



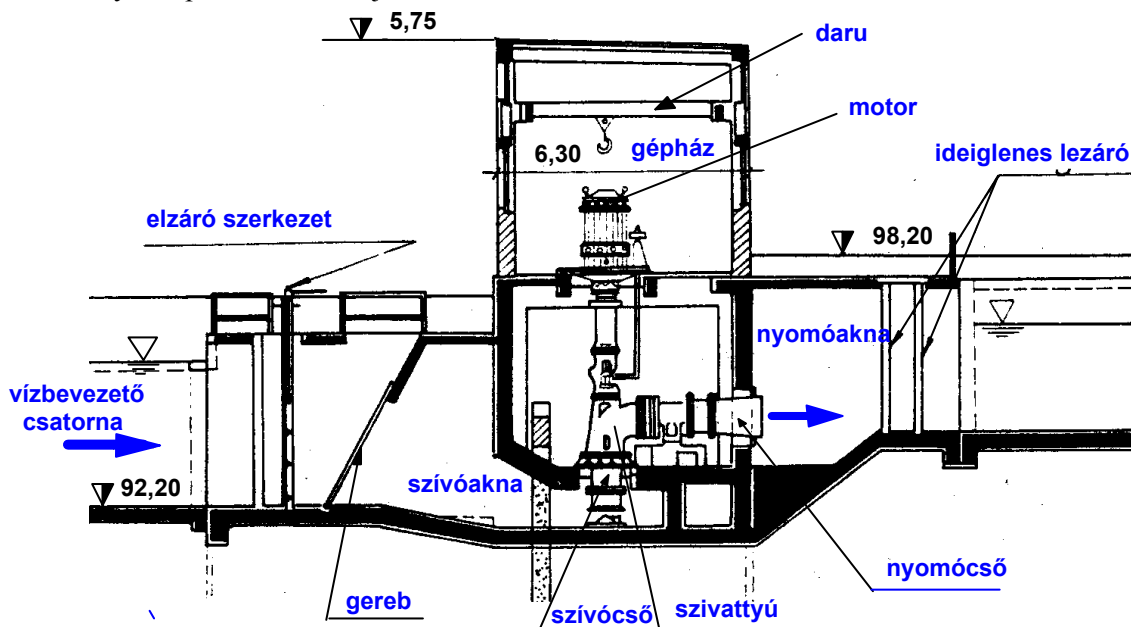
5. SZIVATTYÚTELEP

A szivattyútelep célja, hogy a beépített szivattyúk segítségével a vízszállító rendszer nyomását fokozza, vagy a mélyebben levő vizet magasabb szintre emelje, vagy a víz sebességének növelését valósítsa meg. Ezek alapján megkülönböztethetünk nyomásfokozó, átemelő szivattyútelepet. A szivattyútelepeket rendeltetésük szerint is csoportosíthatjuk. Vízkivételi szivattyútelep, belvíz szivattyútelep, öntöző szivattyútelep, szennyvíz átemelő szivattyútelep stb. A szerkezeti felépítésük alapján lehet állandó telepítésű, ideiglenes, úszó, stabil telepítésű, egy vagy több szivattyúból felépülő szivattyútelep stb. A következőkben a leggyakoribb szivattyútelep általános felépítésével, főbb részegységeivel foglalkozunk.

5.1. SZIVATTYÚTELEP FŐ RÉSZEI

Az 5.1. ábra egy esésnövelő belvíz-szivattyútelepet mutat.

A szivattyútelep fő részei itt is jól elkülöníthetők:



5.1. ábra Szivattyútelep fő részei (esésnövelő belvízáttemelő szivattyútelep)

- vízbevezető csatorna,
- gereb,
- szívóakna vagy szívócső,
- gépház és gépi berendezések,
- nyomócső vagy nyomóakna,
- gépterem, egyéb létesítmények.
- A vízbevezető csatorna célja a víz hidraulikailag kedvező bevezetése a szívóaknába. A beton műtárgy éleit le kell kerekíteni az áramlási veszteségek csökkentése érdekében. A műtárgy előtti megfelelő hosszúságú előfenék a szivattyúzás következtében felgyorsuló víz kimosása ellen véd.
- A gereb feladata, hogy megakadályozza az uszadék (fa, gyökér, ágak stb.) és az úszó jégtáblák szivattyúhoz jutását. A gereb felül kezelőhídra, merülőfalra, alul küszöbre támaszkodik. A gerebpálcák oldalirányú merevségét nagyobb gerebmező esetén hidraulikus profilú keresztter-



tók adják meg. Tisztítása kisebb szivattyútelepeknél a kezelőhídról, nagyobbaknál gerebtsztító géppel történik. Téli üzemkor a kásajég ráfagyása okozhat elzáródást ezt fűtéssel, levegő buborékolattással lehet meggátolni.

- A szívóakna a szivattyútelep azon része, ahonnan a szívócső segítségével a vizet kiemeli és magasabb szintre szállítja. Az egész szivattyútelep jó működésének kulcsa, a szívóakna áramlástanilag helyes kialakítása. A rossz vízbevezetés az elégtelen méretek következtében a szívóaknában és a szívótorok peremén leválások, a szívócsőben belső örvények keletkezhetnek. A szivattyúba beúszó örvények nagymértékben lerontják a járókerék működését és a szivattyú jelleggörbéje elmarad a katalógusban előírt karakterisztikától. A áramlástechnikai problémák elkerülésére a szívótorok alja a szívócsatorna fenékszintje között 0,5-0,8 d távolságot célszerű betartani, ahol „d” a szívótorok átmérőjét jelenti. A szívócső tengelye és az oldalfalak között 1,2-1,5d távolságot, a szomszédos szívócső tengelyek között pedig 2,5-3d távolságot indokolt betartani. A szívótorok feletti bizonyos „h” nagyságú vízborítás szükséges a légbeszívás megakadályozására. A „h” értékét a szívócsőben kialakuló sebesség függvényében lehet megválasztani. Ökölszabályként elfogadható, hogy 1-1,5 m/s sebességig a legkisebb távolság 1 m-nél kisebb ne legyen. 1,5 m/s-nál nagyobb sebességnél „h” értékét pontosabban - táblázatból, diagramokból kell meghatározni.
- A szívócső feladata a víznek a szivattyú csigaházhoz való megfelelő vezetése.
- A szivattyú a folyadék munkavégzőképességét (nyomás, sebesség, szint) növelő gép. Kiválasztását számos szempont befolyásolja. A legfontosabbak: a felhasználási terület, teljesítmény adatok, a szállított folyadék jellege, összetétele, a szivattyútelep szerkezeti kialakítása. A szivattyúkkal szintén részleteiben a 3. fejezetben foglalkoztunk.

A szivattyúk telepítésénél fontos szempont a kavitáció elkerülése. Az ezzel kapcsolatban a korábban elmondottak érvényesek. A megengedett szívó magasság (h_s) közelítő értéke, mely nem okoz kavitációt. A „ h_s ” értékét a legtöbb gyártó cég megadja a szivattyú katalógusában a „Q” térfogatáram függvényében. Amennyiben ez nem áll rendelkezésünkre, akkor közelítésként a következő összefüggéseket is alkalmazhatjuk, amennyiben hideg vizet szállító szivattyúkról van szó:

$$h_s \cong 10 - \sigma \cdot H \text{ [m]}$$

ahol „H” a szívómagasság, „ σ ” a kavitációszám, tapasztalati képlete

$$\sigma = \left(\frac{7,5}{\eta_h^3} + 2,25 \right) \cdot \frac{n_q^{4/3}}{10^4}$$

A képletben „ η_h ” a szivattyú hidraulikai hatásfokát (tizedestört alakban), „ n_q ” a jellemző fordulatszámot jelenti (a megfelelő dimenziók felhasználásával számított) (Füzy; 1978).

5.2. VÍZKIVÉTELI SZIVATTYÚTELEPEK

A vízkivételi szivattyútelepek különböző felhasználási célból épülhetnek, a vízkivétel helye is változatos lehet. A következőkben a folyókból történő felszíni vízkivételi szivattyútelepekkel foglalkozunk, mivel azok szerkezeti kialakítása és alapozásának körülményei a szokásos mélyépítési munkáktól eltérő sajátosságúak.

A folyókból történő vízkivételnél mindig figyelembe kell venni a vízfolyás életét. Gondos elemzést kell végezni a vízfolyás hordalék- és jégjárás viszonyaival kapcsolatban, fel kell tárnai a vízkivétel szelvényére vonatkozó hidrológiai és hidraulikai jellemzők nagyságát, változásait.

Tervezésük, építésük, fenntartásuk során a következő főbb szempontokat kell mérlegelni:

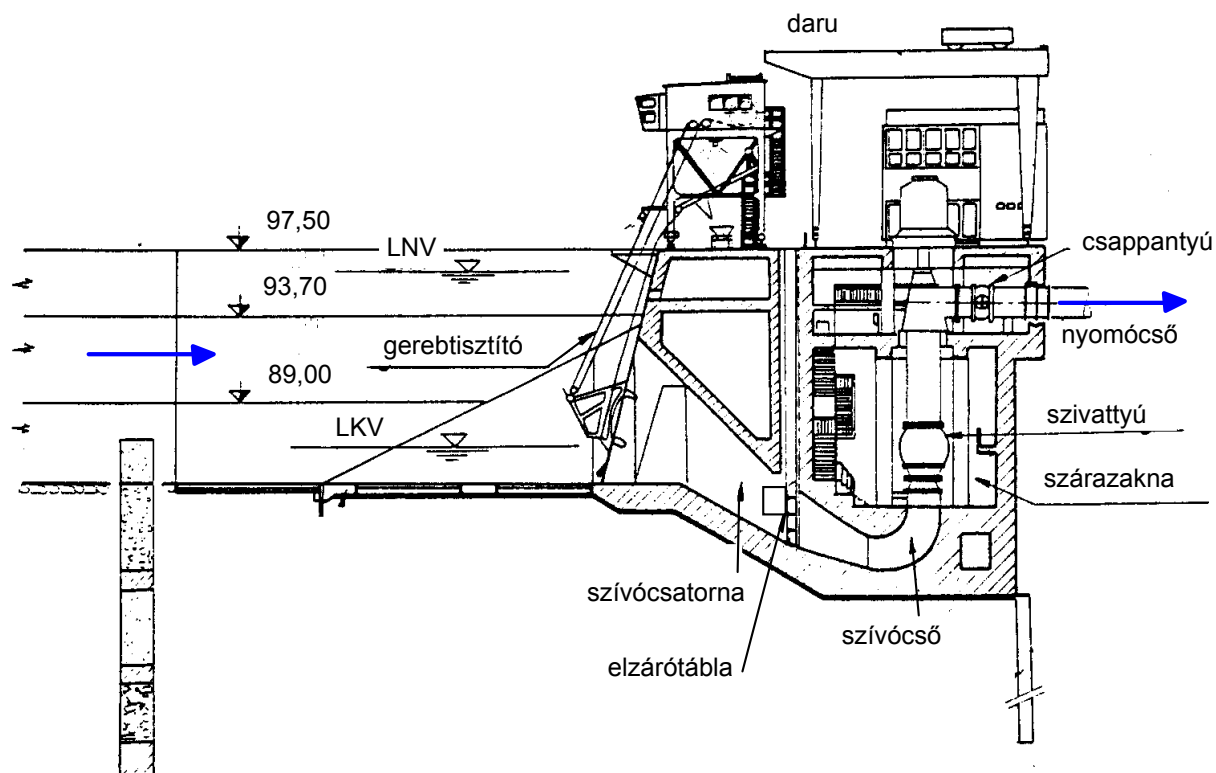
- a vízfolyás vízjárása, a legnagyobb és a legkisebb vízszint közötti különbség,



- a vízigény legnagyobb és legkisebb értéke, a vízigény időszakos megoszlása,
- a mindenkori vízállástól függetlenül működő szivattyú-elhelyezés, a szivattyú tág teljesítmény határok közötti gazdaságos üzemelése,
- bármely vízállástól független vízigény kielégítése,
- az építési hely topográfiai adottságai,
- az altalaj összetétele, vízáteresztő képessége, talajmechanikai jellemzői,
- az altalaj és a vízfolyás szivárgáshidraulikai kapcsolata, feszített tükrű talajvíz jelenléte,
- a vízfolyás szennyezettsége, jégviszonyai.

A vízkivételi szivattyútelep elhelyezésével kapcsolatban szélesebb hullámtérnél külön gondot jelent a vízkivétel, mert vagy a szivattyúteleppel vagy vízkivételi csatorna elhelyezésével van probléma.

Az 5.2. ábrán egy felszíni vízkivételi szivattyútelep látható. A műtárgy előtt mederbiztosítás és előfenék van. Az uszadék és a jégtáblák távoltartására gereb szolgál, melyet gerebtisztító berendezéssel tartanak tisztán. üzem alatt a kásajég a gerebeket eltömítheti, ezért fűtésről vagy buborékoltatásról kell gondoskodni. A legkisebb víz szintjének figyelembevételével a szivattyú járó tengelye mélyre került. Emiatt az alapozás síkját is mélyre kellett levinni. A szívócsőben nyert elhelyezést az elzárótábla. A függőleges tengelyű szivattyú a szárazaknában kapott helyet. A nyomócsőbe csappantyút szereltek.



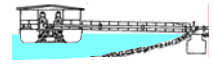
5.2. ábra Folyami vízkivételi szivattyútelep

5.3. BELVÍZ-SZIVATTYÚTELEPEK OSZTÁLYAI

A belvíz szivattyútelep célja a belvízöblözet mélypontjain összegyülekezett belvíz átemelése. Belvízátelő szivattyútelepet kell építeni minden olyan belvízlevezető rendszerben, ahol a belvizek levonulása a megszabott levezetési idő alatt gravitációsan nem biztosítható.

A belvíz-szivattyútelepek osztályozhatók

1. a szivattyútelep jellege,
2. a helyszínrajzi elrendezés,



3. a szivattyúk magassági elrendezése szerint.

Állandó jellegű, teljes beépítésű szivattyútelepeket, ahol a szivattyútelep minden szerkezeti része és a gépek is állandó beépítésűek.

Állandó jellegű, fél beépítésű szivattyútelepet, ahol a szivattyútelep és a gépészeti berendezések a motor kivételével állandó jellegűek.

Az ideiglenes jellegű, áthelyezhető szivattyúberendezéseket (szivattyúállásokat). Ez esetben a szivattyúzás befejezése után a gépeket elszállítják és szükség szerint máshol üzemeltetik.

A belvízfőcsatorna torkolatához épített szivattyútelepeket, amelyek a főcsatornába érkező vizet a befogadóba emelik át.

Esésnövelő szivattyútelepeket, amelyeket a belvíz csatorna mentén építenek, a víz esésének növelésére.

Mély elrendezésű szivattyútelepek, melyeknél a szivattyú járókereke a legmélyebb alvízszint alá kerül. Előnye, hogy a vízszállítás indításakor azonnal indul. Üzemszünet esetére önműködő csappantyúkkal megakadályozni a víz visszajutását az öblözetbe.

Magas elrendezésű szivattyútelepeknél a szivattyú járókereke a legmagasabb vízszint fölé épül. Előnye, üzemszünetkor a víz nem folyik vissza a csatornába, és árvízkor még töltésszakadás esetén sem kerül víz alá.

Az átmeneti elrendezésű szivattyútelepeknél a csővezeték nem emelkedik a legmagasabb vízszint fölé, tehát csak közepes vízállásnál képes megakadályozni a víz visszafolyását.

A belvíz szivattyútelepekre általában az a jellemző, hogy emelési magasságuk kicsi (2-10 m), az átemelendő vízhozam pedig mintegy $2 - 15 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ közötti.

5.4. ÖNTÖZŐ SZIVATTYÚTELEP

5.4.1. ÖNTÖZŐ SZIVATTYÚTELEPEK KIALAKÍTÁSA

Öntöző szivattyútelep épül minden olyan öntözőtelep, öntözőberendezés részére, amely gravitációnal vezetett öntözővíz, illetve az öntözési mód miatt ez szükséges.

Magyarországon jelenleg kb. 300 öntöző szivattyútelep működik, amelyek összes vízszállító képessége kb. $600 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$. Az öntöző szivattyútelepeket a belvízi szivattyútelepekhez hasonlóan osztályozhatjuk:

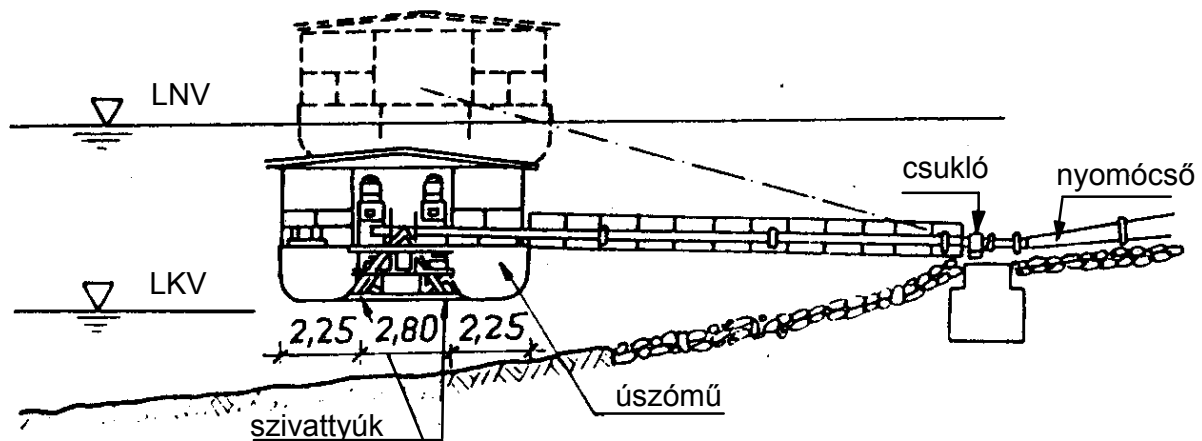
Különálló (tagolt) elrendezést, amelyet az jellemez, hogy a szivattyútelep három különálló részből áll: a szívóaknából a gépházból és a nyomóaknából. Árvízvédelmi töltéseknél levő öntözőszivattyútelepeknél a szívóakna gyakran az árvízvédelmi töltésen kívül kap helyet. A szivattyú a töltés mentett oldalán kap helyet. Egybevont szívóakna és a szivattyúház egységes építményt képez.

Állandó jellegű, fél beépítésű szivattyútelepeket eléggé elterjedten alkalmazzák. Ennek az az oka, hogy az öntözési idény kezdete és vége viszonylag pontosan megállapítható, a felvonulás időben végrehajtható. Ebbe a csoportba sorolhatók azok a szivattyúállások is, amelyeknél a mélyépítmény állandó. Ennél a megoldásnál könnyen fel- és leszerelhető szivattyúkat alkalmaznak.

Az úszó szivattyútelepek szintén az előző csoportba tartoznak, mert az öntözési idény kezdetén az állandó jellegű úszó aljzatra szerelik fel a szivattyúkat és a hajtómotorokat. Az öntözési üzem végén pedig leszerelik, karbantartják, javítják majd raktározzák a gépészeti berendezéseket.

Ilyen technológia csak öntöző szivattyútelepeknél fordul elő, mert ezek üzeme egy évben legfeljebb 6 hónapig tart.

Az úszóműre épített szivattyútelep:



5.3. ábra Úszó szivattyútelep

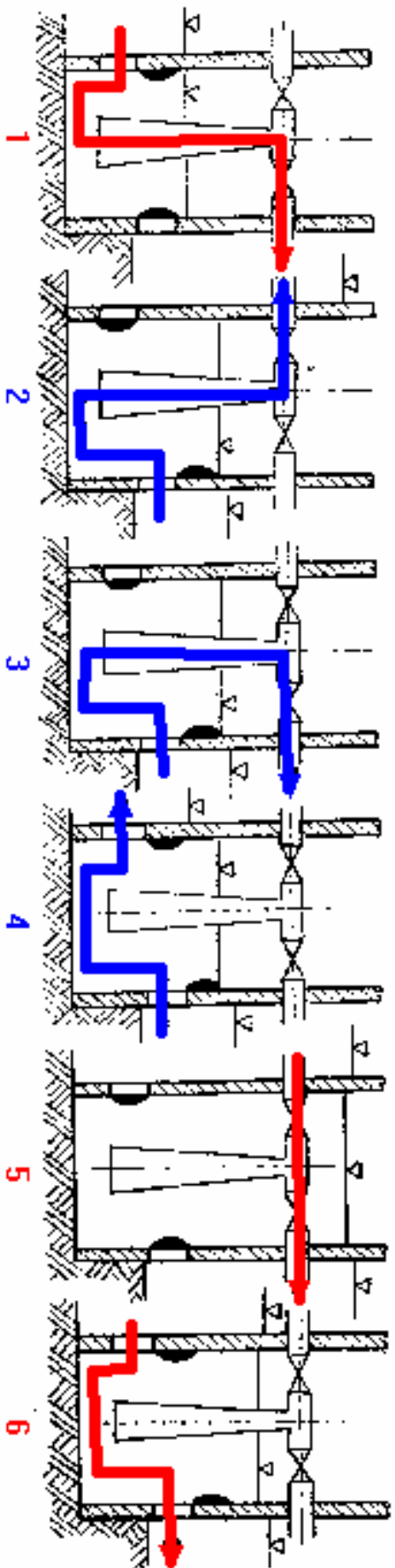
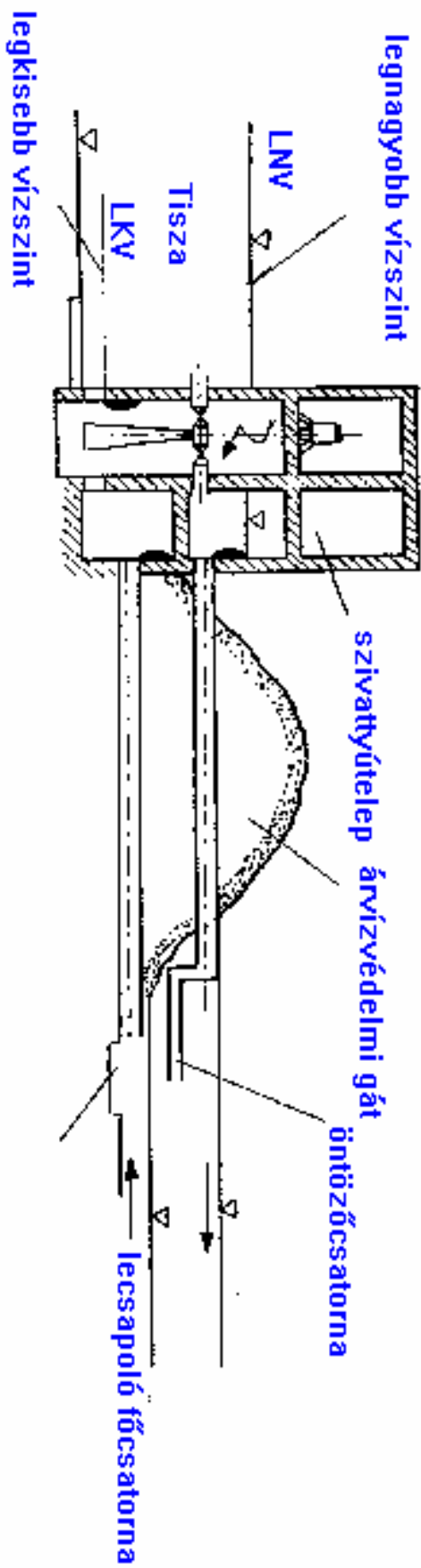
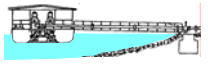
Az állandó jellegű parti vízkivétel helyett a szivattyútelepekéhez képest sokkal kevesebb mélyépítési munkával, viszonylag rövidebb idő alatt és olcsón létesíthetők az úszó szivattyútelepek. Üzemüket a vízállás változása nem zavarja. Az öntözési idényen kívüli időt tárolóhelyen töltik, ahová hajóval vontatják az úszóművet a rajtuk levő szivattyús gépcsoportokkal együtt.

Fő részei: a csuklós nyomócső, a parti nyomóakna, az úszótest, amely – az igényeknek megfelelően több szivattyút hordozhat. Ahhoz, hogy a csuklós nyomócső ne okozzon túl nagy veszteséget, a szivattyúkat hidraulikailag helyesen kell csatlakoztatnunk hozzá.

Az 5.3. ábrán lépcsős, folyómederbe telepített, $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ maximális vízszállítású, úszó szivattyútelepet mutatunk be. Függőleges szívócsövei a pontonok (úszótagok) között helyezkednek el. A rajtuk elhelyezett közép- vagy nagynyomású szivattyús gépcsoportok a hálózatra kapcsolt villamos vagy belsőégésű (Diesel-) motorokkal üzemeltethetők.

A nyomócsőből érkező öntözővizet fogadó parti csillapító-, osztóakna, amely a nyílt csatornás továbbvezetéshez csatlakozik az épülethez. Készülhet vasbetonból, de burkolt földmederből is. Hátránya, hogy a szivattyútelep viszonylag rövid élettartamú.

Az öntöző szivattyútelepekkel kapcsolatban említjük meg a kettős működtetésű szivattyútelepeket, amelyek részben öntözési, részben belvíz-szivattyútelepként működnek. Ezt az teszi lehetővé, hogy az év 12 hónapja közül rendszerint azokban van szükség belvízlevezetésre, amikor nincs öntözés. Az 5.4. ábra a Tiszakeszin épített kettősműködésű szivattyútelep üzemmódjait vázolja.



5.4. ábra Tiszakeszin épített kettősműködésű szivattyútelep üzemmódjai

1. Szivattyús vízszállítás az öntözőcsatornába; 2. Belvízcsatornából a Tiszába, szivattyúval; 3. Belvízcsatornából az öntözőcsatornába, szivattyúval; 4. belvízcsatornából a Tiszába, szabad kifolyással; 5. Tiszából az öntözőcsatornába, szabad átfolyással; 6. Tiszából a belvízcsatornába szabad átfolyással (amikor az öntözőcsatornából is öntöznek) [Nyuli, 1981]



5.5. ESŐZTETŐ ÖNTÖZŐ-SZIVATTYÚTELEP ÉS SEGÉDBERENDEZÉSEI

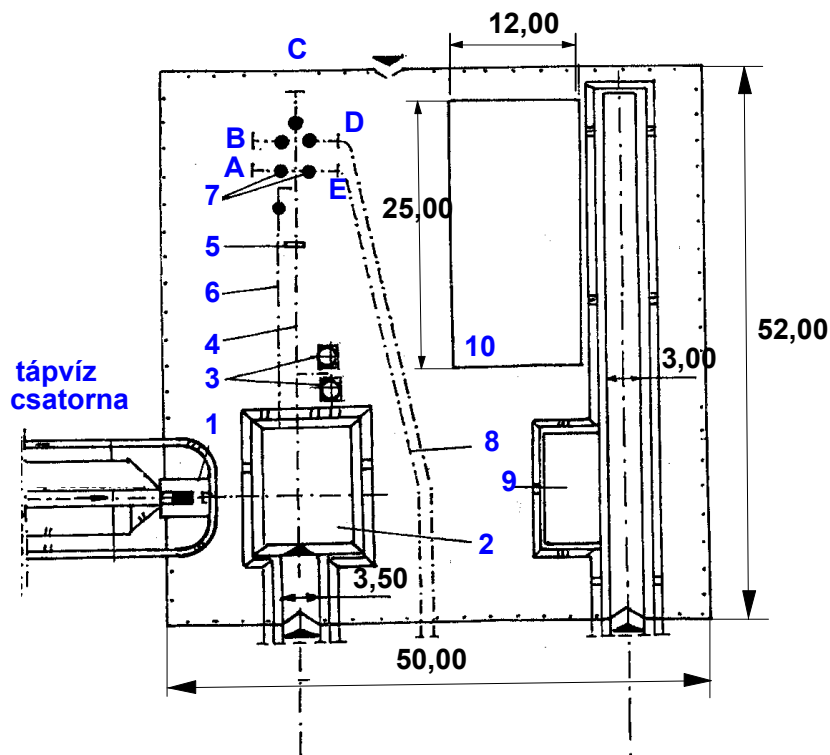
A nagyüzemi esőztető öntözőtelepek a földre fektetett nyomócsőrendszerből, a róla felvezető vízkivételi csőcsatlakozásokból, és az ezeket vízzel ellátó szivattyútelepekből, az úgynevezett nyomásközpontokból állnak. Felépítésük tehát olyan, mintegy vízműé, csak vize nem ivóvíz minőségű. Röviden nevezhetnénk mezőgazdasági vízműnek is. A szivattyútelep automatikus, vagy félautomatikus működtetésének gépészeti vonatkozásait is tárgyaljuk. Az automatizálás elektromos berendezései manapság már megoldhatók mikroprocesszoros, vagy általános felhasználású személyi számítógépekkel. A mérő és beavatkozó jeleket mérés-adatgyűjtő rendszerekkel lehet elvégezni. Az irányító berendezések, egységek manapság kész egységként kaphatók és általában nem a gépészet témakörébe tartoznak. Gépészeti vonatkozása a jeladó (pl. nyomástávadó, Venturi-mérő) és beavatkozó szerveknek, csőelzáró és mennyiség-szabályzó szerkezeteknek van.

- A nyomásközpont lehet zárt, egyszerűsített – könnyűszerkezetes- építmény vagy nyitott szivattyútelep. Elvi elrendezési vázlatát az 5.5. és 5.6. ábrán mutatjuk be.

A nyomásközpont két alapszivattyút és négy főszivattyút tartalmaz. A több szivattyús telepek előnye, hogy tág határok között képes közel azonos nyomáson az öntözővíz mennyiségét tág határok között képes változtatni, megfelelő vezérléssel.

A nyomásközpont feladatai a következők:

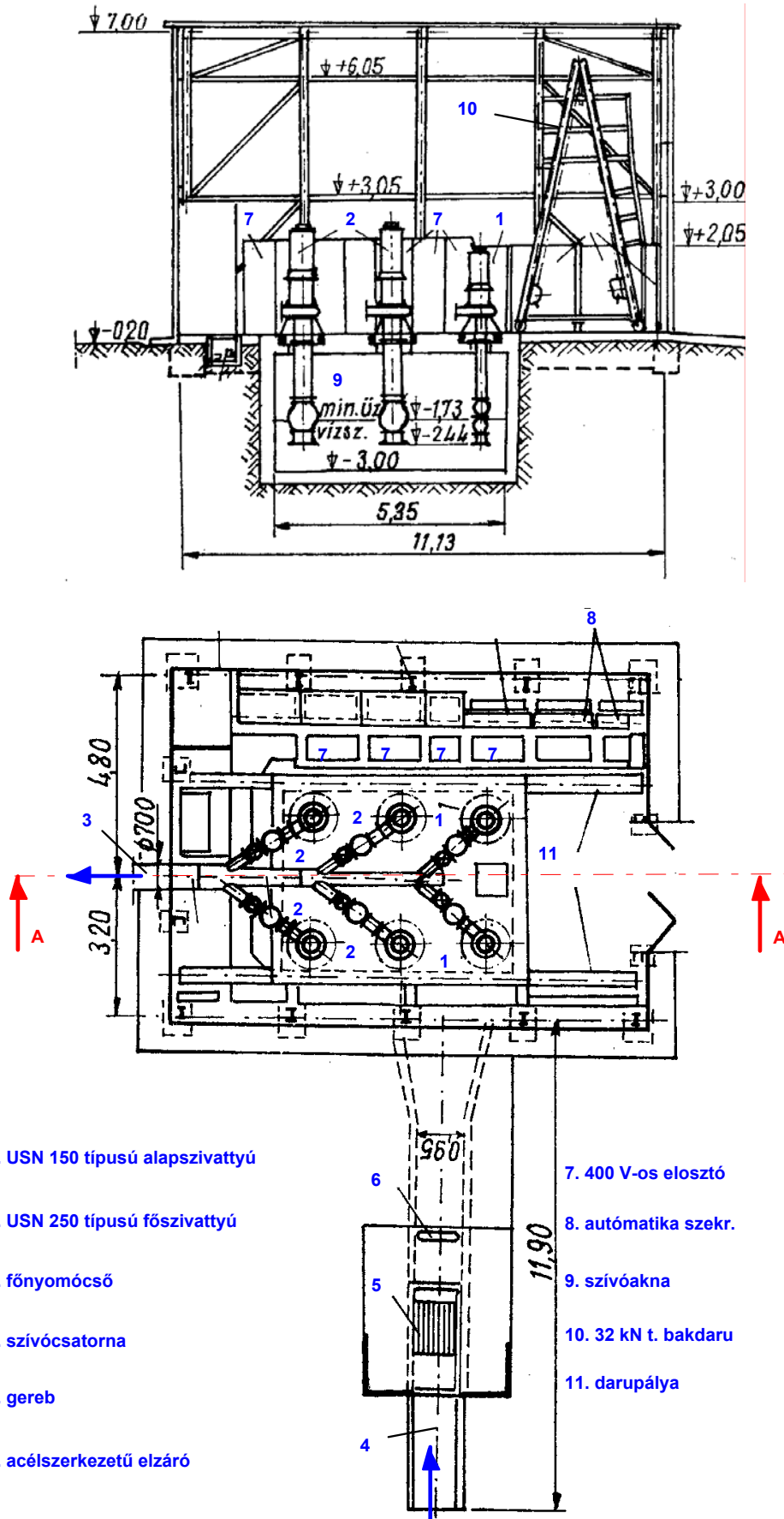
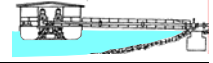
- az öntözőcső-hálózat feltöltése, állandó nyomáson tartása és a hálózati vízveszteségek pótlását;
- az igénytől függő öntözővíz-mennyiség szolgáltatása a meghatározott nyomáshatárok között;
- az üzemi jellemzők mérése és rögzítése.



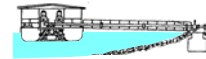
5.5. ábra Nyomásközpont telepítési vázlat

1. vízkivétel; 2. szivattyúház (két alapgép, négy főgép); 3. nyomó légüstök; 4. fő nyomócső; 5. mérőperem; 6. megkerülő csővezeték a szabályzáshoz (NÁ 400); 7. távműködtetésű tolózárak; 8. öntöző fővezeték átvezetés; 9. szabadtéri transzformátor állomás; 10. a tápanyagkeverő és tápanyag raktár; A.-E. fővezeték csatlakozási lehetőségei (NÁ 400)

Az ábrákon látható szivattyútelep működése automatikus.



5.6. ábra Négy főgépes nyomásközpont vázlatja



Az automatikus működtetéshez a telep egyes gépészeti berendezéseit is távolról működtethető vagy önműködő motoros, hidraulikus vagy egyéb módon mozgatott berendezésekkel kell felszerelni. Például a tolózárakat nem lehet kézi beavatkozással működtetni. Továbbá gondoskodni kell megfelelő mérő érzékelő berendezésekről is mérőperemet, vagy Venturi-csővet kell beépíteni a vízmennyiség mérésére, nyomásérzékelőket kell a légüstbe, vagy a nyomócső megfelelő helyére telepíteni. A következőkben ismertetjük ezeket a gépészeti berendezéseket. Főként azokat a megoldásokat, amelyek a mai hazai gazdaságban fellelhetők. Ez azt jelenti, hogy nem a legmodernebb berendezések is szerepelni fognak az ismertetésben.

A szivattyúk és a közeget szállító csőrendszer közé, illetve a nyomócsőrendszer szakaszolására elzárószervezeteket, úgynevezett kényszermozgású csőzárakat és önműködő zárat építünk be.

A csőzáraknak a következő igényeket kell kielégíteniük, amelyek egyben kiválasztásuk szempontjait is meghatározzák:

- nyitott állapotban áramlási ellenállásuk kicsi legyen;
- lezárva jól tömítsenek;
- üzembiztosan működjenek, az esetleges hibák ne akadályozza zárásukat;
- nem kopásálló alkatrészeit gyorsan cserélhessük, és általában egész szerkezetüket könnyen szerelhesük;
- a szerkezetük térfogata és súlya ne legyen nagy;
- üzemük ne igényeljen sok energiát.

A kényszermozgású csőzárak elterjedt szerkezetei: a tolózár, gyűrűszár és a csapózár vagy pillangószelep.

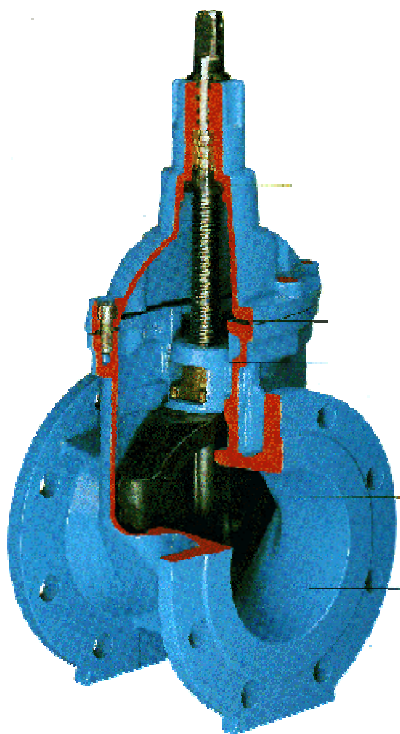
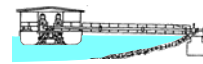
5.5.1. TOLÓZÁR

A tolózárnak két fő kiviteli formája használatos: az éktolózár és párhuzamos zárófelületű tolózár. A legelterjedtebb és legismertebb zárószervelet az éktolózár (5.7. ábra). Egyszerű, megbízható szerkezet. Zárófelületük hajlása 1:10, jól zár. Ellenállás-tényezője nyitott állapotban kicsi. Nagyobb átmérő esetében azonban a tányérjára ható erő igen nagy. Például egy 500 mm átmérőjű zárnál 5 bar nyomáson 98 kN.

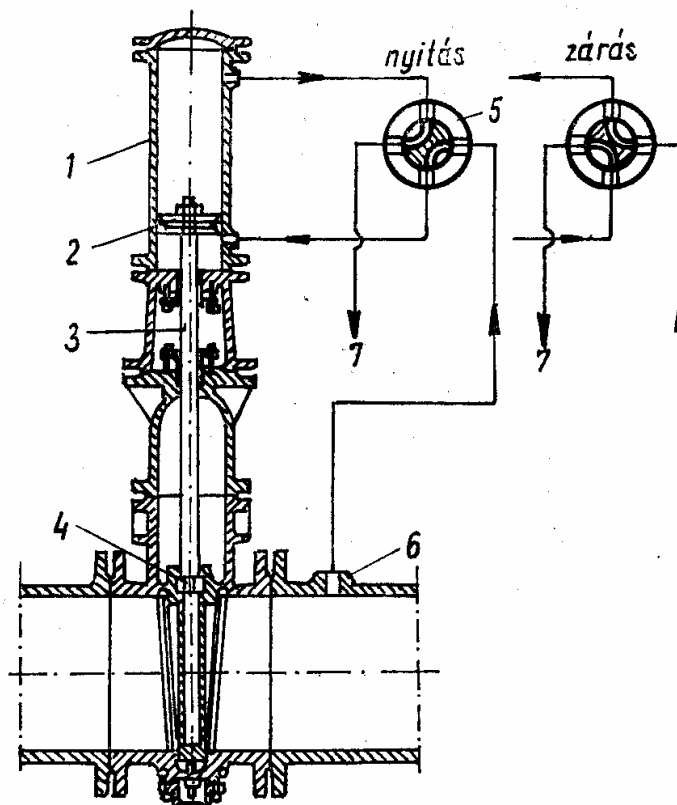
A zárófelületek nagy erővel összenyomva csúsznak egymáson, tehát hosszabb használat után kopnak, berágódnak és a tökéletes zárás megszűnik. A mozgatásához nagy erő szükséges, különösen abban az általános esetben, amikor a csavarorsó a ház belsejében helyezkedik el. A rosszul kent csavarmentek súrlódása még csak fokozza a nyomatékigényt. Ezért kevésbé alkalmas gépi működtetésre, mivel hajtóművét túl kell méreteznünk. Ez a nagyobb előállítási költségen kívül még azzal a hátránnyal is jár, hogy ha az ék alakú zárótányért nagy erővel szorítjuk, könnyen beékelődik, és kimozdítása igen nagy erőt igényel. Hidraulikus működtetés esetén (5.8. ábra) az orsó okozta problémákat kikerüljük, amely egyben a távolról történő vezérlésre is alkalmassá teszi a tolózárakat.

Az utóbbi hátrányokat küszöböli ki a párhuzamos zárófelületű tolózár. Zárásakor a felületek csak akkor fekszenek fel egymásra, ha a tányér lefelé mozgása már véget ért. Nyitáskor ellenkezőleg; először a zárófelületek távolodnak el egymástól, csak azután mozdul a tányér. A párhuzamos zárófelületű tolózáraknak sok változata ismert. Az éktolózárnál drágább szerkezetek.

A tolózárak kisebb csőátmérők esetén a szivattyúk szabályozására is alkalmasak. A 3 kW-osnál nagyobb szivattyúteljesítményre nem használják, mert zárólapja könnyen rezgésbe jön és nemkívánatos rezgéseket okozhat. A ház alakja kis nyomáson lapos, közepes nyomáson ovális és nagy nyomáson hengeres. Anyaga a nyomástól és hőmérséklettől függően szürke vasöntvény, illetve acélöntvény.



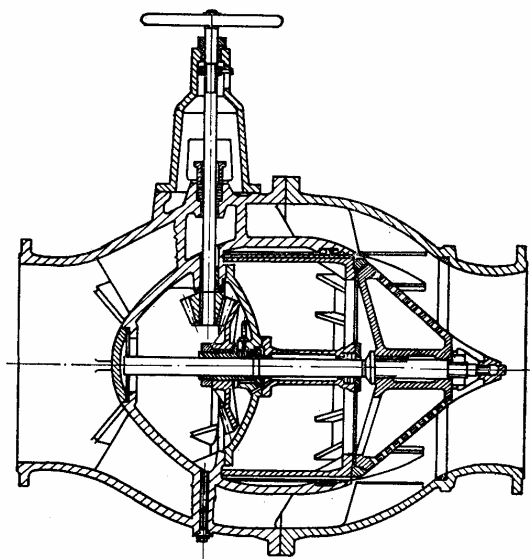
5.7. ábra Kézi működtetésű éktolózár



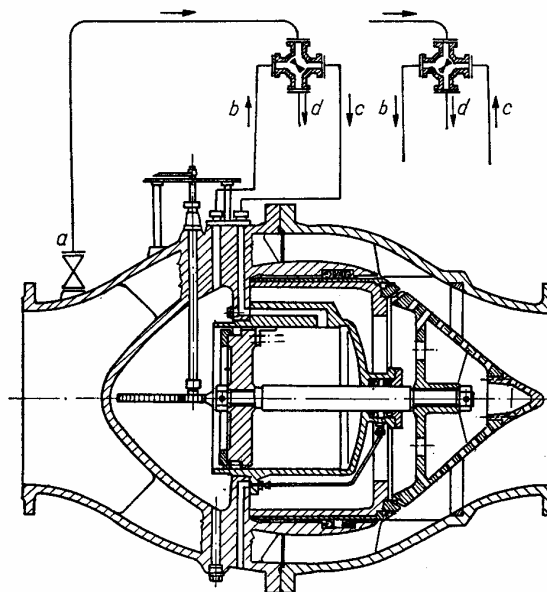
5.8. ábra Hidraulikus működtetésű éktolózár

5.5.2. GYŰRŰSZÁR

A gyűrűszár (5.9 és 5.10. ábra) kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkezik, mint a tolózár azonban kissé nagyobb helyigényű annál. Fojtásos szabályozásra is jól használható. Áramlási ellenállása kissé nagyobb az előbbinél.



5.9. ábra Kúpkereskes működtetésű gyűrűszár



5.10. ábra Hidraulikus működtetésű gyűrűszár

[Varga J. 1976]

Mozgatási erőszükséglete mérsékelt. A tehermentesített zárótestnél csak a súrlódást kell legyőznünk. Az áramlás irányával szemben zárva, a művelet végén jelentős erőt kell kifejtenünk. Ezzel

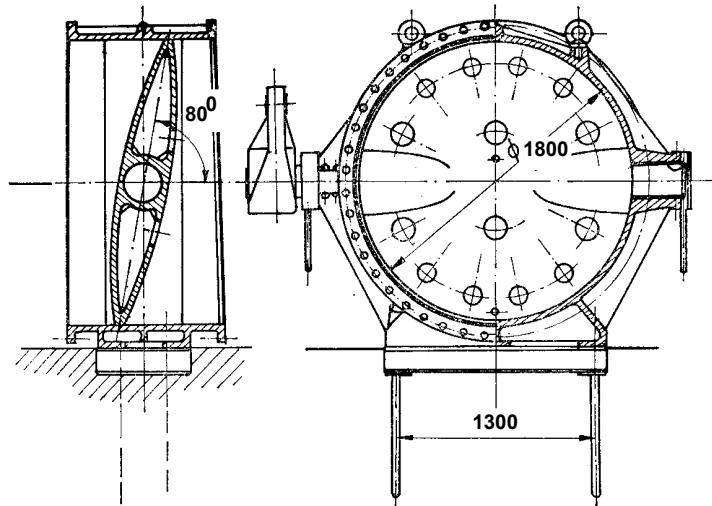


szemben, ha az áramlás irányában zárjuk, szívóhatás miatt a zárótest ütésszerűen ül fel, ha ennek elensúlyozásáról nem gondoskodunk. Építési magassága kisebb a tolózárénál, hossza viszont majdnem kétszerese. Amennyiben zárógyűrűi rugalmas anyagból készülnek -gumi, műanyag-, idővel elvesztik rugalmasságukat, és kicserélésükkor a csőzárat ki kell szerelnünk, majd szét kell szedni. A nyomócső lerakódás nem zavarja. Előnyös tulajdonságai miatt az automatizálás előtérbe kerülésével egyre szélesebb körben alkalmazzák.

5.5.3. PILLANGÓSZELEP (CSAPÓZÁR)



5.11. ábra Pillangószelep



5.12. ábra Nagyméretű pillangószelep

A pillangószelep vagy csapózár a gyűrűszár valamennyi előnyével rendelkezik. Építési hossza és súlya csak töredéke az előbbinek. Ezért az utóbbi időben a nagyobb átmérőkhöz széles körben alkalmazzák (5.11. és 12. ábra). Különösen azóta, amióta a házba vagy a zárótányér kerületébe épített rugalmas zárógyűrű a tökéletes zárást is megoldotta. Ennek azonban az a hátránya, hogy a zárógyűrűt időnként cserélni kell. Fojtásra nem ajánlják, de használható. Védelmi célokra általában súlyterheléssel alkalmazzák. Innen származik a csapózár elnevezés.

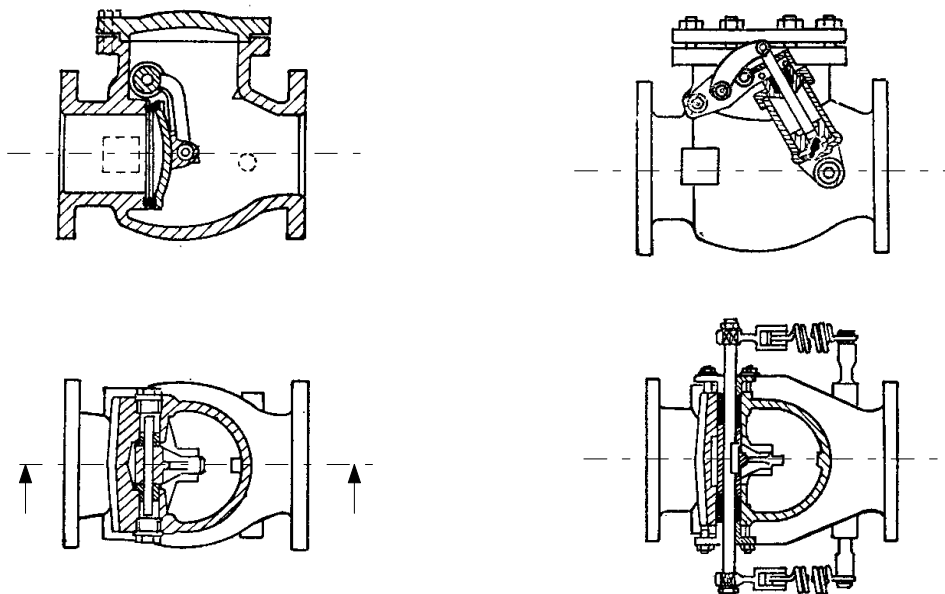
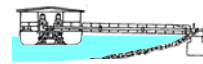
Az excentrikus csapózár a tengelynél osztott házzal készülhet. Ez a csővezeték megbontása nélkül is lehetővé teszi a zárótányér kicserélését. A korszerű kivitelekhez már önzáró, mandzsettaszerű gumi tömítőkarikát használunk.

Az excentrikus pillangószelep forgási tengelye nem megy át a zárótányér középpontján. Ezért zárt állásból a nyomáskülönbségből adódó nyomaték nyit. Külső vezérlés nélkül azonban mégsem használható, mert a vízáram hatására mindössze 45-50°-ra nyílik ki (nem teljesen). Emiatt igen nagy az ellenállása. A ζ ellenállási tényezője megközelíti a 20-at. Önműködő zárásakor pedig lassan mozog. Leálláskor nagy késéssel, erős ütéssel zár.

5.5.4. VISSZACSAPOSZELEP, VÉGCSAPPANTYÚ

Visszacsapó szelepek, végcsappantyúk. Az önműködő csőzárak között igen elterjedt zárószerkezetek. Az előbbi csak kivételesen marad el a szivattyúk nyomócsövéből. Ellenállás-tényezője nagy, szelepterhelése aránylag kicsi, ezért rövid zárási idő esetén késve, nagy ütéssel zár (5.13. ábra). Ellenállásának csökkentésére olajhidraulikus túlemelőt, a súly fojtó hatásának csökkentésére felhajtó erőt biztosító üreges kiképzést alakítanak ki.

A végcsappantyút szabad kiömlésű csővégződésre szerelik. Működése megbízható, építési hossza rövid, hátránya, hogy csak nyílt térbe nyíló csővégen alkalmazható.



5.13. ábra Különböző kialakítású torlócsappantyúk [Nyuli, 1981]

5.5.5. A CSŐELZÁRÓ SZERKEZETEK MŰKÖDTETÉSE

Az egyszerű kivitelű tolózárát a csavarorsó végére szerelt kézikerek elforgatásával működtetjük. A nagyobb, illetve távolabb elhelyezett elzárószerkezetek villamos hajtással, hidraulikus elven, súllyal vagy rugóval terhelt karral üzemeltethetők. A villamos hajtás mechanikus áttétellel kombinálható. A nagy fordulatszámú villamos motor és a csőelzáró szerkezet közé lassító áttételt iktatnak.

A villamos hajtás előnye egyszerűségében és megbízhatóságában rejlik. Vezérlése is egyszerű, mivel csupán villamos elemekből áll. Hátránya, hogy áramkimaradás esetére a kézi hajtás megépítése is elengedhetetlen. A villamos hajtás hidraulikus áttétellel is egyesíthető. A villamos motorral hajtott fogaskerék-szivattyú nagynyomású folyadékát alkalmas többutú csappal vezérelhető. A munkahenger feltöltését fojtással szabályozzuk. A nyomaték korlátozását nyomáskapcsoló beépítésével lehet megoldani. Egy fogaskerék-szivattyúról 100 m-es körzeten belül hidrofor tartály beépítésével több zárószerkezet üzemeltethető. A súlyterhelés gyors zárásra alkalmas, pl. az öntöző-nyomócsőrendszer önműködő csőtörészárainak működtetésére. Üzeme megbízható. Hibája, hogy a rövid zárási idő csak kis karon ható nagy súllyal érhető el, mivel a súlyt is fel kell gyorsítanunk. A forgatónyomaték a karhossz első, a tehetetlenségi nyomaték pedig a karhossz második hatványával növekszik.

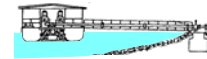
5.5.6. A LÉGÜST

A légüstnek több funkciója is van egy rendszerben. Egyrészt az alapszivattyúk vízszállítása és az elcsurgás közötti különbséget tárolja, másrészt az öntözőszivattyúk hirtelen ki-és bekapcsolásakor esetleges áramkimaradásakor a csővezetékben fellépő tranziens jelenségeket tompítja.

Az öntözőrendszerek légüstjeinek gazdaságos méretezésére alkalmas eljárást még nem dolgozták ki. Közelítő megfontolásokkal és a megépült telepek gyakorlati tapasztalataiból azt a leegyszerűsített méretezési elvet alakították ki, hogy a légüst optimális nagysága a mindenkor üzemelő csőhálózat úrtartalmának kb. 1-2%-a. Nyúli az 5.1. táblázat szerinti értékeket ajánlja.

A légüstöket álló helyzetben célszerű beépíteni, mivel így nyílik mód a csatlakozócsonc felett a legnagyobb víztérfogat kihasználására. Két légüst üzemeltetésekor e berendezéseket mind víz-, mind a levegőoldalt párhuzamosan kell kapcsolnunk. A légüstök hálózathoz csatlakozó csoncja elé egy tolózáróból és csappantyúból álló nyomáslengés csillapítót kell beiktatni.

A levegő-víz térfogat-arányát úgy célszerű beállítani, hogy a légüstben megengedett minimális vízszint az automatikus üzem közben előforduló legalacsonyabb nyomáson legyen. Ezt az arányt a kompresszorral való rendszeres (kb. hetenkénti) levegő-utántöltéssel állandósíthatjuk. A vízszint beállítását



is automatizálhatjuk. Ekkor a légüstbe vízszintérzékelőt kell beépíteni, amely megfelelő időben ki- és bekapcsolja a levegő utánpótlást biztosító kompresszort.

5.1. táblázat Légüstök főbb méretei [Nyuli; 1981]

A szivattyúk száma	A szállított víz	A légüst térfogata	A légüstök száma	Üzemi nyomás
	Q [l/s]	[m ³]	[db]	[bar]
1	50-320	4	1	10
2	210-480	6,3	1	10
3	450-720	6,3	1	10
4	680-950	2x4	2	10
5	920-1200	2x4	2	10
6	1050-1440	2x4	2	10

Ha a légüstbe csatlakozó nyomócső kialakítása megfelelő, és az esetleges üzemzavar vagy áramkimaradás esetén a levegő kiszökését gátló szerkezetről (pl. úszós vagy mágneses szelep, esetleg a lég- és víz-teret elválasztó membrán) is gondoskodtunk. Kisebb rendszerekben jól beváltak a membrános légüstök. Előnyük, hogy a víz és a levegő el van választva egy rugalmas membránnal, így a levegő nem tűnik el a tartályból, nem oldja fel lassan a víz a légüst levegőjét úgy, mint a szeparálás nélküli esetben.

5.6. A SZIVATTYÚTELEPEK IRÁNYÍTÁSA

Amikor a hajtógépből, közlőműből, szivattyúból, szívó- és nyomóvezetékéből álló szivattyúrendszerek üzemét a változó vízfogyasztáshoz úgy kell igazítanunk, hogy a hálózati nyomás csaknem állandó értéken maradjon, irányítási műveletet kell végeznünk. Az irányítás két válfaja a vezérlés és szabályozás.

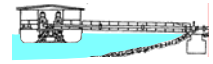
- A vezérlés az irányított – vezérelt- berendezések működésébe akkor avatkozik be, amikor valamilyen jellemzőt (pl. a motor fordulatszámát, a megkerülő vezeték nyitását, a fojtószerelv állását) kell befolyásolnia.

- A szabályozás akkor lép működésbe, amikor a szabályozott jellemzők - pl. a szivattyú folyadék-szállításának és emelőmagasságának - értéke eltér a műszaki folyamat céljával meghatározott nagyságtól. Ekkor a tényleges értékek mérése és az előírtakkal való összehasonlítása alapján lép működésbe. Az irányítási művelet kezdeményezheti, módosíthatja, megszüntetheti emberi ténykedés, a kézi irányítás vagy az irányított rendszerből, esetleg a környezetből származó hatás. Ez utóbbi önműködő irányítás vagy az automatizált üzem. Az irányítási művelet kézi indítása és önműködő lebonyolítása is lehetséges, amikor félautomatikus üzembről beszélünk.

Kézi irányításkor a gazdaságos üzemeltetés a kezelőszemélyzet szaktudásától, lelkiismeretességétől és gyors reakcióképességétől függ. A felállított gépeket rendszerint jelzőberendezésekkel látják el, amelyek jelzik az egyes gépek üzemállapotát, vagy folyamatosan feljegyzik működésük menetét. E jelzések alapján kerül sor a kézi vagy automatikus irányításra.

A kézi vezérlés gyakran erősebb fizikai erőfelfejtést igényel, pl. nagyobb méretű tolózárak működtetése. Ezért a szivattyúk, szivattyútelepek vezérlésének ilyen műveleteit gépesítve, segédberendezésekkel, szervomotorokkal hajtják végre. Amikor ezek működtetése kézi vezérlésű, csupán üzemeltetésük gépesítése valósult meg.

Automatizált üzemből a szivattyúkat irányító szerkezeti egységek vezérlése önműködő. A beépített vezérlő- és szabályozószervek a kívánalmaknak megfelelően módosítják az üzemi jellemzőket. Gyakran egy szivattyúval nem lehet kielégíteni a folyadékszállítással vagy a szállítómagassággal kapcsolatos igényeket. Ilyenkor több szivattyút kapcsolnak párhuzamosan vagy sorba a telepen. Természetesen a szivattyúkat úgy kell megválasztani és csoportosítani, hogy a kívánalmakat a legjobb gazdasági ha-



tásfokkal elégítsék ki. A szivattyútelep egyes berendezései távolról is vezérelhetők. Ekkor távvezérlésről beszélünk. Több szivattyútelep központi helyről ellenőrizhető és kapcsolható. Ezt nevezzük központi vezérlésnek.

Az automatizálás mértéke a különféle adottságoktól függően egymástól erősen eltérő lehet. Tehát minden telep tervezésekor gazdasági számítással kell eldöntenünk, hogy milyen mélységig, és milyen műveleteket érdemes automatizálni.

A következő fejezetben elemezzük a szivattyútelepek irányításának gépészeti kérdéseit.

A vízkivételi csatlakozásokra szerelhető szárnyvezetékek és szórófejek előre tervezett mértékben veszik igénybe a nyomásközpontot. A szórófejek optimális működtetéséhez előírt nyomást a szivattyútelepnek úgy kell létrehoznia, hogy létesítéskor figyelembe veszi a terep szintkülönbségeit éppen úgy, mint a csővezetéki veszteségeket.

Az eddig épített telepeken igényelt emelőmagasság (nyomás) 0,7-1,0 MPa, az igényelt vízhozam 0,05—1,0 m³/s. E szűk nyomás- és széles vízhozamtartományt gazdaságosan csak több és eltérő vízhozamú szivattyú párhuzamos üzeme valósíthatja meg (ld. 5.6. ábra). Az ábrába rajzolt első két kisebb szivattyú vízszállítása a többihez mérten fél vagy egyharmad. A vízelvétel szüneteltetésekor a rendszer Q_{\min} szivárgásait külön légüstös nyomástartó szivattyúrendszerrel fedezzük.

A szivattyúból és hajtómotorból álló gépcsoport üzemét három paraméter jellemzi: a vízhozam, a nyomás és a motor teljesítményfelvétele. E paraméterek könnyen mérhetők, jól követik az üzemi viszonyok változását, ezért alkalmasak a párhuzamosan kapcsolt egységekből álló szivattyútelep üzemének vezérlésére. Ennek megfelelően alakultak ki a párhuzamosan kapcsolt szivattyúk automatikus üzemeltetésének vezérlési megoldásai, amelyek a következők:

- nyomásról szabályozás;
- szabályozás vízhozam-érzékeléssel;
- a vízhozam által korrigált nyomásszabályozás;
- szabályozás villamos jellemzőkkel.

Az előbbi eljárások kombinációja további szabályozási lehetőségekre ad módot, pl. bekapcsolás nyomásról, kikapcsolás vízhozam-csökkenéstől függő nyomásról vagy elektromos teljesítményigényről.

5.6.1. NYOMÁSRÓL SZABÁLYOZÁS

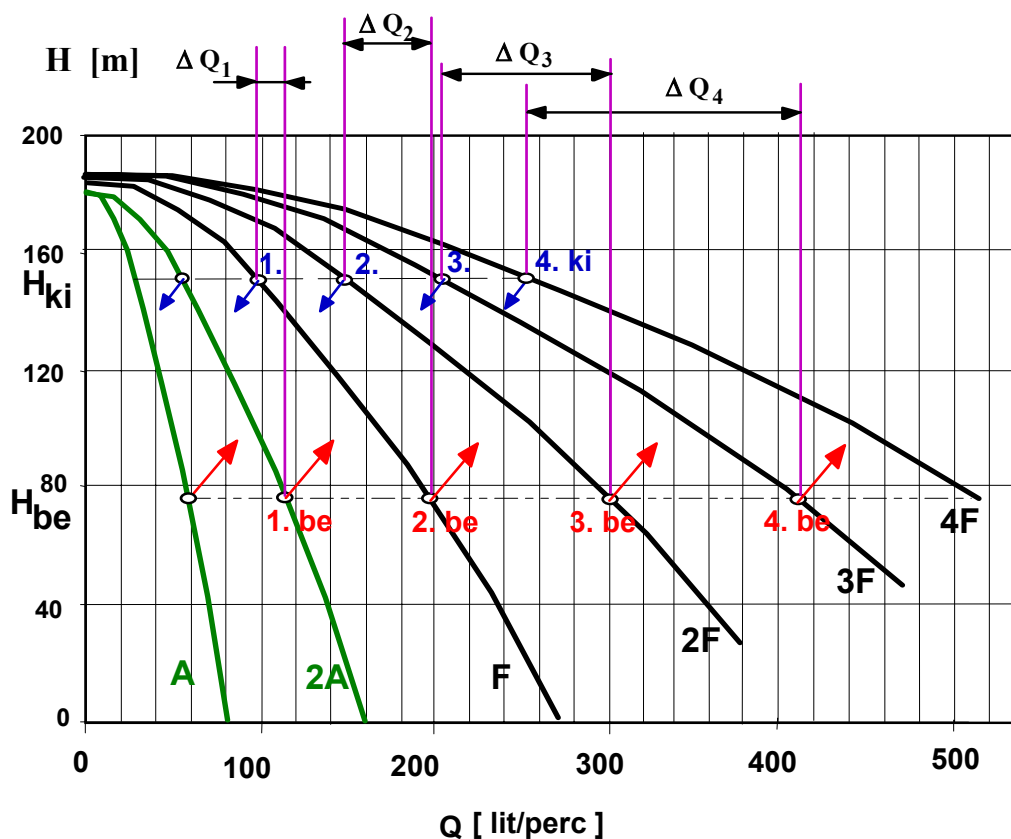
A szabályozás e módjával a közös nyomóvezetékhez csatlakozó nyomólégüstben uralkodó nyomás kapcsolja be és ki a szivattyúkat. Ezzel a módszerrel szabályozzák a nyomásközpont alapszivattyúit, amelyek elsődleges feladata a csőhálózatból veszteségek formájában távozó vízmennyiség pótlása. A szivattyúk ugyanis a nyomóvezetékben jelentkező meghatározott nyomáscsökkenésre indulnak. E folyamathoz hasonlóan, az öntözőberendezések üzemeltetésekor először az első szivattyú indul, majd az öntözővíz-igény növekedése és a nyomás csökkenése következtében kezdi működését a második, és így tovább.

Az egymást követő szivattyúk ki- és bekapcsolása közötti nyomásértéke rendre kisebb az előtte működőnél. Ez jól követhető a 5.14. ábrán.

Az alsó (kb. 78 m) szaggatott nyomásvonal a következő szivattyút indító térfogatáramokat jelölő vonal. A felső szaggatott nyomásvonalat (kb. 150 m) az üzemelő szivattyúk megállításának térfogatáram értékei adja meg. Elterjedten alkalmazzák a különböző típusú nyomástávadókat a nyomásjel érzékelésére és továbbítására. A szivattyúkat, az indításukhoz hasonlóan, a nyomás emelkedése állítja le. Az ismertetett vezérlési mód szabályozása nem gazdaságos. Ugyanis ha a bekapcsolási és a kikapcsolási nyomás, H_{ki} is állandó, (Természetesen a $H_{be} < H_{ki}$) akkor az egyes jelleggörbéken kialakuló ΔQ értéke egyre nagyobb lesz, ahogy a működő szivattyúk száma nő. Ennek az a következménye, hogy ha több szivattyú működik, akkor egyre jobban eltérhet a munkapont helye a legjobb hatásfokú ponttól. Másik nem kívánatos következménye, hogy be- és kikapcsolás között a szállított térfogatáram eltérése egyre nagyobb. Ez jól követhető az 5.14. ábrán.. $\Delta Q_1 \approx 20 \frac{\text{lit}}{\text{perc}}$ míg



$\Delta Q_4 \approx 160 \frac{\text{lit}}{\text{perc}}$ nagyságú. Ha ezt a hatást csökkenteni szeretnénk, akkor megoldást jelent például a szivattyúkat vízhozamról vezérelni, vagy elektromos vezérlést, úgynevezett léptető automatikát alkalmazunk.



5.14. ábra Nyomásról vezérelt öntöző szivattyútelep jelleggörbéi

5.6.2. SZABÁLYOZÁS VÍZHOZAM-ÉRZÉKELÉSEL

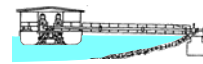
Az öntöző-szivattyútelepek vízhozamról vezérlésekor az alapszivattyúkat a fővezetékben uralkodó nyomásról indítjuk. A főszivattyúk közül az elsőt - az alapszivattyúhoz hasonlóan - a nyomás, a továbbiakat pedig a nyomóvezetékbe épített mérőjelképzőhöz - Venturi-cső (ld. 1.2.3.4. fejezet), mérőperem - csatlakozó vezérlőelem kapcsolja (be, illetve ki) a vízhozamigény növekedése vagy csökkenése függvényében.

Vezérlőelemként rendszerint differenciál-nyomáskapcsolót vagy nyomáskülönbség-távadót építünk a rendszerbe. Ezek a műszerek a mérőjelképző vízhozamtól függő nyomáskülönbségét érzékelik, és a vízhozammal arányos, folyamatos villamosjelet adnak.

A vízhozam-vezérléskor a maximális vízhozamra méretezett mérőberendezés - Venturi-cső, mérőperem és a hozzá kapcsolt műszer - a kis vízhozam-tartományban (a névleges kb. 40%-a alatt) megbízhatatlanná válik. A rendkívül lecsökkent nyomáskülönbség mérésére ugyanis nem elég érzékeny. Ez azt jelenti, hogy ha az egyforma főszivattyúk száma háromnál több, a harmadik szivattyú bekapcsolása már a bizonytalan tartományba esik. Ezért a több szivattyúval dolgozó telepeken a mérőelemek párhuzamos vagy soros kapcsolásával szétválasztják a mérési tartományt.

Abban az esetben, ha a gépek visszakapcsolásakor kialakuló esetleges lengések miatt a nyomás az üzemi nyomászóna maximális határértéke fölé emelkedne, a csőhálózat védelme céljából biztosítószelepekkel törjük le a nyomáscsúcsot. A többletvizet a szívóáknába vezetjük.

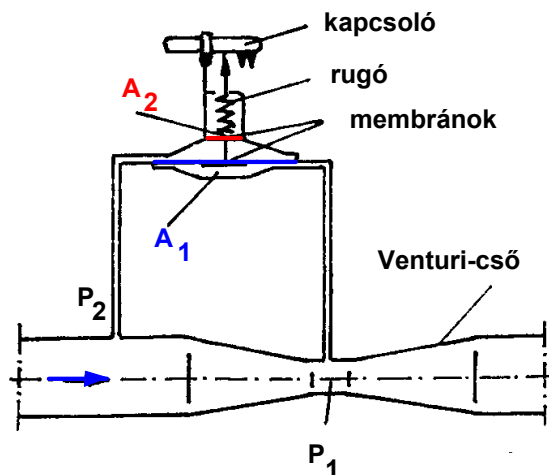
A gyakorlati tapasztalatok szerint a csőhálózat csurgási veszteségei lényegesen nagyobbak, mint a kezdetben előírányzott 10—20 l/s-os érték. Ezért ma a kis nyomástartó szivattyúk helyett a nagy szivattyúk szállítását harmadoló 60—80 l/s vízhozamú gép látja el az alacsony nyomást fenntartó szivattyú



feladatát, amely egyébként az öntözőüzemben is részt vesz. A mérőelemek soros- és párhuzamos kapcsolásánál jobb megoldás lehet, ha a mérőjelképző mérési tartományát a mérőműszerekkel osztják ketté, pl. úgy, hogy egy Venturi-mérőhöz két, különböző mérési tartományú nyomáskülönbség-távadót kötnek.

5.6.3. A VÍZHOZAM ÁLTAL KORRIGÁLT NYOMÁSSZABÁLYOZÁS

További fejlődést jelentett az olyan kapcsolási rendszer, amely a csőellenállási parabolát kívánja követni oly módon, hogy a kapcsolási nyomás-tartományt a vízhozam szerint változtatja. Az osztrák VOGEL szivattyúgyár szabadalma alapján készült nyomáskapcsolóval a szivattyútelep nyomásértéke a növekvő vízhozamoknál meg is emelhető.



5.15. ábra Vogel nyomáskapcsoló [Nyuli;1981]

A speciális nyomáskapcsolót az 5.15. ábra szerint egy Venturi-csőhöz kell csatlakoztatnunk. Ha a csővezetékben nem áramlik víz, tehát amikor a Venturi-cső nem létesít nyomás-különbséget, a kapcsoló úgy működik, mint egy A_2 felületű membránnal rendelkező nyomáskapcsoló. Legyen a kapcsolási nyomás értéke $p_1 = p_2 = p_{20}$. A műszer tehát kapcsol, ha az $A_2 \cdot p_{20}$ erő nagyobb lesz, mint a beállított rugóerő (F). Ha a rugóerőt és a membrán A_2 felületét ismerjük, akkor azt a nyomást, amikor éppen bekapcsol a műszer, azt is megadhatjuk. Kifejezzük ezt a nyomást $p_{20} = \frac{F}{A_2}$.

Ha a vezetékben megindul a folyadékáramlás, a Venturi-csőben ébredő nyomáskülönbség hatására az A_1 felületű membránon keletkező nyomóerő a rugóerővel azonos irányú erővel, az előbbit mintegy megnövelve, lefelé terheli a kapcsoló tengelyét. Írjuk fel a kapcsoláshoz tartozó erőegyensúlyt:

$$A_2 \cdot p_2 = (p_2 - p_1) \cdot A_1 + F$$

A „F” erőt kifejezve az áramlás nélküli nyomással:

$$A_2 \cdot p_2 = (p_2 - p_1) \cdot A_1 + p_{20} \cdot A_2$$

majd kifejezve az áramláskori kapcsolónyomást p_2 -t.

$$p_2 = (p_2 - p_1) \cdot \frac{A_1}{A_2} + p_{20}$$

Tudjuk, hogy a Venturi-cső esetén a nyomáskülönbség arányos a térfogatáram négyzetével.

$$p_2 - p_1 = K \cdot Q^2,$$

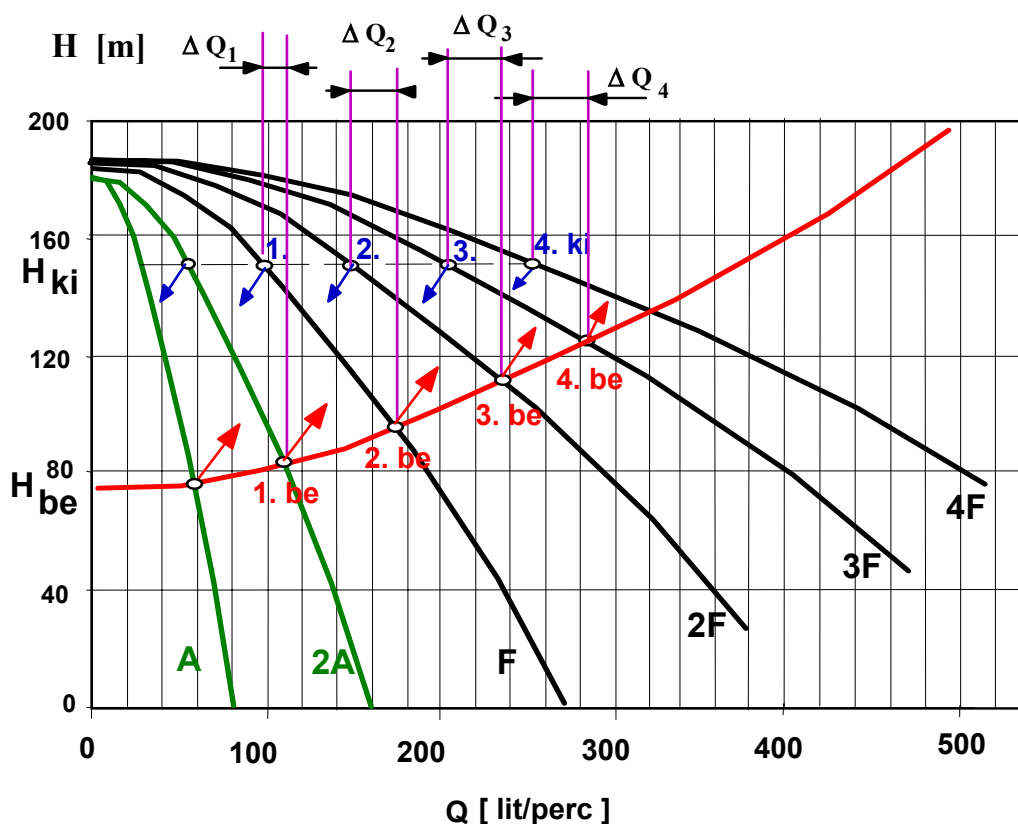


amit a fenti képletbe behelyettesítve egy parabola egyenletét kapjuk.

$$p_2 = p_{20} + K \cdot \frac{A_1}{A_2} \cdot Q^2$$

Áramlás alatt tehát csak akkor kapcsol a berendezés, ha a csővezetékben a nyomás az A_1 felületű membránon ébredő erő arányának megfelelő mértékben nagyobb lesz. Minthogy az A_1 felületű membrán terhelő nyomáskülönbség az átáramló vízhozammal parabolikusan nő a vízhozam növekedésekor a kapcsolási nyomás is parabolikusan tolódik fölfelé (5.16. ábra). Az 5.14. ábrával összehasonlítva szembevetően a javulás mértéke. A ki- és bekapcsolás közötti mennyiség-eltérés, ΔQ nagymértékben csökkent a kapcsolónyomás parabolikus növekedésének hatására. Így a szivattyúk a legjobb hatásfokú pont környezetében működtethetők.

A vízhozamot érzékelő Venturi-cső veszteségeinek minimális szinten tartása céljából a nyomáskapcsoló áttételét úgy alakították ki, hogy 10 kPa, azaz 1 vom. nyomáskülönbség a kapcsolási nyomást kb. 13 méterrel módosítja.



5.16. ábra Vogel nyomáskapcsolóval vezérelt öntöző szivattyútelep jelleggörbéi

5.6.4. SZABÁLYOZÁS VILLAMOS JELLEMZŐKKEL

A teljesítményről vezérlés lehetőségét elsősorban a szivattyútelepbe épített szivattyúk jellemzői határozzák meg. Lényegében ez az eljárás is vízhozamról szabályozás, csak a vízhozamot a szivattyú által felvett villamos teljesítménnyel közvetve mérjük. Azok a szivattyúk felelnek meg leginkább e célra, amelyek tengelyteljesítménye a folyadék szállítással párhuzamosan nő. A 3.10. ábra diagramjairól jól látható, hogy a kis jellemző fordulatszámú (n_q) szivattyúk teljesítmény-felvétele -a vízhozam függvényében- jó közelítéssel lineárisan változik. Nincs olyan szakasza, amely a vízhozam tartomány valamely részében bizonytalanságot okozhatna. Ha a szivattyúk elektromos teljesítményét használjuk vezérlési jellemzőnek, -mivel a villamos jellemzők mérése relatíve egyszerűbb és olcsóbb berendezést jelent, mint pl. a mennyiség mérése,- akkor vezérlés számára egyszerűbb a mérőjel szolgáltatás. Az elektromos szabályozás a mikroprocesszorok és számítógépek elterjedésével előtérbe került.