez igazodó pontos adagolás lehetősége, amely biztosítja a növények optimális ellátását. Az öntözési mód, ellentétben az esőszerű öntözéssel, nem a teljes növénytermesztési teret látja el vízzel, hanem célirányosan a gyökérzónát, illetve annak egy részére juttatjuk ki a szükséges öntözővizet.

Előnyök

- takarékos vízhasználat
- kis energiaigény
- távirányítható, magasfokú automatizálhatóság
- növényvédelem, gyomtalanítás
- terméstöbblet
- öntözővíz sótartalma kevésbé károsító
- tápanyagutánpótlás
- nem akadályoz a művelésben
- viszonylag olcsó
- szélhatás kicsi
- klíma-, páraszabályzásra alkalmas

Hátrányok

- sűrűvetésű szántóföldi növénytermesztésben nem alkalmas
- öntözővíz tisztítás (szűrés) szükségessége
- arid klímán nem véd a defláció ellen

Az öntözési mód osztályozását sokféleképpen megtehetjük. Az alábbiakban ezek közül mutatunk meg néhányat.

A vízadagoló elem szerint csoportosíthatjuk:

- csőbe épített
- külső csepegtetőfejes
- mikroszórófejes
- forgó
- jet-ek
- porlasztó
- szivárogtató

adagolás módja szerint

- cseppekben
- vízsugaras
- megtört vízsugaras

beillesztés módja szerint

- szárnyba illesztett
- szárnyon elhelyezett
  szárnyba emelten illesztett

Az átfolyás módja szerint csoportosíthatjuk:

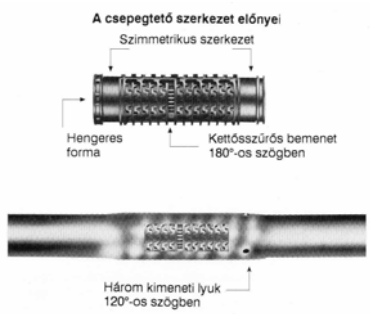
- furatos
  - örvényes
  - minisugaras
  - mikroszórófejes
- járatos
  - szabályozható
  - kalibrált
- nyomáskiegyenlítő
- öntisztító

adagoló nyílások száma szerint

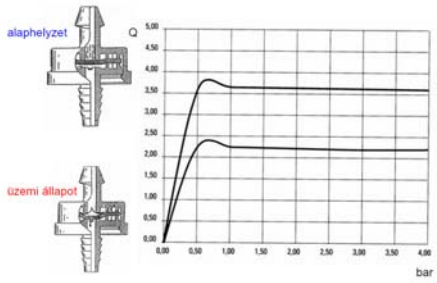
- egy
- több

A vízadagoló elemek teljességét nem lehet bemutatni, ezért csak néhány példát adunk közre. A *17-25. ábrán* csőbe illesztett csepegtető elemet láthatunk, ahol a víz a csőfalba épített járatban nagy helyi veszteséget produkál, ezért a szárnyvezeték veszteségének nagy részét az elem adja. E mellett a szárnyvezeték hossz-menti vesztesége jóval kisebb, ezért a vízadagolás egyenletessége biztosítható.

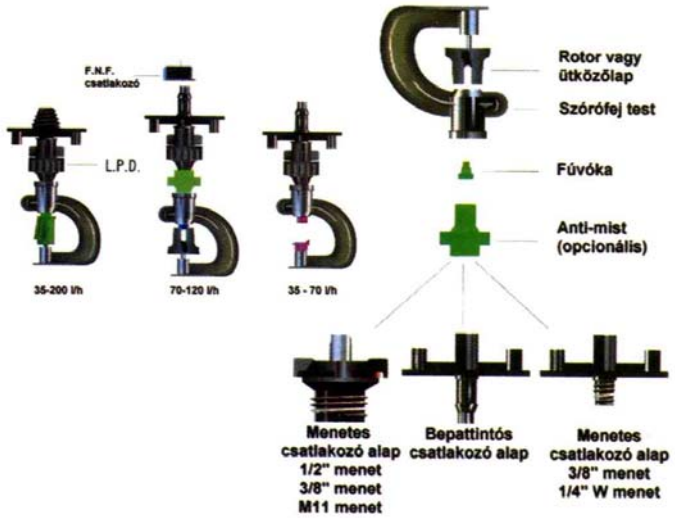
A *17-26. ábrán* nyomásszabályzóval ellátott vízadagoló elemet láthatunk. Itt a nyomásszabályzó elem feladata a szárnyvezeték mentén fellépő nyomáscsökkenés kompenzálása, úgy, hogy a kilépésnél a vízhozam egyenletes legyen.



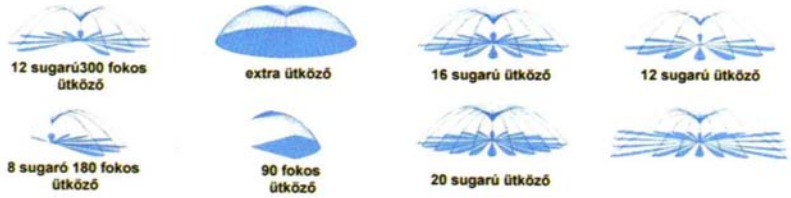
17-25. ábra. Csőfalba épített csepegtetőtest



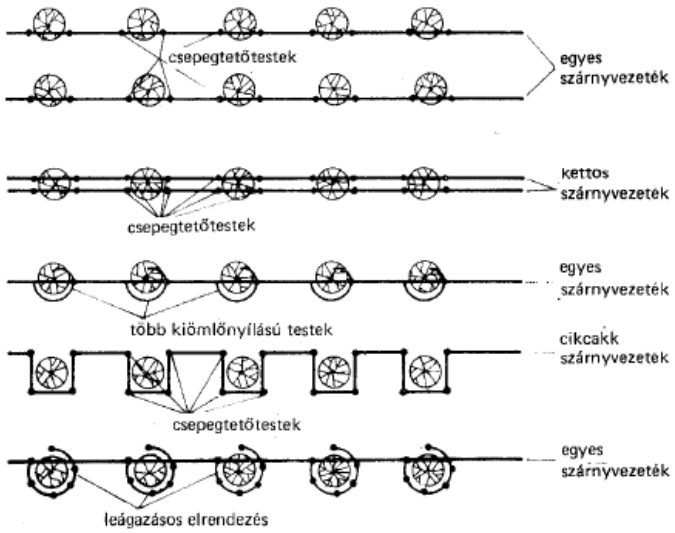
17-26. ábra. Nyomáskompenzált csepegtetőtest és vízszállító képességi diagramja



17-27. ábra. Vízsugaras mikroöntöző szórófejek



17-28. ábra. Ütköző lappal felszerelt szórófejek vízporlasztási módjai

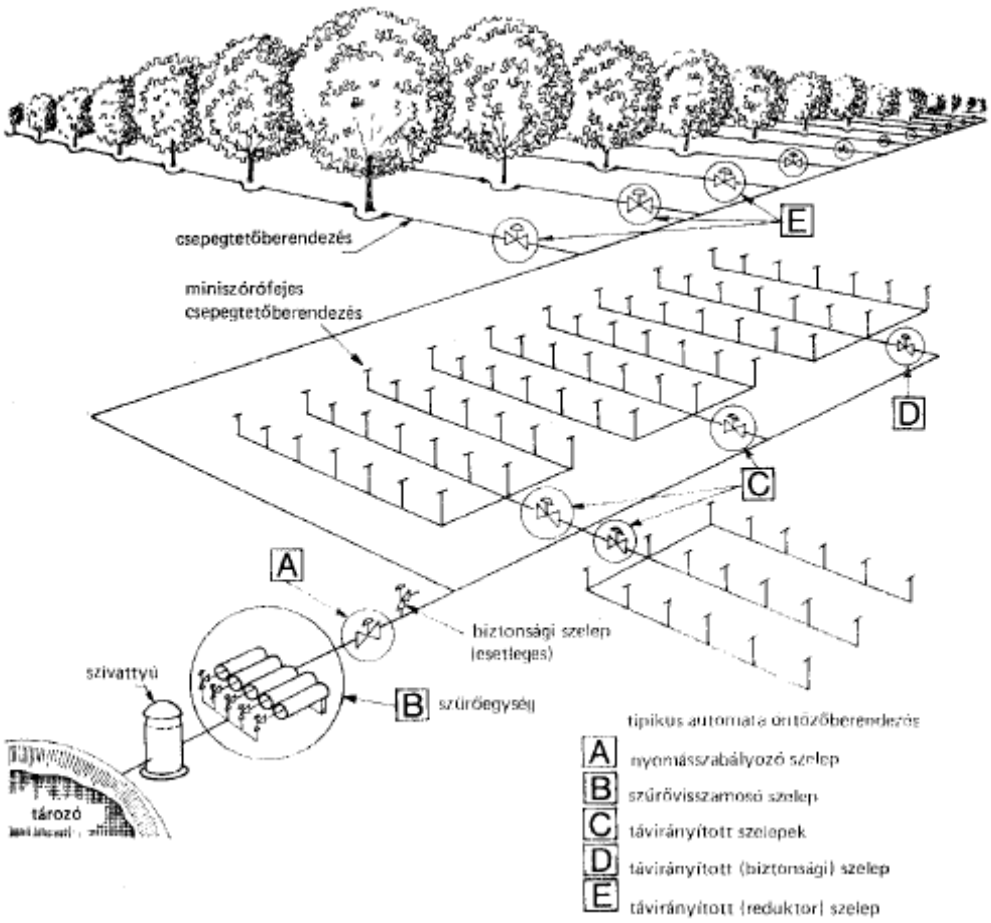


17-29. ábra. Vízadagoló elemek elhelyezése szárnyvezetéken

A vízsugaras mikroöntöző fejek gyártmányskálája szinte végtelen (*17-27. ábra*). A szárnyvezeték menti egyenletes vízszállítást (a változó nyomás ellenére) az azonos típuson belüli különféle (más-más színű) fúvókaméret alkalmazásával lehet megoldani. Az alacsony nyomás miatt a szórófejek jobb porlasztását, irányított vízsugarát különféle terelő elemekkel lehet megoldani. Erre mutat példát a *17-28. ábra*. a vízadagoló elemek a szárnyvezetéken különféle módon vannak elhelyezve (*17-29. ábra*).

Nélkülözhetetlen eleme a mikroöntöző berendezésnek a csőhálózat, amely fővezetékből, mellékvezetékből, valamint osztóvezetékekből és szárnyvezetékekből tevődik össze. A hazai gyakorlatban hegesztéssel szerelhető kemény polietilén (KPE) csöveket használnak, míg külföldön elterjedt a ragasztással összeilleszthető PVC csövek alkalmazása. Vannak vegyes csőanyagú telepek , amelyeken a vízszállítás PVC csövekkel történik, míg az osztócsöveket KPE csőből készítik. Az egyes öntözőberendezésekben alkalmazott csövek belső átmérőjét a hosszuk, a szállítandó vízmennyiség és a terepadottságok alapján méretezéssel határozzák meg. A csövek nyomástűrése rendszerint 350 kPa alatti érték.

A **mikroöntöző berendezések üzemeltetése** közben a legfontosabb a szűrők működésének ellenőrzése, valamint a csővezeték – vagy a vezeték egy-egy szakaszának – időnkénti tisztító jellegű öblítése. A csővezetékben történő lerakodások eltávolítása érdekében szükség lehet a vezeték savazására is, ami enyhe savoldat (0,7-1,0%-os töménységű sósav, hangyasav, foszforsav vagy salétromsav oldat) segítségével végezhető úgy, hogy a csővezetéket feltöltjük a savoldattal, majd 24 óráig állni hagyjuk. Másnap újabb savfeltöltés után kb. 30 perces tiszta vizes öblítést végzünk oly módon, hogy a legtávolabbi csepegtető csőtől indulva a csövek végeit 10-15 másodpercre megnyitjuk, ezáltal a levált szennyeződések a vezetékből eltávozhatnak. A savazásos csőtisztítást a hosszabb öntözési szünetek, vagy a tenyészidő végén történő leállás előtt célszerű mindenképpen elvégezni, mert a cső falára rászáradó lerakódások az újraindításkor leválva a vízkiadagoló elemek dugulását okozhatják.



17-30. ábra. Csepegtető öntözőtelep elvi felépítése