



9. ÖNTÖZÉS GÉPEI

A következő évek mezőgazdasági termelésével kapcsolatban várható, hogy a kedvező termőhelyi adottságú területek az intenzív mezőgazdasági termelés irányába fognak fejlődni, e területeken az öntözés alapfeltétellé válik.

Az esőszerű öntözés technikai fejlődése kezdetben az élőkommunka-szükséglet csökkentése, később az öntözés minőségének javítása a víz és energiatakarékosság irányába mozdult el. Alapvető követelménnyé vált a növények vízigényéhez való minél pontosabb alkalmazkodás lehetőségének biztosítása. Előtérbe került a felügyeletet nem igénylő automatikus működtetés, valamint a többcélúság (tápanyag- és növényvédelmi öntözés) megvalósítása [Lelkes, 1997].

Az öntözés gépeinek tárgyalása előtt tekintsük át az öntözés lehetséges módozatait, és vizsgáljuk meg, hogy hazánkban mely öntözési módok a legelterjedtebbek, illetve a jövőben mely öntözési mód indulhat jelentős fejlődésnek.

Az öntözési mód megmutatja, hogy milyen módon juttatjuk ki az öntözővizet a növényállomány számára. Néhány formája már évezredek óta használatos, az ókorban kultúrák fejlődtek és virágoztak az öntözésre építve, pl. az Egyiptomi Birodalom, a Tigris és Eufrátesz kultúrköre. A kínai rizstermelés öntözési módszere a felületi öntözés.

Felületi öntözési mód. Ezzel az öntözési móddal a vizet az osztóelemekből közvetlenül a talaj felszínére juttatjuk, ott történik a víz továbbvezetése, miközben beszívárog a talajba. Ebbe az öntözési módba tartoznak az árasztó öntözés, ilyenkor az öntözendő területet teljes egészében elárasztjuk. Rizs és gyepkultúrák öntözésére használható eljárás.

Sávcsörgedeztető öntözés. Itt vékony lepelvizet engedünk végig a területen, maximum 5 cm vastagságban. Elsősorban gyepek öntözésére használatos eljárás. Magyarországon jelenleg nincs erre berendezett terület.

A tömlős áztató öntözés. Itt a barázdákat (osztó és öntözőbarázdák) könnyű perforált, vagy kiömlő nyílásokkal ellátott öntözőtömlők helyettesítik és juttatják ki a vizet.

Esőszerű öntözési mód. Az esőszerű öntözési módnál az öntözővizet zárt csővezetékben, nyomás alatt szállítjuk a szórófejekhez, amelyek a vizet cseppekre bontják és így juttatják az öntözendő területre. Hazánkban jelenleg ez a mód a legelterjedtebb, ezen mód gépi berendezéseivel foglalkozunk.

Felszín alatti öntözési mód. Az öntözővizet zárt csővezeték rendszerben, amelybe szivárogtató testek vannak beépítve, közvetlenül a gyökérszónába juttatjuk a talaj felszíne alatt, és szivárogtató testeken keresztül jut a talajba.

A vízzel és energiával takarékosan gazdálkodó öntözési mód, amely az elmúlt 20-30 évben indult rohamos fejlődésnek a:

Mikroöntözési mód. Mikroöntözés alkalmazása esetén zárt vezetékrendszerben, alacsony nyomással (< 2,5 bar), időegység alatt kis mennyiségben (< 500 l/óra) juttatjuk az öntözővizet a felhasználás helyére. Jellemzője, hogy nem öntözzük a teljes felszínt és napi öntözővíz-adagokban számolunk, naponta akár többször is adagolva a vizet az egyes növényegyedekhez, vagy sorokhoz. A legelterjedtebb megoldásai a csepegtető öntözés és a mikroesőztető öntözés.

Csepegtető öntözés. Zárt csővezetékben vezetjük a vizet a felhasználás helyéig, ahol vagy a csőbe beépített csepegtetőtesteken keresztül (labirint), vagy a csőre rászerezelt kapilláris vagy labirint testeken keresztül jut a talajra. A rendszer lehetővé teszi, hogy kis veszteséggel akár 95% hasznosulást érjünk el.

Mikroesőztető öntözés: Ez esetben a zárt vezetékből az öntözővíz kisintenzitású, jó porlasztású szórófejekon keresztül jut az öntözendő talajra. Leggyakrabban ütközőlapos, rotoros (forgórészes) és sugár mikroszórófejek használatosak. Bármely változatuknál körkörös és szektoros szórás képű megoldás lehetséges.

Hazánkban jelenleg az esőszerű öntözési módon belül a mozgás közben végzett öntözés a jellemző, melynek gépei a következőképpen oszlanak meg [Cserhidy, 1995].

Kemény polietilén tömlős csévévelhető öntözőberendezés: 70% (10% hazai gyártmány), ez jelenleg



az öntözéses gazdálkodás meghatározó típusa.

Lineár és center-pivot öntözőberendezés: 20%

Egyéb: 10%

A felületi öntözést ma már csak szórványosan alkalmazzák, részaránya csökkenő.

A mikroöntözést elsősorban ültetvényeken alkalmazzák, kis energia- és vízigény jellemzi.

9.1. AZ ESŐSZERŰ ÖNTÖZŐBERENDEZÉSEK

A táblán belüli vízszétosztás az esőszerű öntözési módszernél alapvetően kétféle úton valósítható meg. A hagyományos módszer az álló helyzetben működő, állványra helyezett körforgó szórófejek által megvalósított esőztetés, ahol a vízborítást a szórófejek üzemelési ideje határozza meg.

A modern vízadagolási módszerek az egyre intenzívebbé váló öntözéses növénytermesztés mind szigorúbb követelményeinek kielégítése céljából az 1980-as években alakultak ki. Ezeknek a követelményeknek tesz eleget a gyakori kis adagú esőztető öntözés, amely a járvaüzemelő technikára épül [Lelkes, 1985].

A járvaüzemelő berendezések teljes mértékben gépesített áttelepítésű, automatizált és üzem közben felügyeletet gyakorlatilag nem igénylő berendezések, amelyek szórófej, konzol vagy más vízadagoló elem folyamatos mozgása közben juttatják az öntözővizet a talajra, illetve a növényekre. A vízborítást a szórófej vagy a konzolnak a mozgási sebessége határozza meg. A leggyakrabban alkalmazott járvaüzemelő berendezések a csévélfelhető tömlős öntözőgépek, amelyek vízadagoló eleme lehet szórófej vagy konzol. A járvaüzemelő konzolok igen finom cseppképzést biztosítanak, amely alkalmazás-technikai szempontból előnyös lehet.

A járvaüzemelő öntözőgépek másik nagy csoportja a frontálisan haladó ún. lineár és a körbejáró, más néven center-pivot berendezések. Ezek közös jellemzője, hogy a néhány tíz métertől néhány száz méterig terjedő hosszúságú csővezeték egymástól 25–55 m távolságban elhelyezett, toronyszerűen kialakított, kerekkel ellátott jároszerkezeteken nyugszik. Lineár berendezés esetében a csővezeték a cső tengelyével merőleges irányban mozog, körbejáró (center-pivot) berendezés esetén a csővezeték egyik vége, mint forgási középpont körül, körpályán mozog. A vízellátás csatornából vagy tömlővel valósítható meg. A hozzávetőlegesen 10–20 mm egyszeri vízadagok az öntözőgép haladási sebességének változtatásával állíthatók be.

A korszerű öntözés egyre energiaigényesebb technológiává válik. Sok öntözött gazdaságban a víz kijuttatása a szántóföldre több energiát igényel, mint az összes többi energiaigénylő folyamat együttevége.

A megváltozott gazdasági körülmények között a termelési költségek átrendeződése következtében az energiaköltségek nagyarányú növekedése jelentkezik.

Hazánkban jelenleg az esőszerű öntözési módon belül a mozgás közben végzett öntözés a jellemző, melynek gépei a következőképpen oszlanak meg. [Cserhidly, 1995]

A mozgatható esőztető berendezések szárnyvezetékeinek áttelepítése nagy kézi munkaerőt igényel. Ezért manapság gyakorlatilag mindenütt a gépi mozgatású szárnyvezetékek használatosak. A gépesített áttelepítésű öntözőberendezések üzemeltetése szabályos, téglalap alakú, felszíni akadályoktól (fásor, nyílt csatornahálózat, elektromos távvezeték stb.) mentes, egyenletes felszínű területet igényel. Lejtése általában 5%-nál nem lehet nagyobb. A terephez jobban igazodó típusoknál (pl. csévélfelhető szárnyvezetékek) a nagyobb hosszirányú lejtés is megengedhető, de a keresztirányú lejtés növekedése a lecsúszás veszélyével járhat.

A gépi mozgatású esőztető szárnyvezetékek több változata és azokon belül sokféle típusa alakult ki. Az áttekinthetőség céljából a gyakorlatban szokásos mozgásmód szerinti csoportosítást mutatjuk be. Eszerint megkülönböztetünk:

- hosszirányban és
- keresztirányban vontatható,



- tömlős és
- csévélhető tömlős,
- lineár és
- center pivot,
- traktorra szerelt szárnyvezetékeket.

9.1.1. HOSSZIRÁNYBAN ÉS KERESZTIRÁNYBAN ÁTTELEPÍTHETŐ SZÁRNYVEZETÉKEK

A vontatható szárnyvezeték az általánosan elterjedt, hordozható, gyorskapcsolású acél-, alumínium vagy műanyag csövekből összeállított szárnyvezetékek továbbfejlesztett változata.

E csöveket a csatlakozásoknál kerekekkel ellátott kocsiszerkezet támasztja alá úgy, hogy mód nyílik a vezeték csőirányú vontatására. A fémcsövek kb. 80 cm magasságban helyezkednek el a talajfelszín felett, a műanyag cső a talajon csúszik, és a kerekek csupán a szórófejeket tartják.

Keresztirányban áttelepíthető szárnyvezetékek

A szárnyvezetékek e fajtái a cső tengelyére merőleges irányban gördülnek, illetve kerékpárokon haladnak egyik üzemállásból a másikba. Gördülő változataik egyszerűek, és így az alacsony növésű kultúrákban a leggazdaságosabbnak bizonyultak. Hat méter hosszú csöveik alumínium vagy horganyzott acél szalaglemezből, hegesztéssel készülnek. A 18; 24, 36 esetleg 42 m-es kötéstávolságnak megfelelően, a csővezetékéről közdarabok ágaznak ki. Ezekre kapcsolódnak a szórófejek.

Kerekek átmérője 1,8-2,0 m, és belsőégésű, villamos vagy hidromotor működteti azokat úgy, hogy haladás közben a csővezeték, mint tengelyt forgatják. Olyan változatot is gyártottak, amelynél külön hajtótengely végezte a transzmissziót.

A könnyen kezelhető, megbízható működésű berendezés nagy hátránya, hogy hosszirányú szállításhoz szét kell szerelni. Ez az idővesztés a görgős papucsokkal küszöbölhető ki.

A hidránsra vagy más főnyomócsőhöz flexibilis csővel kapcsolható. E célra a 40 m hosszú, 130-150 mm átmérőjű műszálas tömlő a legalkalmasabb. A kerékpárokon előrehaladó változatok abban különböznek az előbbiektől, hogy acélból vagy alumíniumból gyártott merev csővezetékeiket „A” alakú, két kerékkal alátámasztott mozgó támszerkezet hordozza.

A hagyományosnak számító berendezés méretezésének kérdésével a 9.2. fejezetben foglalkozunk.

9.1.2. CSÉVÉLHETŐ TÖMLŐS ÖNTÖZŐBERENDEZÉSEK

A berendezés áttelepítésének megkönnyítése céljából a tömlők dobra csévélhetőek, és lehetnek alaktartók, illetve lágyak. Mivel felcsévélte állapotban csak alaktartó tömlőben lehet vizet szállítani, ezért az esőztető öntözésben ez utóbbi terjedt el. A csévélhető berendezések közös jellemzője, hogy a víznyerési helytől a szórófejig hajlékony tömlőben vezetik a vizet, öntözés közben a tömlő folyamatosan egy dobra csévélődik. A gyakorlatban alkalmazott csévélhető berendezések 50-100 m munkaszélességű, max. 500m hosszúságú sávokat öntöznek.

A csévélhető berendezések részeik, szerkezetük és működésük tekintetében alapvetően nem különböznek egymástól. A gépek kerek alvázból, azon elhelyezett csévélődobból, tömlőből, szórófejkocsiból, hajtóműből, biztonsági és szabályozó kiegészítésekből állnak. Különbség inkább a méretekben, az üzembiztonságban, a gyártás színvonalában és a kezelési, kényelmi segédeszközök választékában mutatható ki.

A csévélhető berendezésekkel az öntözés nagyon rugalmasan valósítható meg változó alakú és méretű területeken. A tömlő végén lévő szórófej helyett megfelelően méretezett öntözőkonzol is alkalmazható, amelyen igény szerint szórófejek, vagy felületi öntözésre alkalmas vízadagoló elemek működtethetők.

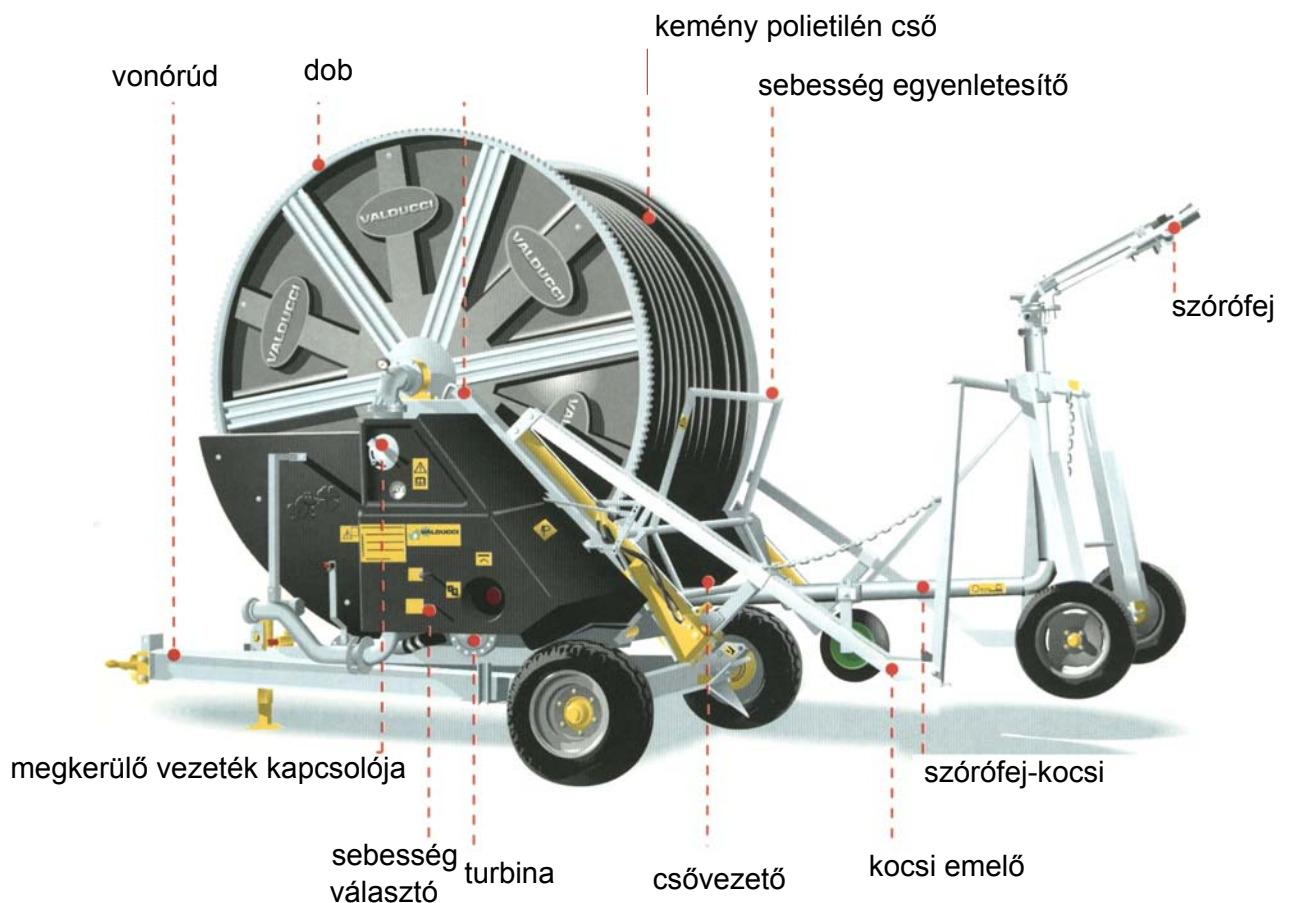
A szárnyvezetékek mozgató módja alapján mechanikus,



hidromechanikus és
elektromechanikus
hajtást különböztetünk meg.

A mechanikus hajtású berendezések minden energiaigényét (a táblára vontatást, a tömlő kifektetését, majd a dobra csévélését) a traktor, illetve teljesítményleadó tengelye elégíti ki. A csörlős változat két gumikerékkal alátámasztott egytengelyes kocsiból, az erre szerelt vízszintes tengelyű csörlődobból, és arra csévélhető, kb. 200 m bosszú alaktartó kemény polietilén tömlőből áll. Annak a dobban rögzített vége gyorskapcsolófejjel csatlakoztatható a hidránsra vagy a fővezetékre.

A tábla szélére vontatott berendezés szántalpas szórófej-állványát a kijelölt helyen -akár kézi erővel- rögzítjük, a dob hajtását kikapcsoljuk, majd a traktorral a csörlőkocsit a hidráns felé vontatjuk. A szabadonfutóvá vált dobról a traktor mozgása közben letekeredik a tömlő, és az erőgép haladásának irányában a talajra fekszik. A hidránsnál lekapcsoljuk a kocsit a vontatóról, és a berendezést a vízforrásra kapcsolva megkezdhetjük az öntözést. Az öntözés e módjának hátránya, hogy az egész üzemidő alatt leköt egy traktort, amely a dob lassú folyamatos vagy szakaszos hajtásával a szórófej mozgatását végzi. E hátrány kiküszöbölésére alakították ki a hajtás hidromechanikus és elektromechanikus változatát.



9.1. ábra Csévélhető tömlős öntözőberendezés

A hidromechanikus hajtás lényege, hogy a tömlő felcsévélése vagy az egész berendezés mozgatása az öntözővíz nyomását hasznosító csörlőszerkezet feladata. Erre a célra használatos fő- és mellékáramú turbina. Például itt alkalmaznak kisméretű Pelton-turbinát a hajtáshoz. Az ilyen rendszerű tömlős szárnyvezetékek számos típusa használatos. A 9.1. ábra mutatja egy tipikusnak mondható berendezés fő részeit: a tömlődob a tömlővel, a csörlőszerkezet, szórófejkocsi a szórófejjel, vagy szórófejekkel.



Kocsija hegesztett kéttengelyes alátámasztású traktorral vontatható keretszerkezet. A kocsik hajtószerkezete a szükséges energiát az öntözővíz nyomásából nyeri. A szórófej-kocsit a tömlő kihúzásával öntözési állapotba húzzák a szerkezetet egyébként is mozgó traktorral. A csévéldob a hidránsra való csatlakoztatás után megkezdődik az öntözést a szórófej-kocsi visszahúzásával. Az öntözés ideje alatt a vontató szabaddá válik és egyéb munkaműveleteket, pl. egy másik öntözőberendezést is mozgathat. A gépen többféle vontatási sebesség állítható be. Amint a szórófej-kocsi eléri a dobot a végálláskapcsoló automatikusan leállítja a dob forgását. A vontatás állandó sebességéről a sebesség egyenletesítő szerkezet gondoskodik. A szárnyvezeték nyomásigénye kb. 6 bar, ha nagyhatású szórófejet alkalmaznak és 2-3 bar, ha felületi öntözésre alkalmas vízadagoló elemeket szerelnek a berendezésre. A dob forgatása belsőégsű motorral vagy elektromos úton is megoldható. A közvetlen elektromos hajtás a bonyolult érintésvédelmi és csatlakoztatási problémák miatt kivételesen alkalmazható. Az akkumulátoros megoldás az akkumulátor karbantartási igénye miatt nem olyan elterjedt, mint a hidromechanikus hajtás.

9.1.3. KÖRBENJÁRÓ (CENTER PIVOT) ÉS FRONTÁLISAN MOZGÓ (LINEÁR) ÖNTÖZŐBERENDEZÉSEK

A körbenjáró berendezésekre (center pivot) jellemző, hogy a néhány tíz métertől a néhány száz méterig terjedő hosszú csővezeték egymástól 25-55 m távolságban elhelyezett kocsikon (tornyokon) nyugszik. A vezeték egyik vége a vízkivitelhez rögzített, amely körül az óramutató járásához hasonlóan körben jár, és folyamatos mozgás közben öntöz. A berendezések szabadmagassága általában 1,5-3 m, ezért kukorica, stb. öntözésére is alkalmasak.

A kocsik mozgatása egyedi hidraulikus vagy elektromos motorral történik, a vezeték egyenesben tartását, a haladási sebesség stabilitását és az üzemelés biztonságát automatikus rendszer ellenőrzi és vezérli. Alkalmazási körét a talajtípus nem korlátozza. A domborzat és a lejtési viszonyok alakulása a kocsik távolságát és darabszámát befolyásolja, amit rendszerint a gyártó tervezőirodája határoz meg az alkalmazási hely adottságainak ismeretében. A korszerű gyártmányok 15% terepesésig alkalmazhatók.



9.2 ábra Lineár öntözőberendezés kisnyomású szórófejekkel

A vízadagoló elemek méretezése és elrendezése a talaj vízgazdálkodási tulajdonságaival összhangban történik számítógépi program segítségével. A víz nyomása szempontjából a berendezések kis nyomásúak (1-2 bar) vagy közepes nyomásúak (5-6 bar) a felhasználó lehetőségeitől függően. A modern körbenjáró berendezések nemcsak kör alakú terület öntözésére alkalmasak, mert az utolsó kocsihoz egykarú konzol csatlakozik, amely csak akkor öntöz, amikor a vezeték a kört burkoló négyzet sarkainak irányába érkezik, ezt szintén speciális program vezérli.



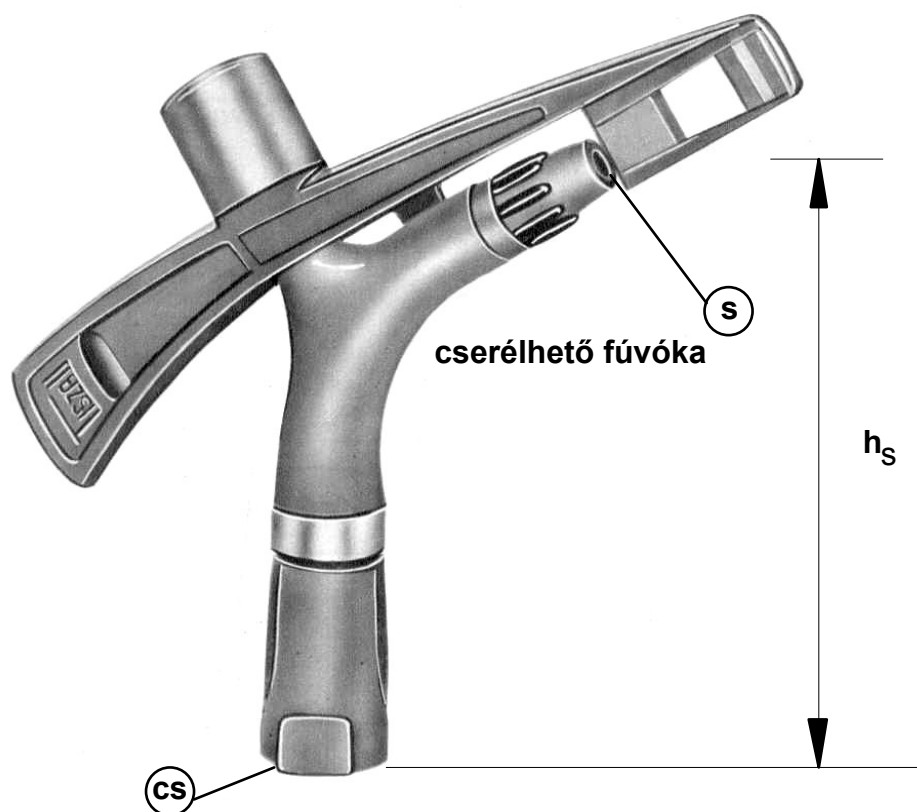
A vízborítás egyenletessége igen jó, és egy menetben kis víznorma is kiadható, ezért ezek a berendezések az öntözővízzel folyékony műtrágyák és bizonyos növényvédőszeres kijuttatására is alkalmasak. A frontálisan mozgó (lineár) berendezés szerkezeti kialakításban az előzőhöz hasonló, de nem körpályán, hanem a csővezeték tengelyére merőleges irányba halad és folyamatosan öntöz. Az üzemeltetése teljesen automatizált, egyes típusok hidránsról, mások nyílt csatornáról üzemeltethetők.

9.2. SZÁRNYVEZETÉK MÉRETEZÉSE

Az üzemkészen kézi vagy gépi áttelepítésű öntözőberendezéseket 6 méteres elemekből lehet összeépíteni és a megfelelő távolságokba elhelyezett szórófejekkel lehet elérni, hogy az öntözés megfelelő intenzitású (i [mm/h]) és megfelelő egyenletességű legyen. Az öntözés intenzitása, vagyis az óránként kijuttatott víz mennyiségét a növényi kultúra, a talaj minősége stb. határozza meg. Ennek ismeretében és a rendelkezésünkre álló szórófejek adatai alapján megtervezhetjük, hogy milyen távolságokra helyezzük el a szárnyvezeték mentén a szórófejeket. a következőkben bemutatunk egy szárnyvezeték méretezést régebbi hazai gyártású szórófejek adatainak felhasználásával.

9.2.1. A SZÓRÓFEJEK ÁRAMLÁSI JELLEMZŐI

A szórófejekkel, pontosabban egy régebbi magyar gyártmányú, de ma is használatos T-45-ös szórófejjel, amely kétfúvókás billenőkaros közepes intenzitású változat, már bizonyos fokig foglalkoztunk a 2.3. fejezetben (52. oldal). Ott egyetlen egy szórófej működtetésének feltételeit követtük számítással.



9.3. ábra Tisza II. szórófej

Jelen fejezetben felhasználjuk az ott megismert adatokat (2.6. táblázat), továbbá egy másik szintén régebbi hazai gyártású Tisza II., egy fúvókás kis intenzitású billenőkaros szórófej adataival is megis-



merkedünk. A szórófejet a 9.3. ábra mutatja. Jellemző adatai, pedig 9.1. táblázatban található meg. A szórófejek által kibocsátott vízmennyiség a 2. fejezetben használt formájában:

$$Q = \mu \cdot A_s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad 9.1$$

- ahol „H” a szórófej előtt mért nyomás méterben mérve,
- A_s a szórófej kilépő keresztmetszete,
- μ szerkezeti tényezője, amelynek értéke szórófejtől függően 0.9-0.95 közötti érték, magyarázatát ld. 2.3 fejezetben.

A szerkezeti tényező a szórófej áramlási veszteségeit és szerkezet, geometriai viszonyszámokat tartalmazó mennyiség. Megértéséhez alkalmazzuk a veszteséges Bernoulli-egyenletet (2.1. egyenlet) a szórófejnek a csővezetékhez kapcsolódó keresztmetszete (cs) és a fűvóka kilépő keresztmetszete (s) között.

$$\frac{v_{cs}^2}{2 \cdot g} + \frac{p_{cs}}{\rho \cdot g} = \frac{v_s^2}{2 \cdot g} + \frac{p_0}{\rho \cdot g} + h_s + \Delta h' \quad 9.2$$

Néhány közelítést alkalmazhatunk az összefüggésben, ha a környezeti nyomáshoz képesti túlnyomással számolunk, akkor $\frac{p_{cs} - p_0}{\rho \cdot g} = H$. Felhasználhatjuk, hogy $h_s \ll H$, hiszen (H) tíz méterekben mérhető nyomás, ezért $h_s \cong 0$ közelítést tehetjük.

A (cs) és az (s) pontok között fennáll a folytonosság tétele, azaz:

$$v_{cs} \cdot A_{cs} = v_s \cdot (\beta \cdot A_s), \text{ amelyből } v_{cs} = \frac{\beta \cdot A_s}{A_{cs}} \cdot v_s. \quad 9.3$$

A kilépő keresztmetszet kontrakciós tényezője, β , amely a kilépő vízszög összehúzódását veszi figyelembe, ($\beta < 1$). Bizonyos fűvóka típusoknál értéke közelítésként egynek választható.

Mindezeket beírva a 9.2 egyenletbe, kapjuk a következőt:

$$\frac{v_s^2}{2 \cdot g} \cdot \left(\frac{\beta \cdot A_s}{A_{cs}} \right)^2 + H = \frac{v_s^2}{2 \cdot g} + \Delta h'. \quad 9.4$$

A 2. fejezetből tudjuk, hogy a veszteségmagasság arányos a sebességmagassággal, az arányossági tényező, a veszteségtényező (ζ). $\Delta h' = \zeta \cdot \frac{v_s^2}{2 \cdot g}$.

Ezt is beírva a 9.4 egyenletbe és rendezve a fűvókából kilépő vízszög sebességére, kapjuk

$$v_s = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\beta \cdot A_s}{A_{cs}} \right)^2 + \zeta \right)}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad 9.5$$

Szorozzunk be mindkét oldalon A_s -el, hogy a térfogatáramot kapjuk meg:

9.6



$$Q = \frac{\beta \cdot A_s}{\sqrt{1 - \left(\frac{\beta \cdot A_s}{A_{cs}}\right)^2 + \zeta}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Összehasonlítva a most nyert kifejezést a 9.1. egyenlettel, a szerkezeti tényező a következő értékekkel fejezhető ki:

$$\mu = \frac{\beta}{\sqrt{1 - \left(\frac{\beta \cdot A_s}{A_{cs}}\right)^2 + \zeta}} \quad 9.7$$

Ha a szerkezeti tényezőt ismerjük, akkor közelítőleg ki tudjuk számítani a szórófej kilépő sebességre vonatkoztatott veszteségtényezőjét, ζ -t is.

$$\zeta \cong \frac{1}{\mu^2} + \left(\frac{\beta \cdot A_s}{A_{cs}}\right)^2 - \beta$$

A fűvóka és a cső keresztmetszetének a viszonya legtöbb esetben olyan kicsi szám, hogy a fűvók cseréje során a szerkezeti tényező nagyon csekély mértékben változik.

9.1. táblázat Tisza II szórófej adatai [AGROTRÖSZT]

A SZÓRÓFEJ JELLEMZŐ ADATAINAK ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZATA

Fűvóka átmérője d (mm)	Nyomás p (bar)	Vízszállítás Q (liter/s)	Szórási sugár R (m)	Átlagos vízborítás 24x24 m kötésnél i (mm/h)	60 mm csapadék kiszórási ideje T_{60} (h)
8,6	2,0	1,07	18,0	—	—
	2,5	1,20	19,0	7,5	8,0
	3,0	1,31	19,8	8,2	7,3
	3,5	1,41	20,4	8,8	6,8
	4,0	1,51	20,8	9,4	6,4
	4,5	1,60	21,0	—	—
9,2	2,0	1,23	18,5	—	—
	2,5	1,37	19,5	8,5	7,0
	3,0	1,50	20,3	9,4	6,4
	3,5	1,62	20,9	10,1	5,9
	4,0	1,73	21,3	10,8	5,5
	4,5	1,83	21,5	—	—
10,2	2,0	1,51	19,2	—	—
	2,5	1,69	20,2	10,5	5,7
	3,0	1,85	21,0	11,5	5,2
	3,5	2,00	21,6	12,5	4,8
	4,0	2,13	22,0	13,4	4,5
	4,5	2,27	22,2	—	—

A 9.1 táblázat adataiból ki is tudjuk számítani a szerkezeti tényezőt a három különböző fűvókára, valamint a veszteségtényezőt is meg tudjuk adni, ha a szórófej csatlakozó méretét 1", kb. 25 mm-esnek és $\beta \cong 1$ -et választjuk.



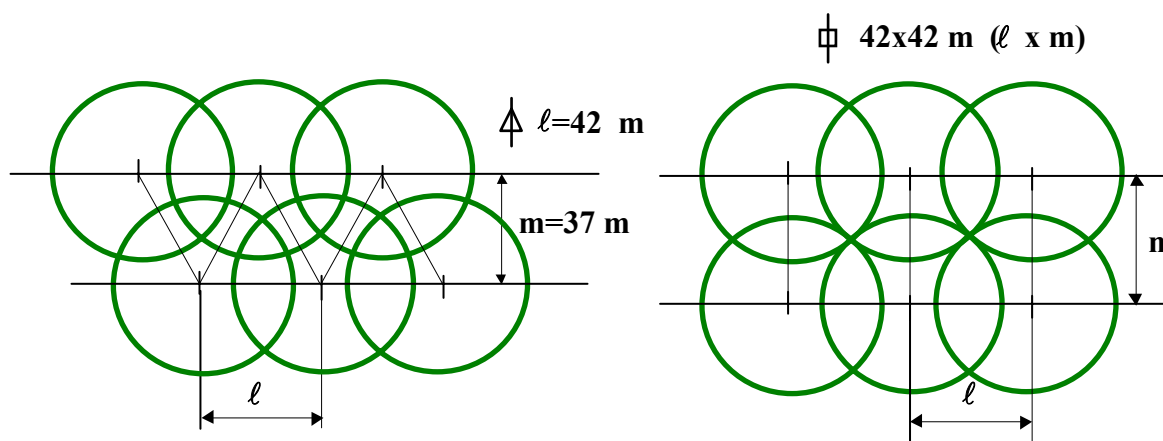
$$\mu = \frac{Q}{A_s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}}$$

9.8

$d_s = 8.6 \text{ mm}$ -nél	$\mu = 0,928$	$\zeta = 0,175$
$d_s = 9.2 \text{ mm}$ -nél	$\mu = 0,93$	$\zeta = 0,175$
$d_s = 10,2 \text{ mm}$ -nél	$\mu = 0,932$	$\zeta = 0,179$

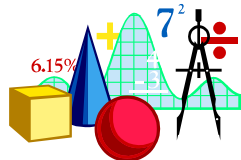
A szórófejekre még jellemző a szórási sugár, és az átlagos vízborítás, amelyeket a gyártó cégek mérések útján határoznak meg. Ezen kívül még a növények szempontjából fontos jellemző az átlagos cseppméret is. Az öntözés megtervezéséhez a szórófejek egymáshoz képesti távolsága és elhelyezése, az úgynevezett kötés is fontos. A 9.1 táblázat megadja az átlagos vízborítást 24x24 méteres négyyszög kötésben.

9.2.2. SZÁRNYVEZETÉK MÉRETEZÉSE T-45 SZÓRÓFEJJELE



9.4. ábra Háromszög és négyyszög kötés elvi ábrája

A rendszerben működő szórófejeket négyyszög vagy háromszög kötésben szokás elhelyezni. A szárnyvezeték méretezésénél bemutatjuk mindkét változatot. A háromszög kötésben a szórófejek áttelepítésekor, vagy egymás mellett működő két szárnyvezeték esetén a szórófejek egyenlő oldalú háromszögek csúcspontjaiban helyezkednek el. A háromszögek kötés egyenletesebb vízborítást ad, viszont az öntözött sáv széle hullámosabb, mint négyyszög kötésnél.



Az öntözési feladat az, hogy egy 200x300 méteres táblát öntözzünk be $i=12,3 \text{ mm/ó}$ intenzitással és lehetőség szerint 10%-nál kisebb egyenlőtlenségi fokkal. Ami annyit jelent, hogy az egyes szórófejek által kijuttatott maximális és a minimális kijuttatott vízáram viszonyítva az átlagos vízáramhoz ne legyen nagyobb 10%-nál. Mitől lesz egyenlőtlen a kijuttatott vízáram? Ennek oka, hogy a szárnyvezeték mentén a nyomás folyamatosan változik és az eltérő nyomás miatt a szórófejek eltérő mennyiségeket juttatnak ki a növényzetre.

A szárnyvezetékét 6 méteres kardán gyorskapcsolóval szerelhető 87 mm belső átmérőjű vezetékkel oldjuk meg. Elsőkét a 2. fejezetben már alkalmazott T-45 szórófejeket alkalmazzuk a 2.6. táblázatból választottuk az adatokat

Kérdések:

a./ Számítsuk ki az egyes szórófejek közötti nyomásvesztés értékeit, valamint az egyes szórófejek által kibocsátott térfogatáramokat.

b. Határozzuk meg az egyenlőtlenségi fokot (ϵ).



c./ Válasszunk másik szórófejet, ha az egyenlőtlenégi fok nagyobb 10%-nál.

Megoldás

ALCS 87 ($d = 87 \text{ mm}$; $\ell = 6 \text{ m}$ csővezeték adatai

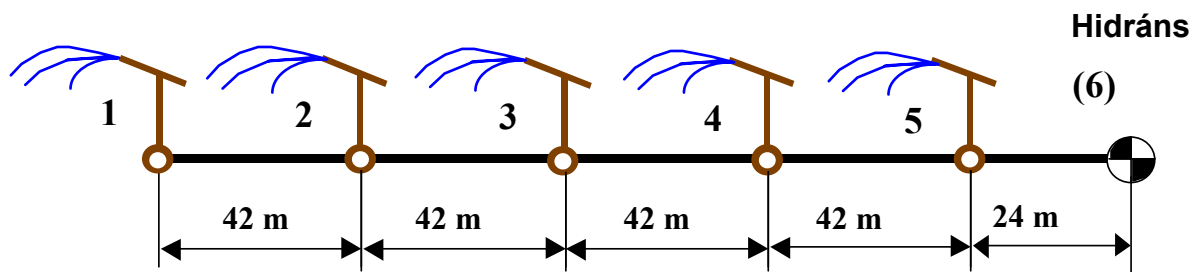
T-45 szórófej adatai a 2.6. táblázat alapján (ld. 2. fejezet)

Elsőként kiválasztjuk a kívánt intenzitásnak legjobban megfelelő táblázatbeli értéket, az éppen megegyezik a kívánt $i = 12,3 \frac{\text{mm}}{\text{ó}}$. (táblázatban aláhúzott értéksor) az ehhez tartozó két fűvóka átmérő

($\phi = 16 \times 7 \text{ mm}$) (16 mm a főfűvóka, 7 mm a mellékfűvóka)

Névleges vízhozam $Q_{\text{névl.}} = 6,05 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$ és az ehhez tartozó szórófej nyomása:

$p = 3,5 \text{ bar}$ ($H = 35 \text{ m}$) kiválasztva a katalógusból. A szórófejeket négyszögműködésben helyezzük el, ekkor 42 m távolságban lesznek egymástól. A hidránsokhoz legközelebb eső szórófejet csak fele akkora távolságra kell elhelyezni, ami 21 méter lenne, de a 6 méteres csőszakaszokkal az ehhez legközelebb eső mértéket, a 24 métert valósítjuk meg.



9.5. ábra A T-45 szórófejek elhelyezése

Az öntözőrendszerünk akkor fog jól működni, ha a hidránsról legtávolabb lévő szórófej is megkapja a névleges 35 m nyomást. Ekkor a hidránsokhoz közelebbi szórófejek ennél nagyobb nyomáson fognak dolgozni. Amennyiben az egyenlőtlenégi fok kisebb lesz, mint 10%, akkor az elrendezésünk megfelelő, ha ennél nagyobb, akkor másfajta elrendezést kell keresni. A következőkben táblázatosan kiszámítjuk minden egyes szórófejnél a nyomást és abból a kiadott vízmennyiséget. A szórófejek között kiszámítjuk a nyomásveszteségeket és alkalmazzuk a csomópontokban a kontinuitás tételét, ahogy azt a csőhálózat számításoknál alkalmaztuk

A táblázat elkészítéséhez szükséges állandók kiszámítása.

A szárnyvezeték belső keresztmetszete: $A_{87} = 5,94 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

A szórófej fűvóka belső keresztmetszete: $A_s = A_{16} + A_7 = 2,395 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

A szórófej szerkezeti tényezője: $\mu = 0,963$

A szórófej által kibocsátott térfogatáram $q_v = \mu \cdot A_s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$

A csővezeték veszteségmagassága: $h' = \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \lambda = b \cdot v^2$ $v = \frac{q_v}{A_{87}}$

A csősúrlódási tényező kiválasztva közelítőleg a Moody-diagramból (38. oldal, 2.3. ábra)



$$\lambda = 0.023$$

$$\mu \cdot A_s = 2.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

9.2 táblázat A T-45 szórófej

$Q_{vi} \left[\frac{\text{dm}^3}{\text{s}} \right]$	$v_{i,i+1} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$	$h_{i,i+1} \text{ [m]}$
$Q_{v1} = \mu \cdot A_s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} =$ $Q_{v1} = 2.3 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 35} = 6,03$	$v_{12} = \frac{Q_{v1}}{A_{87}} = \frac{6.03}{5,94} = 1.01$	$h'_{12} = b_1 \cdot v_{12}^2 =$ $0.566 \cdot 1.01^2 = 0.577$
$Q_{v2} = \mu \cdot A_s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H + h'_{12})} =$ $= 2.3 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot (35 + 0.577)} = 6,07$	$v_{23} = \frac{Q_{v1} + Q_{v2}}{A_{87}} =$ $= \frac{6.03 + 6.07}{5,94} = 2.04$	$h'_{23} = b_1 \cdot v_{23}^2 =$ $0.566 \cdot 2.04^2 = 2.35$
$Q_{v3} = \mu \cdot A_s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H + h'_{12} + h'_{23})} =$ $= 2.3 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot (35 + 0.577 + 2.35)} =$ $= 6,27$	$v_{34} = \frac{Q_{v1} + Q_{v2} + Q_{v3}}{A_{87}} =$ $= \frac{6.03 + 6.07 + 6.27}{5,94} = 3.09$	$h'_{34} = b_1 \cdot v_{34}^2 =$ $0.566 \cdot 3.09^2 = 5.41$
$Q_{v4} = \mu \cdot A_s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H + h'_{12} + h'_{23} + h'_{34})} =$ $= 1.02 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{(35 + 0.577 + 2.35 + 5.41)} =$ $= 6,71$	$v_{45} = \frac{Q_{v1} + Q_{v2} + Q_{v3} + Q_{v4}}{A_{87}} =$ $= \frac{6.03 + 6.07 + 6.27 + 6.71}{5,94} =$ $= 4.22$	$h'_{45} = b_1 \cdot v_{45}^2 =$ $0.566 \cdot 4.22^2 = 10.09$
$Q_{v5} = C \sqrt{(H + h'_{12} + h'_{23} + h'_{34} + h'_{45})} =$ $= 1.02 \cdot \sqrt{(35 + 0.577 + 2.35 + 5.41 + 10.09)} =$ $= 7,45$	$v_{56} = \frac{\sum_{i=1}^5 Q_{vi}}{A_{87}} =$ $\frac{6.03 + 6.07 + 6.27 + 6.71 + 7.45}{5,94} =$ $= 5.47$	$h'_{56} = b_2 \cdot v_{56}^2 =$ $0.323 \cdot 5.47^2 = 9.68$
$\sum_{i=1}^5 Q_{vi} = 32,53 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$		$H + \sum_{i=1}^5 h'_{i,i+1} = 63,10 \text{ m}$

$$b_1 = \frac{1}{2 \cdot g} \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \lambda = \frac{1}{2 \cdot 9.81} \cdot \frac{42}{0.087} \cdot 0.023 = 0.566 \frac{\text{m}}{\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} \quad (\ell_1 = 42 \text{ m})$$

$$b_2 = \frac{1}{2 \cdot g} \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \lambda = \frac{1}{2 \cdot 9.81} \cdot \frac{42}{0.087} \cdot 0.023 = 0.323 \frac{\text{m}}{\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} \quad (\ell_2 = 24 \text{ m})$$

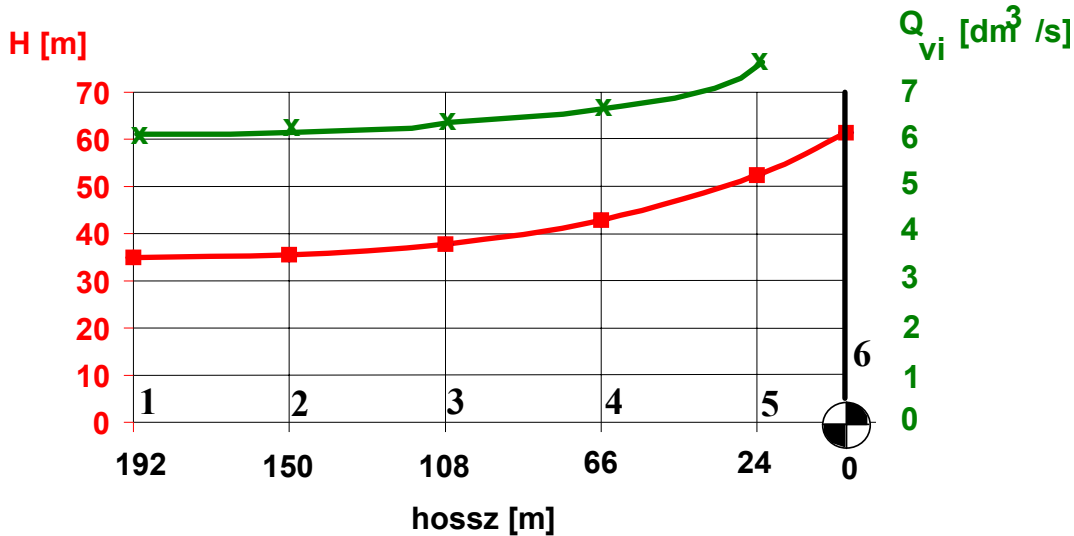
Egyenlőtlenségi fok:

$$\varepsilon = \frac{Q_{v\max} - Q_{v\min}}{Q_{\text{átl}}} \cdot 100 = \frac{7,45 - 6,03}{6,506} \cdot 100 \cong 22\% \quad \text{A megengedhető érték } \varepsilon \leq 10\%$$



A nyomás és a térfogatáram változását a csőhossz mentén a 9.6. ábrán szemléltettük.

A választott szórófejjel az egyenlőtlenlégi fok nagy, ezért a Tisza II. kisebb hatósugarú szórófejjel oldjuk meg a problémát.



9.6. ábra Q-H változása a szárnyvezeték mentén

9.2.3. SZÁRNYVEZETÉK MÉRETEZÉSE TISZA II. SZÓRÓFEJJEL

Elsőként kiválasztjuk a kívánt intenzitásnak legjobban megfelelő 9.1. táblázatbeli értéket, $i = 12,5 \frac{\text{mm}}{\text{ó}}$, ez egy kicsit nagyobb a kívánt $i = 12,3 \frac{\text{mm}}{\text{ó}}$ értéknél. Ezt 24x24méteres négyzetgökötnél adja az adattábla. A 200 méteres hosszt, így a 9.7. ábrán osztottuk fel.

Tisza-II szórófej ($\phi = 10 \text{ mm}$) szórófej nyomása: $p = 3,5 \text{ bar}$ ($H = 35 \text{ m}$) kiválasztva a táblázatból.

$$\text{Névleges vízhozam} \quad q_{\text{névl.}} = 2,00 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

$$\text{A szárnyvezeték belső keresztmetszete: } A_{g7} = 5,94 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\text{A szórófej fúvóka belső keresztmetszete: } A_s = 8,175 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

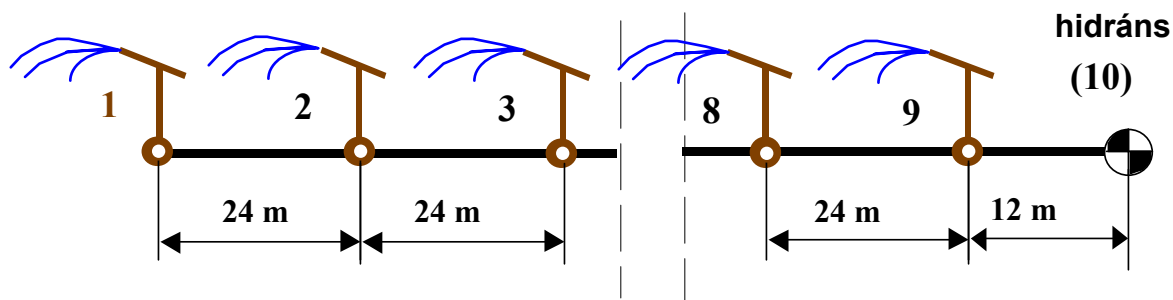
$$\text{A szórófej szerkezeti tényezője: } \mu = 0,93$$

$$\text{A szórófej által kibocsátott térfogatáram } q_v = \mu \cdot A_s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

$$\text{A csővezeték veszteségmagassága: } h' = \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \lambda = b \cdot v^2$$

$$\mu \cdot A_s = 0,93 \cdot 8,175 \cdot 10^{-5} = 7,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$b_1 = \frac{1}{2 \cdot g} \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \lambda = 0,323 \frac{\text{m}}{\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} \quad (\ell_1 = 24 \text{ m}) \quad b_2 = \frac{1}{2 \cdot g} \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \lambda = 0,162 \frac{\text{m}}{\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} \quad (\ell_2 = 12 \text{ m})$$



9.7. ábra A Tisza II szórófejek elhelyezése

A csósúrlódási tényező kiválasztva közelítőleg a Moody-diagramból

$$\lambda = 0.023$$

9.3 táblázat A Tisza II szórófejjel kialakított öntözés

i	$Q_{vi} \left[\frac{\text{dm}^3}{\text{s}} \right]$	$v_{i,i+1}$	$h_{i,i+1} \text{ [m]}$
1	1.991	0.335	0.036
2	1.992	0.671	0.145
3	1.996	1.007	0.327
4	2.006	1.345	0.584
5	2.022	1.685	0.917
6	2.048	2.030	1.331
7	2.084	2.381	1.831
8	2.133	2.740	2.425
9	2.197	3.110	1.562
Σ	18.472		9.159

$$\sum_{i=1}^9 q_{vi} = 18,47 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

$$\sum_{i=1}^9 h_{i,i+1} + H = 9,159 + 35 = 44,159 \text{ m}$$

Egyenlőtlenségi fok:

$$\varepsilon = \frac{Q_{v \max} - Q_{v \min}}{Q_{\text{átl}}} \cdot 100 = \frac{2,197 - 1,991}{2,052} \cdot 100 \cong 10 \%$$

Éppen eléri a megengedhető érték határát, tehát megfelelő a szárnyvezeték méretezése.