

VÍZHOZAMSZABÁLYOZÓ BERENDEZÉSEK A CSAPADÉK-VÍZ-GAZDÁLKODÁSBAN

KORNOS TIBOR (EBEPLAN KFT)

RÁCZ TIBOR (FŐVÁROSI CSATORNÁZÁSI MŰVEK ZRT)

Kulcsszavak: klímaváltozás, vízhozam-mérés, lefolyás-szabályozás, lefolyás-szabályozók típusai, berendezései

BEVEZETÉS

A városi környezet alapvető infrastruktúráját képezik a többletként jelentkező, vagy használt vizek elvezetésére szolgáló csatornák. A vízvezetési feladatokkal kapcsolatban öröndetes fejlemény az, hogy a szennyvízelvezető csatornák kiépítettsége jelentős mértékben nőtt, és például Budapest esetében a teljes körű csatornázottság kimondható, és jelentős eredmény az, hogy a szennyvíz a fővárosban tisztítást követően jut a Dunába. A csapadékvíz elvezetés tekintetében a helyzet lényegesen rosszabb. A régebbi településrészeket jellemzően egyesített vízvezetési rendszerrel alakították ki, ezeken a területeken a szennyvízelvezetéssel együtt meg lett oldva a csapadékvíz elvezetése. Más kérdés, hogy milyen vízvezetési biztonság kialakítását garantálhatják ezek a rendszerek, és különösen, megfelelnek-e a klímaváltozás kihívásainak. Az utóbbi évtizedekben az új vagy újonnan

csatornázott településrészekben az elválasztott rendszerű csatornázás terjed műszaki és gazdasági megfontolások alapján. A csapadékvíz elvezető rendszerek fejlesztése ugyanakkor nem követte a szennyvízelvezetés fejlesztését, erre kevesebb forrás állt rendelkezésre, vagy éppen az építésszabályozás a keletkezés helyén történő szikkasztással „megoldottnak” tekinti a kérdést. A ki nem épített csatornák, szikkasztók, vagy éppen a betemetett árkok miatt a víz az utcára kerül nagycsapadékok alkalmával, és elöntéseket okoz. Illegális megoldásokkal – például az elválasztott szennyvízcsatornára kötéssel – is gyakran lehet találkozni. Utóbbi esetben a szennyvízelvezető rendszer üzemét borítja fel, szennyvízelöntést okoz, átemelőket terhel túl, szennyvíztisztítók üzemét zavarja meg. A csapadékvíz elvezetésének szakszerű megoldása – a települési csapadékvíz-gazdálkodás – a közeli jövő

elsődleges feladata lesz a kiépülő szennyvízelvezető rendszereket követően.

A zárt csapadékcatornák kialakítása kapcsán említést érdemel, hogy a szennyvízelvezető rendszernél nagyobb átmérőjű csatornák alkalmazását igényli, emiatt lényegesen költségesebb a kiépítése. A csapadékvíz mértékadó mennyiségének meghatározása során, a klímaváltozás miatt hosszabb távon a nagyobb, intenzívebb csapadékok számának növekedésével kell számolni. Az igényelt nagyobb csatornákat jellemzően már közművesített utcákban kell elhelyezni, ahol sok esetben nem maradt már erre elegendő hely.

Elsősorban ez utóbbi problémák helyezik előtérbe az olyan megoldások alkalmazását, amelyek az elvezetendő csapadékvíz csúcs hozamát és/vagy mennyiségét csökkentik.

A kérdés megoldására rendelkezésre álló megoldások megismertetése és népszerűsítése alapvető feladata a témában érintett műszaki szakterületeknek.

Külön kérdés a lefolyó vizek minősége, amely a következő időszak egyik alapvető feladatát jelentheti (Dulovicsné et Csapák 2017).

KLÍMAVÁLTOZÁSI TENDENCIÁK

A klíma változásának része a csapadéktevékenység tekintetében bekövetkező, illetve várható változás. A vonatkozó hazai modell szimulációk szerint az előttünk álló évszázad teljes egészében melegedés várható, amelynek éven belüli eloszlása nem lesz egyenletes, a melegedés nyáron lesz a legnagyobb mértékű, míg tavasszal a legkisebb (Pongrácz et al.). A hőmérséklet változása jelentős hatással

lesz a konvektív légköri áramlások kialakulására, ezek gyakorisága nőhet. A konvektív áramlások a zivatar-tevékenységhez szorosan kapcsolódnak, és amennyiben a hőmérséklet nő, ezek az áramlások is intenzívebbek lesznek. Ha kellő mennyiségű pára rendelkezésre áll ebben a helyzetben, a hirtelen jelentős csapadékot hozó zivatarok, felhőszakadások előfordulása és intenzitása emelkedhet.

A csapadék mennyiségének, térbeni és időbeli eloszlásának alakulását ugyancsak vizsgálják. Az előbb idézett tanulmány megállapításai szerint csapadék éves mennyisége lényegében nem változik, de az évszakos csapadékösszegekben kimutatható lesz télen és tavasszal a csapadékösszeg növekedése, míg nyáron szárazabbá válik az időjárás. Ez várhatóan hosszabb száraz periódussal és az ezeket elválasztó csapadékos időszakokkal lesz jellemezhető, a forró időszakokat lezáró hidegfrontokkal összefüggő heves csapadékhullással. Ezekkel a megállapításokkal egybeesik a Központi Statisztikai Hivatal tanulmánya is (KSH 2011).

VÍZLEVEZETŐ RENDSZEREK MEGFELELŐSÉGE

A vízlevezető rendszerek méretezése és kiépítése során az 1970 előtti időjárási adatok különféle feldolgozásait vették figyelembe. Előbbi körülmény miatt a csapadékmáximum függvények megújítása szükséges, amelytől az várható, hogy a mértékadó csapadékin-tenzitások nőnek, így a méretezés során nagyobb méretek alkalmazása lesz szükséges. A meglevő csatornák méretezési gyakorisága

pedig kedvezőtlen irányba változik, amennyiben a víz visszatartásának növelésére nem történik intézkedés. Ezzel kapcsolatban meg kell ugyanakkor jegyezni, hogy az igazán jelentős intenzitású csapadékok visszatartásához olyan térfogatok kezelése szükséges, amely felveti a kezelhetetlen mennyiségű víz kivezetésének igényét, vagy olyan pl. mélytárolók kialakítását igényli, amelyek képesek több százezer, vagy millió köbméteres csapadéktömegeket is fogadni. Ezekre a világon számos helyen vannak kezdeményezések (Smetaczek 2005, Chang 2017, Chan 2015). A megváltozott viszonyok között a vízelvezetés biztonságán alapvetően kétféle módon lehet javítani. Ez egyrészt a csatorna átépítésével, azaz az új helyzetnek megfelelő kapacitás beépítésével történhet. A vízelvezetési biztonság nem romlik akkor sem, ha a hidraulikai terhelést alakítjuk oly módon, hogy a meglévő csatornák továbbra is kellő biztonságot nyújtsanak. Ez utóbbi megoldás a víz visszatartását célozza. Ennek különféle módokai a következőkben kerülnek bemutatásra.

A VÍZ VISSZATARTÁSÁNAK MÓDOZATAI

A víz visszatartásának lényege az, hogy a csapadék felszínre kerülésétől a csatornába, vagy általánosabban fogalmazva a vízelvezető rendszer védeni, tehermentesíteni szándékolt eleme között a vízhozam csúcsok csökkentését érjük el.

A vízhozam csúcsok csökkentése megtörténhet a csatornán lefolyó víz mennyiségének megtartása vagy csökkentése mellett. Az előbbi esetben a víztérfogatot valahol

betárolva időben elhúzva, kisebb csúcs vízhozammal engedjük át a rendszeren. A víztérfogat csökkentésével magvalósuló megoldások esetén a víz „kikerül” a vízlevezető rendszerből, más rendszerbe kerül át. Erre példa a szikkasztás, amely révén víztérfogat szívárog be a talajba, amely a továbbiakban nem terheli a védeni, tehermentesíteni kívánt rendszert. A szikkasztás mellett a másik eszköz a párologtatás, amely révén a víz a levegőbe távozik. A párologtatás történhet vízfelszínről és növények révén. Érzékelhető, hogy mind a beszivárogtatás, mind a párologtatás időben nagyságrendekkel lassúbb folyamat, mint a felszíni lefolyás, így ezek hatékony működtetése jelentős méretek biztosításával érhető el. A jelen tanulmány a vízhozamszabályozás (korlátozás) és tárolás- és/vagy tározás együttes megoldásával foglalkozik.

A VÍZHOZAMSZABÁLYOZÁS MEGOLDÁSAI, LEHETŐSÉGEI

A csapadékvíz elvezetés helyzetének javítása jegyében fogalmazták meg a 2017. novemberében megtartott Országos Települési Csapadékvíz Gazdálkodási Konferenciát a Nemzeti Közzolgálati Egyetem bajai Víz tudományi Karán. A konferencia ajánlásai (Konferencia) közül a 2. pontban említett, a lefolyás lassításának fontossága emelendő ki, amelynek egyik eszköze az ideiglenes vízvisszatartás. Az ideiglenes vízvisszatartás célja kettős lehet, egyrészt a tovább vezetett vízhozam szabályozása valamilyen maximált szinten, másrészt a teljes lefolyás betárolása és időben elhúzott leeresztése szabályozott körülmények között.

E célok elérésére a lényegében két alapvető műszaki elrendezés szolgál, a nem kezelt (nyitott) zsilipű, és a kezelt zsilipű árvízcsúcs-csökkentés. Előbbi esetében egy zárószerkezet nélküli szűkülettel (pl. fojtó szakasszal, Dulovicsné, 1987) megvalósul a vízhozam csökkenése, amely a szűkített szelvény mögött tározódik, a túlfolyó vízhozam pedig a szűkítés Q - h görbéje szerint alakul; amennyiben tartósan nagyobb vízhozammal érkezik a víz, mint a szűkület Q - h görbéje, a többletvíz árapasztón át távozik. A kezelt zsilipű árvízcsúcs-csökkentés esetében a lényeges különbség az, hogy a szűkület mértéke, így az ellenállás szabályozható. A szabályozás lehet egyszerű lezárás is, ekkor a tározásba vonható víztérfogatot ki lehet használni (a felesleg árapasztón túlfolyik). A szabályozás módja lehet valamilyen időben változó megoldás is, amely az egyszerű gátóri beavatkozástól a vízszint által vezérelt megoldásokig terjedhetnek.

A csatornaüzemeltetés egyik fontos kérdése volt az, hogy a terhelések dinamikus hatását a lehetőség szerint ki lehessen egyenlíteni. Ennek biztosítására olyan megoldásokat találtak ki a konstruktőrök, amelyek lehetőség szerint állandó kibocsájtott vízhozamot képesek biztosítani. Ennek révén a szerkezet egyszerűen rendszerbe illeszthető, hiszen a hidraulikai számítások során állandó vízhozammal lehet figyelembe venni, közel a teljes Q - h görbe mentén. A kérdés megoldására többféle megoldás készült, jellemzően alvízszint vagy felvízszint vezérléssel. Létezik ugyanakkor egy megoldás, amely a kialakuló vízszintektől „függetlenül”, mozgó alkatrészek nélkül is

képes a vízhozam szabályozására. Ez utóbbi szerkezetek a sajátos kiképzésük alapján a nagyobb nyomással áramló víz áramlását oly módon befolyásolják, hogy a hidraulikai veszteség növekedése révén az átbocsájtott vízhozam közel állandó lesz, függetlenné válik a vízmélységtől (nyomómagasságtól). A mechanikai lefolyás szabályozók alkalmazásáról néhány példa a következőkben kerül bemutatásra.

LEFOLYÁS SZABÁLYOZÓK ALKALMAZÁSA

A lefolyás szabályozók előnyösek a csatornaüzemeltetés szempontjából, mert a csatornarendszer és elemeinek vízterhelése kiegyenlített, a sebességviszonyok jól tervezhetők, és ezzel például az eróziós károk jelentősebb részben elkerülhetők. A kiszámítható áramlás természetesen megfelelő puffer térfogat biztosításával valósítható meg.

KISZÁMÍTHATÓ ÁRAMLÁSI IGÉNY

Vízügyi - főleg csatornarendszerek üzemeltetésével foglalkozó - szakemberek gyakorta szembesülnek azzal az igénnyel, hogy egy csapadékvízzel vagy szennyvízzel megtöltött térrészt (aknát, medencét, stb.) azonos átfolyó mennyiséggel ürítsenek le. Az előre meghatározott, egyenlő mértékű vízszállítás sokkal egyszerűbben kezelhető, mint a változó hozamú, vagy előre nem látható mértékű áramlás. A nem egyenletes vízleengedés károkat okozhat a vízrendszer további gépészeti elemeiben, illetve előntést eredményezhet

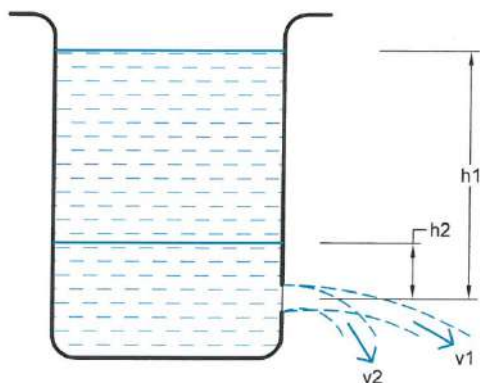
az arra nem kijelölt területeken, ahol nagyobb károkhoz is vezethet az infrastruktúrában. Ma-napság pedig az időjárás kiszámíthatatlansága miatt egyre inkább találkozhatunk rövid idejű, nagy mennyiségű esőzésekkel, így a csapadék pufferekése, majd annak szabályozott elvezetése komoly kihívást jelent az üzemeltetők számára.

SZABAD KIFOLYÁS VÁLTOZÁSA

A konstans mértékű lefolyás megvalósítása azért jelenthet problémát, mert egy fix méretű kiömlőnyíláson a különböző vízmagasság esetén eltérő lesz a kiömlés sebessége, így a kifolyó víz mennyisége is. A szabad kifolyás hozama a pillanatnyi nyomásmagasság szerint változik, amennyiben állandó keresztmetszeten történik a kiáramlás. Tehát egy teljesen feltöltött medencéből először jóval nagyobb sebességgel és hozammal folyik ki a víz, mint alacsonyabb vízállás esetében (1. ábra). A kifolyási sebességet a ϕ sebességi tényező alkalmazásával lehet számítani a

$$v = \phi \sqrt{2gh}$$

képlet szerint.



A h vízmagasság különbség miatt a h_1 és h_2 vízszinten a kiáramlás mennyisége jelentősen eltér. Ugyanakkor a vízelvezető rendszerek terhelésének egyszerűbb követhetősége szempontjából egy állandó elfolyó vízhozam kedvezőbb lenne.

MEGOLDÁSOK A KONSTANS (KVÁZI KONSTANS) KIFOLYÁSRA

Bár a modern kornak köszönhetően elérhetők már bonyolult elektronikai vezérléssel szerelt áramlás szabályozó berendezések (pl. STEBATEC térfogatáram szabályozó, STEINHARDT zsilipek, stb.), azonban ezek nem minden esetben alkalmazhatók. A leggyakoribb nehézség az elektromos energiaellátás, lévén hogy sok esetben külterületen, az elektromos rendszertől távol lévő helyen kell leürítési pontot kialakítani. A szenzorokkal vezérelt zsilipek, vagy pneumatikus működtetésű szabályozók elektromos csatlakozást kívánnak, sokszor nedves, agresszív környezetben. Így ezek alkalmazása ilyen körülmények között nem szerencsés. Ugyancsak kedvezőtlen az elektromos berendezések alkalmazásával járó karbantartási igény.

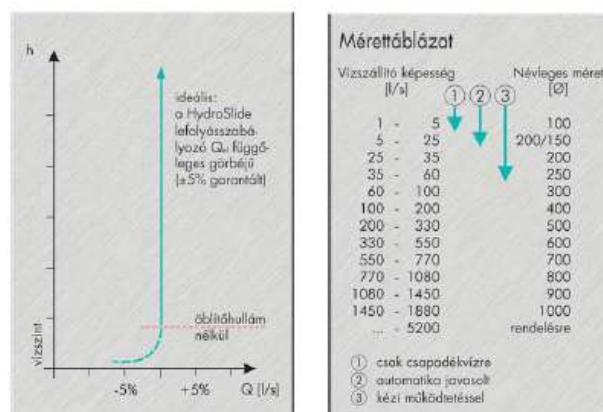
Megoldást jelenthetnek a mechanikai szerkezetű, vagy mozgó alkatrész nélküli korrózióálló, vagy saválló acélból készült lefolyás-szabályozó berendezések. Ezek az egyszerű felépítésű, de masszív szerkezetek nem igényelnek külső energiaforrást, mivel kizárólag a víz hidraulikai energiája mozgatja őket.

1. ábra Kifolyás kisméretű nyíláson - a szűkület vízhozama a visszatartott víz magasságától függ.

Működésük legtöbbször a nyílás méretének szabályozása (növelése, csökkentése) révén történik valamilyen mechanikai vagy hidraulikai visszacsatolás révén. Számos termék érhető el jelenleg, ezek közül mutatunk be néhányat az egyes megoldási lehetőségek áttekintése érdekében. A német Steinhardt cég lefolyásszabályozója a nyílás méretének változtatását úgy oldja meg, hogy a záróelemre szerelt úszó együtt mozog a változó vízszinttel, és mechanikai kapcsolat révén tudja a vízszint alapján módosítani a kiömlő nyílás méretét. Minimális vízállásnál a kiömlőnyílás szabadon nyitva van, azonban növekvő vízmagasságnál a zárólemez fokozatosan csökkenti a nyílást. Teljesen feltöltött tartálynál a zárólemez csak egy minimális rést hagy a kiömlőnyíláson, amely pontosan kompenzálja a nagyobb sebességgel kiáramló folyadék hozamát. Ezzel a működési elvvel nagy pontosságú (+/-5%) állandó kiáramlást lehet biztosítani.



2. ábra HydroSlide Mini lefolyás szabályozó (Steinhardt GmbH. – Gyártmánykatalógus)



3. ábra Átáramlási grafikon és néveleges vízszállítás a gyártási mérettartományban (Steinhardt GmbH. – Gyártmánykatalógus)

MECHANIKAI LEFOLYÁSSZABÁLYOZÓ SZERKEZETEK

A Steinhardt cég HydroSlide lefolyás szabályozói kb. 40 éve készülnek folyamatosan, és a világ szinte minden pontján üzemelnek (2. ábra). A mechanikai lefolyás szabályozó



4. ábra HydroSlide lefolyás szabályozó beépítve - Budapest, Bethlen u. (Ebeplan Kft. - Fotóarchívum)

szerkezetek automatikusan, a víz hidraulikai erejével működtetve, csendben végzik a dolgukat. Nagyfokú üzembiztonság jellemzi őket, karbantartást alig igényelnek. Ezek a berendezések széles mérethatárok szerint építhetők, hozamuk 1 l/s -tól egészen 5200 l/s-ig változhat (3. ábra). A rendkívül széles mérettartomány alapján látható, hogy igen jelentős vízhozamok szabályozására is lehetőség nyílik a berendezések révén, akár kisebb vízfolyások záportározói is alkalmazhatók. Az alkalmas kiképzésű művekbe történő beszerelésük

a telepítés. Elképzelhető természetesen olyan elrendezés is, amikor a berendezés egy külön aknában foglal helyet (4. ábra), de az az akna is vízzel fog megtelezni a működés során,



6. ábra Száraz és nedves beépítésű HydroSlide berendezések (Steinhardt GmbH. – Gyártmánykatalógus)



5. ábra Különböző kialakítású HydroSlide berendezések a beépítési körülményekhez igazodva (Steinhardt GmbH. – Gyártmánykatalógus)

tapasztalt szakemberek számára egyszerű, és a beépítésre szolgáló beton műtárgyat sem kell átalakítani.

E berendezések sajátossága, hogy mindig a „nedves” oldalra helyezendők el, így a vízzel feltelődő medence belső falára történik

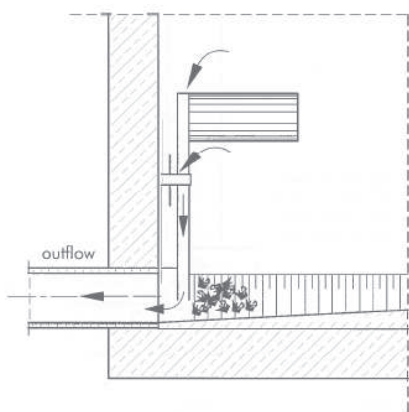
a medencével lényegében azonos szintben, amennyiben a kapcsolatot biztosító összekötő csatorna ellenállása nem számottevő.

A HydroSlide lefolyás szabályozók különböző kialakítással készülnek a vízszint, a beépítési körülmények, illetve az áteresztő képesség függvényében (5. ábra). Ennek megfelelően létezik rövidebb-hosszabb karos, illetve balos-jobbos vagy közép úszós kivitel is. De kialakítástól függetlenül, minden esetben a víz szintje működteti az úszót, amely a zárólapot a szükséges pozícióba helyezi, ezzel szabályozva az átfolyó keresztmetszetet és megvalósítva a konstans átfolyást.

KOMPAKT KIALAKÍTÁSOK

A Steinhardt cég Combi és FlatFlow berendezései olyan kompakt lefolyás szabályozók, amelyek nemcsak nedves módon, hanem fél-száraz vagy száraz környezetben, a medence

külső oldalára is telepíthetők (6. ábra). A kompakt változatokban a lefolyás szabályozók előnyei ugyanúgy megtalálhatók, ezen felül pedig számos funkciót egyesítenek.



DUGULÁSOK KIKÜSZÖBÖLÉSE

A csapadékvízzel, különösen a szennyvízzel keveredő záporvíz hordalék mozgásával is számolni kell, amelyek a nyílások eldugulását idézhetik elő. Az eldugulás megelőzésének érdekében minden szabályozó típus - legfeljebb DR 200 ($Q_{ab} \leq 35 \text{ l/s}$) méretig - dupla zárólemezzel tervezett. Ha lerakódás lenne az első lemez előtt, akkor a víz keresztül áramlik a lemezek közötti térben, illetve a második zárólemez alatt (7. ábra).

7. ábra Öntisztító mechanizmus HydroSlide berendezésekhez. Dugulás esetén is van átáramlás. (Steinhardt GmbH. – Gyártmánykatalógus)



8. ábra Flat Flow berendezés - úszó textília átbocsájtása a lezárt szabályozó berendezés automata mechanizmusa segítségével (Konstans átfolyás – dugulás „felismerése” – átöblítés a gát megemelése révén) (Steinhardt GmbH. – Bemutató videoanyag)

A FlatFlow berendezésekben automatikus, mechanikai dugulás felismerő és elhárító rendszer található. A rendszer érzékeli a lerakódásokat, nagyobb uszadékokat, amelyek a részben lezárt átömlőnyíláson már nem férnének át. Az uszadék az átömlőnyílás bemenetéhez érkezve a záróelemet teljes nyitásra kényszeríti, így a szabad keresztmetszeten már át tud haladni. Ezután a záróelem visszaáll az éppen aktuális helyzetbe, tovább biztosítva a konstans átfolyási mennyiséget (8. ábra).

Összességében a mechanikai lefolyás szabályozók megoldást jelentenek a konstans leürítésre vonatkozó elvárásoknak. Üzemeltetésük

rendkívül alacsony költséggel jár, működésük megbízható. Mivel külső energiaforrást nem igényelnek, ezért bárhol alkalmazhatók, a szükséges infrastruktúrával nem kiépített területek ideális szabályozó berendezése. Robosztus kialakításuknak és korrózióálló anyaguknak köszönhetően pedig nagyon hosszú élettartamúak, amely eléggé súlyozott szempont az üzemeltetők szemében, amikor a beruházásokban szereplő gépészeti elemek kiválasztására kerül sor. A dugulás megelőzésére ugyanakkor csak az olyan hordalék esetében van mód, amely képes átjutni a nyíláson. Amennyiben nagyobb tárgyak felbukkanása is várható, azok eltávolításáról külön gondoskodni szükséges pl. rácsok alkalmazásával.



9. ábra Sulzberg - Lefolyás szabályozóval (HidroMaxx típus) ellátott záporvíz tározó (Steinhardt GmbH. – referencia videó)

EXTRÉM MÉRETEK

A kisebb-nagyobb víztároló medencék vagy szennyvízcsatornák mellett felmerülhet az igény, hogy nagyméretű árvíztározók esetében is korlátozható legyen a legnagyobb átfolyó vízhozam. Ebben az esetben is a mechanikai lefolyás szabályozó alkalmazása lehet alkalmas megoldás.

Így történt ez a németországi Sulzberg település melletti völgyzárógát megépítésénél is, ahol a szélsőséges határok között változó vízmagasság miatt a normál zsilipek nem tudták volna biztosítani a kívánt elfolyási értéket.

A kiszámíthatatlan időjárás miatt időnként bekövetkező heves esőzések következtében a környező hegyekből lezúduló víz elöntéssel fenyegette a települést és környékét. A helyi patak medre kisebb csapadék idején megfelelően elvezette a vizet, azonban a nagyobb esőzés idején összegyűlt víz kilépett és gyakran okozott problémát.

A műtárgy tervezésekor a hagyományos zsilipek alkalmazhatósága is felmerült, azonban azok folyamatos utánállítást igényeltek volna a vízszint változása miatt. Végül egy gigantikus mechanikai lefolyás szabályozó beépítése mellett döntöttek, amely nem igényel



10. ábra A HidroMaxx berendezés beépítése, Sulzberg (Steinhardt GmbH. – referencia videó)



11. ábra Sulzberg, vízhozamszabályozóval ellátott tározó (Steinhardt GmbH. – referencia videó)

sem állandó felügyeletet, sem elektromos csatlakozást, viszont kiválóan tudja biztosítani az állandó, maximálisan megengedhető értékű elfolyó vízmennyiséget.

A Steinhardt cég HidroMaxx típusú lefolyás szabályozója 15,5 m magas berendezés, amely 13 m vízszintingadozás alapján tudja szabályozni az egyik zsilipolózarat, ezzel elérve a konstans átfolyó mennyiséget. A projekt megvalósítása során 90 m hosszú gátat építettek, és 133000 m³ földet mozgattak meg (9. ábra).

A visszaduzzasztott víz a szintváltozás függvényében emeli vagy süllyeszti a több méteres függőleges úszót, amely egy ellenőrző mechanikán keresztül nyitja vagy zárja a zsilipolózarat. Az úszó teljesen leengedett állapotában csak minimális átfolyó rész marad (10. ábra).

A mechanikai lefolyás szabályozó berendezések tehát kiváló lehetőséget nyújtanak olyan helyszíneken is, ahol a folyamatos emberi ellenőrzésre és beavatkozásra, illetve elektromos csatlakoztatásra nincs lehetőség.

Természetesen, amint a felvételen is látható, a vízhozamszabályozás mellett sem hagyható el az árapasztó műtárgy, amely a tervezési értékeket meghaladó árhullámok esetén a létesítmény védelmét biztosítja (11. ábra).

A műtárgy megépítése után a térségben az árvízi fenyegetettség nagymértékben csökkent. A lefolyásszabályozó berendezés automatikusan végzi a víz szabályozott leeresztését, gyakorlatilag üzemeltetői beavatkozás nélkül.

ELEKTROMECHANIKAI LEFOLYÁSSZABÁLYOZÓ SZERKEZETEK

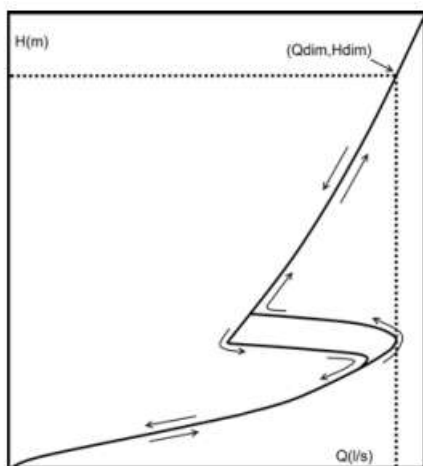
A Steinhardt cég ElectroSlide és EasySlide berendezései szintén a lefolyásszabályozók csoportjába tartoznak. Működési elvük azonban különbözik az eddig ismertetett mechanikai lefolyás- szabályozókéétól. Ezeket a berendezéseket olyan beépítési helyeken célszerű alkalmazni, ahol az energiaellátás biztosítható



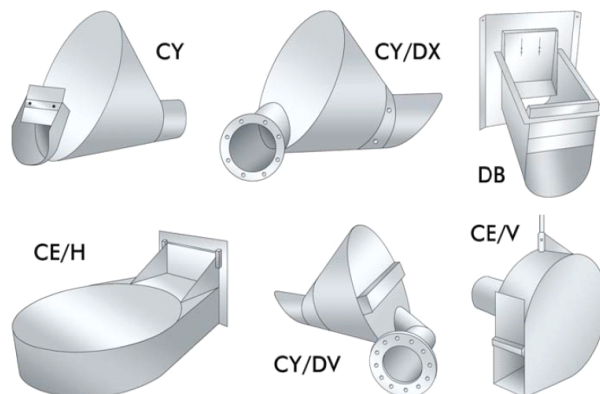
12. ábra ElektroSlide lefolyásszabályozó (Steinhardt GmbH. – Gyártmánykatalógus)

és a karbantartáshoz megfelelő képesítésű személyzet áll rendelkezésre.

Az ElectroSlide és EasySlide (az ElectroSlide alacsonyabb költségű változata) berendezésekhez elektromos megtáplálásra van szükség. A berendezések alapja, egy hajtóművel ellátott, kalibrált, speciálisan kialakított zsiliptolózár, amely tetszés szerint építhető be a víztároló medence fel- vagy alvízi oldalára. A vezérlést szabályzó szenzor mindig a felvízi oldalra kerül, és a vízszint mértékéből számítja ki nagy pontossággal, hogy a kívánt elfolyáshoz mekkora nyitásra van szükség. Az ElectroSlide nyílása fokozatmentesen állítható, a vezérlés pedig tovább pontosítható egy második érzékelő beépítésével a tolózár alvízi oldalán. A berendezések nyílt forráskódú, szabadon programozható SPS (PLC) vezérlést tartalmaznak. A elektromechanikai lefolyás szabályozó berendezések felismerik a lerakódásokat és öblítés útján megszüntetik azokat (12. ábra).



13. ábra Az örvényáramlású vízhozamszabályozó Q-H görbéjének jellegzetes alakja (Steinhardt GmbH. – Gyártmánykatalógus)



14. ábra Örvényáramú lefolyás szabályozók különféle beépítési körülményekhez (Steinhardt GmbH. – Gyártmánykatalógus)

ÖRVÉNYÁRAMÚ LEFOLYÁSSZABÁLYOZÓK

A lefolyásszabályozók egy sajátos csoportját képezik a hidraulikai ellenállás változásán alapuló örvényáramlású lefolyásszabályozók. Ezekben a berendezésekben a sajátos kialakításuk folytán a emelkedő felvízi vízszint esetén oly mértékben nő az áramlási veszteség, hogy az átbocsájtott vízhozam - nagyjából - állandósul (13. ábra). A Steinhardt cég Hydrovortex berendezései szintén a lefolyás szabályozását végzik. Bár ezek kevésbé tudják tartani a kívánt konstans értékű átfolyást, de nagy előnyük, hogy nem tartalmaznak mozgó alkatrészeket, működésükhöz nem szükséges elektromos áram, a berendezések pedig nedves, száraz és félszáraz térben is beépíthetők. Csapadékvízhez, szennyvízhez vagy kevert víz esetén egyaránt alkalmazhatók (14. ábra).

A megbízható lefolyásszabályozás feltétele a hidraulikai körülmények szakszerű megítélése, valamint a megfelelő örvényáramú lefolyásszabályozó kiválasztása.

ÖSSZEFOGLALÁS

A változó klimatikai viszonyok mellett a csapadékvíz, vagy a csapadékvízzel kevert szennyvíz (pl. egyesített rendszerekben) vízvisszatartó megoldásai esetében a lefolyásszabályozó berendezések jól tervezhető és egyszerűen beépíthető műszaki megoldást biztosítanak. A lefolyás a berendezések sajátos kialakításánál fogva felvízszinttől lényegében független, állandó. A rendszer igen előnyös a nem kezelt zsilipű árvízcsúcs csökkentő tározók esetében, ahol például a méretezés lényegesen egyszerűbb, mint az egyszerű, a nyomással változó vízhozammal jellemezhető átereszek esetében. A megoldás műszaki letisztultsága és öntisztító jellege miatt a kisebb, nem közterületi csapadékvíz tárolók esetében különösen hasznos megoldás lehet.

FELHASZNÁLT IRODALOM:

- Chan 2015 = P. Chan: Happy Valley Underground Stormwater Storage Scheme. https://www.devb.gov.hk/en/home/Blog_Archives1/index_id_120.html
- Chang 2017 = S. Chang: Bracing for the flood in Hong Kong. Chinadiologue.com 26/01/2017. <https://www.chinadiologue.net/article/show/single/en/9575-Bracing-for-the-flood-in-Hong-Kong>
- Dulovics, Dné, Csapák, A. (2017): A csapadékvíz minőségét befolyásoló tényezők és azok hatásainak elemzése, MaSzeSz HÍRCSATORNA, 2. szám, pp 22-34.
- Dulovics, Dné (1987): Közműépítés III. Csatornázás, Tervezési Segédlet, Tankönyvkiadó, Budapest
- Konferencia = Országos Települési Csapadékvíz Gazdálkodási Konferencia, Baja, Nemzeti Köszolgáltatási Egyetem bajai Víztudományi Kar. https://vtk.uni-nke.hu/document/vtk-uni-nke-hu/Konferencia_aj%C3%A1nl%C3%A1sok_teljes_2017_november_14_15. HYPERLINK "https://vtk.uni-nke.hu/document/vtk-uni-nke-hu/Konferencia_aj%C3%A1nl%C3%A1sok_teljes_2017_november_14_15.pdf"
- KSH 2011 = Kohán Z., Rideg, A, Péti M., Dobozi E., Göre Á.: A klímaváltozás városi és területi sajátosságai – európai körkép. Területi Statisztika, 2011.4. szám pp. 405-427.
- Pongrácz et al. = Pongrácz R., Bartholy J., Pieczka I., Szabóné André K.: RegCM szimulációkon alapuló éghajlati becslések eredményei. <http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF027/PDF/19-Pongracz-et-al.pdf>
- Smetaczek 2005 = A. Smetaczek: Der Wientalsammelkanal. Ein Kanal der Superlative, ein Kanal als Entlastungskanal und Speicherkanal. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 2005. március, Vol. 57, pp 39-41. Springer Verlag, <https://doi.org/10.1007/BF03165610>