



**Fülöp Roland:**  
**Ivóvízhálózatok rekonstrukciós stratégiájának**  
**kiválasztása térbeli és időbeli meghibásodás modellezéssel**  
**/PhD értekezés tézisei/**

**Témavezető:**  
**Dr. Somlyódy László**  
**egyetemi tanár, az MTA rendes tagja**

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**  
**Építőmérnöki Kar**  
**BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék**  
**2012**

## Téma felvetés

A közmű vagyron kezelése, műszaki és gazdasági szempontból egyaránt optimális felújítása az elmúlt években az egész világon az érdeklődés középpontjába került. A kutatásfejlesztési szempontból prioritást élvező témakörben (*NVP, 2010*) néhány hazai, illetve számos külföldi publikáció született az elmúlt évtizedben. A Nemzetközi Vízellátási Szövetség (IWA) folyóiratot is indított a témaköréről Asset Management címmel. Az Európai Uniót is foglalkoztatja a vízi közművek állapota, ugyanis a közműhálózatok rehabilitációjára 5 milliárd eurót költenek évente kontinensünkön (*Saegrov, 2005*), amely így is csak 0,5%-os felújítási arányt képvisel az elvárt 2%-hoz képest (a vízellátó rendszer csöveinek tervezési élettartama általában 50 év). A vagyongazdálkodással összefüggő kérdések megválaszolására az EU finanszírozásában 2001-ben elindult a CARE-W program (Computer Aided REhabilitation of Water networks), amely a vízellátó hálózatok rekonstrukciós kérdéskörével foglalkozik. A vízvezető rendszerek esetében pedig CARE-S (Computer Aided REhabilitation of Sewer networks) néven indult kutatási program 2002-ben, amelyben a BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszéke is képviseltette magát. A vízi közmű rekonstrukciót és az ezzel összefüggő vagyongazdálkodási feladatokat a Nemzeti Víztechnológiai Platform (NVP) hálózatok munkacsoportja is kiemelt érdeklődésre számot tartónak minősítette (*NVP, 2010*).

A hazai helyzetet mi sem jellemzi jobban, mint hogy csak a vízellátó hálózatok esetében a rekonstrukcióra érett vezetékhálózat aránya megközelítően 75%-os, ami mintegy 2000 milliárd Ft-nyi beruházási igényt jelent 2009-es árszinten (*NVP, 2010*). Az évtizedes rekonstrukciós lemaradás pótlására csak akkor látszik esély, ha a hálózatok állapotáról megfelelő ismeretekkel rendelkezünk, és a szűkös keretek felhasználása a leginkább kockázatos vezetésekre koncentrálódhat. Ennek alapja és legfontosabb feltétele a pontos, megbízható hálózat- és hibanyilvántartások vezetése, a csőanyagok, vezeték szisztematikus vizsgálata lenne, de egy-két üzemeltetőt kivéve ezek jelen pillanatban, hazánkban nem állnak rendelkezésre.

A rendelkezésre álló hazai adatok alapján a közeljövőben az azbesztcement, illetve KM-PVC csövek rekonstrukciójára kell felkészülni állapotuk és vezeték hosszuk alapján. Az azbesztcement csövek esetében a megkülönböztetett figyelmet a tervezett élettartamuk közeledte, illetve még ma is kimagasló 50% feletti arányuk indokolja.

A hazai üzemeltetők nagy részénél jelenleg még rövid időintervallumot (0-4 év) ölelnek fel a feldolgozható hálózat és meghibásodás nyilvántartások, és ráadásul számos hiányosság terheli azokat, amely következtében nincs pontos kép az említett vezetékek valós állapotáról. Ezért a klasszikus statisztikai alapon történő rekonstrukciótervezés idehaza korlátokba ütközhet. A külföldi szakirodalmakban bemutatott, jól működő, statisztikai alapú döntéstámogató rendszerek adathiány miatt magyar körülmények között nem alkalmazhatók. Vezetékek állapotának meghatározására azonban - a probléma súlyosságát miatt - ilyen körülmények között is szükség van. Azért a problémát több irányból érdemes megközelíteni, amelyek közül az egyik lehetséges csőanyagvizsgálatok végzése.

A döntéstámogató rendszerrel optimalizált hálózati rekonstrukció témakörébe nem csak kizárólag a vezeték cserék, felújítások időpontjának meghatározása tartozik, hanem egyéb beavatkozások lehetőségének vizsgálata is. Ezen beavatkozások hatására a csőtörések száma csökkenthető, vagy az azokból származó károk mérsékelhetők, általuk az üzemidő kitolható. Ezen kívül kedvező hatásuk lehet még az üzemeltetési színvonalára **Halhal et al. (1997)**. Egy vezetékszakasz gazdaságilag optimális rekonstrukciós idejének meghatározásakor az összegzett költségminimumra kell törekedni, amelyben egyaránt figyelembe vesszük a rekonstrukció költségét, és a meghibásodások által okozott károk nagyságát (**Walski et al., 1982**). A kárérték görbéjének meghatározása a legnehezebb feladat, a meghibásodás előrejelzésének és a csőtörések következményeinek számszerűsítési igénye miatt. A legnagyobb nehézséget a csőtörések számának és azok időbeli eloszlásának meghatározása okozza.

Minden rekonstrukciós döntéstámogató rendszer alapja, akár egy/két, illetve többkritériumos, a megbízható meghibásodás előrejelző modul. Statisztikai alapon történő meghibásodás előrejelzést csak megfelelő minőségű, és megbízhatóságú meghibásodás idősorból lehet készíteni (**Park et al., 2008; Rogers and Grigg, 2009**), legalább 5 hiba/vezetékszakasz hosszú.

Amennyiben nincs megfelelő mennyiségű és minőségű kiértékelhető adat, a mechanikai összefüggések alapján dolgozó modellek pontosabbak, de ezek bemenő adatainak előállításuk komplikáltabb és ezért költségesebb. Minden statisztikai modell alapja a **megfelelő csoportképzés**, amely a vezeték öregedését befolyásoló tényezők figyelembevételével történik (**Berardi et al. 2008**). Az alap paraméterek, amelyek minden vizsgálatban szerepet játszanak a következők: az átmérő, az építési év, a vezeték hossza és anyaga.

A további külső és belső környezeti paraméterek mindig vezeték anyagtípus függőek. A fellelhető, és bemutatott modellek jellemzően a vezetékek egy csoportjára, vagy egy konkrét vezeték szakaszra adnak jövőbeli meghibásodás értékeket, így kijelenthető a modellek csőszinten kezelik a meghibásodásokat. A felújítási döntések ezzel ellentétben hálózatszinten születnek. Az időben történő változásokat jól leírják, viszont a **meghibásodás helyére vonatkozóan nem adnak információt**. A **megbízható előrejelzési időtávlatot** a legtöbb módszer esetében, a modell felépítésétől függően **5-10 évre** teszik (*Kleiner et al., 2000*).

A magyarországi helyzet áttekintése után arra a következtetésre jutottam, hogy a biztonságos ivóvíz szolgáltatás fenntartásához, az elkövetkező mintegy 20 évben az egyik, valószínűleg a legfontosabb feladat az ivóvízhálózatok rekonstrukciója lesz. A külföldi szakirodalomban ajánlott rendszerek, elsősorban adatigényük miatt a hazai viszonyokra közvetlenül nem adaptálhatók.

## **Célkitűzések**

- (i) Költséghatékony, a gyakorlatban közvetlenül alkalmazható vizsgálati módszer kifejlesztése az azbesztcement csövek teherbírásának meghatározására. (1. tézis)
- (ii) Vízelosztó hálózat vezeték meghibásodásainak térbeli és időbeli modellezése. (2., 3., 4. tézis)
- (iii) Olyan rekonstrukciós döntéstámogató rendszer kifejlesztése, amely a hazai üzemeltetők hiányos és sok esetben gyenge minőségű szakági nyilvántartási adataival is működőképes. (5., 6. tézis)

## **Vizsgálatok bemutatása**

A csövek teherbírasi modelljének (*Mészáros et al., 2010; Schlick, 1940*) alapjául szolgáló szilárdsági paraméterek meghatározásához az ország 11 vízi közmű üzemeltetőjétől 34 csődarab érkezett, amelyeken az MSZ 4742-1:1989 szabvány szerinti minősítő vizsgálatokat végeztettem el. Az adatgyűjtéshez kidolgoztam egy egységes mintavételi jegyzőkönyvet, melyben a külső és belső környezetre vonatkozó információk szerepeltek a mintadarabhoz. A vizsgálatok eredményeinek statisztikai kiértékelése alapján jutottam az 1-es tézisem megállapításához.

Hazánkban a vízi közművek statisztikai alapon történő rekonstrukciótervezése üzemeltetői adathiány, és adatminőség miatt komoly korlátokba ütközik. A rekonstrukciós döntéstámogató módszerem kifejlesztéséhez a ZALAVÍZ Zrt. üzemeltetési területét

választottam ki, azon belül is Zalaegerszeg belvárosát, ahol megfelelő minőségű meghibásodás adatok álltak rendelkezésre.

A vizsgált rendszer jellemzője, hogy a vezetékek átmérő, anyag, életkor szempontjából homogénnek tekinthetők. A vizsgálatok első lépcsőjében cellaanalízist használtam a meghibásodási helyek térbeli elemzésére. Az elemzés eredményeként a hibák elhelyezkedését véletlenszerűnek találtam. Ekkor, amennyiben a közel azonos életkorú vezetékeken bekövetkező események függetlenek egymástól, a meghibásodási helyek keletkezésének leírására, a térbeli pontfolyamatok alkalmasak (*Baddeley et al., 2005, Pélissier et al. 2001*). A gyakorlatban leginkább a térbeli homogén Poisson folyamatokat alkalmazzák az ilyen típusú események leírására (*Bogárdi et al., 1982*). A vízellátó hálózatokban bekövetkező hibák előfordulásának becslésére térbeli pontfolyamatokat eddig nem alkalmazták. A csővezetéki hibák Poisson típusú pontfolyamattal történő leírhatóságát (*2. tézis*), a tapasztalt hibák relatív gyakoriságának és a számított Poisson valószínűségek, illetve a tapasztalati és számított hibatávolságok (*Baddeley et al., 2006*) eloszlás illeszkedésének hipotézis vizsgálatával igazoltam. A pontfolyamat térbeli homogenitását 2-szeres cellaméret alkalmazásával bizonyítottam. Ezután a vizsgált városra generáltam egy homogén térbeli meghibásodás eloszlást, az általam készített szoftver és algoritmus segítségével, amely az alapját képezi minden további számításnak (*3. tézis*). A rekonstrukciós alternatívák vizsgálatához szükség van időben és térben inhomogén meghibásodások kezelésére, így a következő lépésben a felújítási területek szeparációjával előállítottam a térben, időben inhomogén meghibásodás eloszlást (*4. tézis*). Ezzel a felújítások meghibásodásokra gyakorolt hatásai elemezhetővé váltak. A csőtörések hatásainak vizsgálatához hidraulikai alapon meghatározott kizárási mérőszámot használtam (*5. tézis*), amellyel az évenkénti kizárt területrészek nagyságának alakulását elemeztem a teljes Zalaegerszegi hálózaton. A rekonstrukciós alternatívák vizsgálatán a területre vonatkozó kizárási mérőszám szolgáltatotta az általam alkalmazott két kritériumos döntéstámogató rendszer egyik értékét, a másik pedig a rendszerre fordított költségek összege (hibaelhárítás költsége, rekonstrukció költsége) (*6. tézis*)

## **Az eredmények összefoglalása tézisekben**

Ivóvízhálózatok rekonstrukciós stratégiájának kiválasztása térbeli és időbeli modellezéssel lényeges elemeit tézisekben foglaltam össze. Ennek meghatározó elemei az *anyagvizsgálatokra* vonatkozó 1. tézis, a *meghibásodások térbeli Poisson pontfolyamatként történő modellezése* 2., 3., 4. tézis. Illetve 5., 6. tézisekben megfogalmazott hálózat szintjén működő *kétkritériumos rekonstrukciós döntéstámogató*.

### **1. tézis:**

Csőanyagvizsgálataim eredményei alapján összefüggést állítottam fel az azbesztcement csövek vízfelvétele és teherbírása között:

$$P = -1,2 \cdot V + 66,3$$

ahol:

$V$  – vízfelvétel tömeg %

$P$  – élnyomási nyomószilárdság (MPa)

Az összefüggés jelentősége gyakorlati alkalmazhatóságban rejlik, amennyiben vízfelvétel mérése olcsó, nem igényli ép csőszakasz kiemelését a hálózatból és csőanyag mintavételi lehetőség esetén az üzemelő vezetéknél is elvégezhető. A számított élnyomási nyomószilárdság közelítő érték, ami azonban a felújítási technológia kiválasztásához elegendő pontosságú.

*Tézis publikációja:*

*(Fülöp 2012).*

### **2. tézis:**

Igazoltam, hogy vízelosztó hálózatokban (hálózatrészekben) a meghibásodások térbeli elhelyezkedése kétdimenziós homogén Poisson folyamattal írható le, amennyiben a vizsgált területen a vezetékek területi megoszlása közel egyenletes és az üzemelési és környezeti feltételek hasonlóak.

*Tézis publikációja:*

*(Bogárdi-Fülöp 2011)*

*(Bogárdi-Fülöp 2012)*

### **3. tézis:**

Véletlen térbeli pontfolyamattal modelleztem a vezetékek meghibásodását a vízelosztó hálózatban. Előre megállapított paraméterek felvétele esetére kidolgoztam a várható meghibásodási helyek eloszlásának meghatározási módszerét, melynek lépései a következők:

1. A vizsgált területre vonatkozó meghibásodásokra Poisson számot generálok, adott időintervallum meghibásodásaiból számolt várható érték ( $\Lambda$ ) alapján, amely ROCOF függvényből származtatható. A Poisson szám megadja a területre vonatkozó meghibásodási számot ( $N$ ).
2. Az első lépésből a területre kapott meghibásodás számból a következő lépésekkel kapható meg a hibák Poisson típusú térbeli eloszlása:
  - 2.1. A meghibásodások ( $N$ ) pontjainak egyenletes szétosztása a vizsgált területen.
  - 2.2. Minden egyes a 2.1-ből nyert meghibásodás helyhez egy távolság érték ( $D$ ) generálása, a térbeli Poisson eloszláshoz tartozó, hiba távolságot leíró összefüggés alapján:
- 2.3. A  $D$  távolságokkal véletlenszerűen elmetsszük a környék valamely vezetékszakaszát, és a metszéspontot tekintjük a hiba lehetséges helyének.

A bemutatott algoritmus képes a térbeli pontfolyamat térbeli szabadságát vezeték objektumokra korlátozni, anélkül, hogy annak jellemző tulajdonságai elvesznének.

*Tézis publikációja:*

*(Bogárdi-Fülöp 2011)*

*(Bogárdi-Fülöp 2012)*

#### **4. tézis:**

Kidolgoztam az időben változó fajlagos meghibásodás rátával jellemezhető vezetékálózatokra a térben homogén, időben inhomogén Poisson eloszlás szerinti meghibásodási helyek kijelölésének algoritmusát, amelyben az  $n$  számú meghibásodás előfordulási valószínűségét az alábbi adja:

$$P[N(A, (\nu, t + \nu)) = n] = \frac{[\Lambda(t, t + \nu)A]^n}{n!} e^{-\Lambda(\nu, t + \nu)A} \quad \text{ahol } n = 0, 1, 2, \dots$$

ahol:

$P(N = n)$  –  $n$  hibaszámhoz tartozó együttes valószínűség

$n$  – vizsgált területen a hibaszám ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )

$A$  – vizsgált terület nagysága

$\Lambda$  – vizsgált (t, t+v) időszakra a meghibásodás intenzitás paramétere (hiba/terület vagy hiba/cella)

Kifejlesztettem az algoritmus alkalmazási módszerét a rekonstrukciók során változó hálózatokra. Az alkalmazási módszer lényegét az építési munkákkal érintett területen keletkező hibák térben és időben való elkülönítése, az eredeti rendszer új, homogén objektumokra bontása képezi.

*Tézis publikációja:*

*(Bogárdi-Fülöp 2012)*

### **5. tézis**

Mivel a szolgáltatás kimaradásból keletkező károk egy jó része, illetve a fogyasztóknál fellépő kellemetlenségek pénzben nehezen jellemezhetők, bevezettem a hálózati kizárási mérőszámot. A mérőszám a nyomáshiányos csomópontokhoz tartozó súlyozott területek összege, mint várható érték. A mérőszámot a térbeli és időbeli modellel számított meghibásodási helyek és a csőhálózat hidraulikai modelljének kombinálásával határoztam meg.

*Tézis publikációja:*

*(Fülöp 2011)*

*(Bogárdi-Fülöp 2012)*

### **6. tézis:**

Igazoltam, hogy a térbeli Poisson folyamattal leírt meghibásodás mezők alkalmasak kétkritériumos döntéstámogató rendszerekkel történő összekapcsolásra. Kidolgoztam egy olyan döntéstámogató modellt, ami hidraulikai modellezéssel meghatározható nyomáshiányon alapuló és a fogyasztók fontosságát is figyelembevevő kizárási mérőszámon alapul, és amelynek segítségével a meghibásodások hatásai a teljes szolgáltatási területen figyelembe vehetők. A módszer támogatja az üzemeltető által felállított rekonstrukciós alternatívák közül a legcélszerűbb stratégia kiválasztását.

*Tézis publikációja:*

*(Bogárdi-Fülöp 2012)*



## Gyakorlati hasznosítás lehetőségei összefoglalóan

Csőanyagvizsgálataimból származó vízfelvétel teherbírás összefüggés alapján költséghatékonyan határozható meg az azbesztcement csövek teherbírása, egyszerű laboratóriumi vizsgálattal. A kapott szilárdsági adatok hasznos információval szolgálhatnak az üzemeltetőknek a rekonstrukciós tervek elkészítéséhez, a csőstatikai számításokhoz.

A kutatási munkám során kidolgozott, statisztikai alapon működő rekonstrukciós döntéstámogató módszer, és a hozzá általam kifejlesztett interaktív felhasználóbarát AutoCad alapú szoftver, valamint a segédprogramként használt HCWP 6.1 és Excel a konkrét felújítási változatok hatásainak kiértékelését hatékonyra teszi számos hazai elosztó hálózatban. További előnye, hogy a meghibásodások térbeli alakulását anélkül is vizsgálhatjuk, hogy hosszú időintervallumra ismert lenne a bemenő adatként használt hibák hálózaton belüli elhelyezkedése. A programcsalád és az algoritmusok segítségével az üzemeltető akár 5-10 éves időintervallumban is vizsgálhatja a tervezett beavatkozások hatásait.

A kifejlesztett módszer előnyének tekinthető, hogy a térbeli különbözőséget, illetve az események térbeli hatásait kezelni képes. Ez nem mondható el minden esetben azokról a módszerekről, amelyek nem térben kezelik a vezeték szakaszokat, és csak egy csőszálra, vagy csövek egy halmazára tudnak meghibásodásokat és azok hatásait előre jelezni. Elmondható, hogy az általam kifejlesztett döntéstámogató rendszer a vízellátó rendszer szintjén képes kezelni a hibákat, a GIS alapú térinformatikai rendszerekhez könnyen adaptálható, az időbeli hatások térben nyomon követhetők.

A bemutatott hazai viszonyokat figyelembe véve, és a térbeli Poisson folyamattal történő meghibásodás elemzéssel történő kétkritériumos döntéstámogató módszer alkalmazási tapasztalatára alapozva kijelenthetjük, hogy a megadott feltételek mellett a vízi közmű üzemeltetők számára egy hatékony rekonstrukciós döntéstámogató rendszer született.

A disszertációban bemutatott eredmények nemcsak a vezeték rekonstrukciós döntések meghozatalában nyújthatnak segítséget az üzemeltetőknek, hanem egyéb fejlesztési alternatívák vizsgálatában is. Példaként említeném a csőtörésből származó károk csökkentésének egyik lehetséges alternatív módját, a kizárandó vezeték szakaszok hosszának csökkentését, megjegyezve, hogy ez sem ad végleges megoldást a rekonstrukció hiányából származó vezeték tönkremenetelek emelkedő számára. A módszer elve, hogy a kiszakaszolható vezeték hosszakat, a tolózárok megfelelő elhelyezésével optimális méretűre

csökkenti az üzemeltető. Minél több tolózárát épít be az üzemeltető annál rövidebb vezetékhozzal, annál kevesebb fogyasztó kimaradásával kell számolni egy kizárásnál. Nyilvánvaló azonban, hogy a tolózárak számának növelése a kedvező hatások mellett növeli a beruházási és fenntartási költségeket. Ezért az üzemeltető célja, hogy a két érték: a tolózárak száma és a szolgáltatási károkból származó költségek közti optimumot megtalálja. A bemutatott megközelítés alkalmas lehet a probléma kezelésére.

## **Irodalomjegyzék:**

- Berardi, L., Giustolisi, O., Kapelan Z., Savic D. A.** 2008. Development of pipe deterioration models for water distribution systems using EPR. *Journal of Hydroinformatics* 10 (2) 113-126.
- Baddeley, A., Turner, R.,** 2005. Spatstat: An R Package for Analyzing Spatial Point Patterns. *Journal of Statistical Software*, 12 (6).
- Baddeley, A., Gregori, P., Mahiques, J. M., Stoica, R., Stoyan D.,** 2006. Case studies in spatial point process modeling. Berlin: Springer
- Bogárdi, I., Duckstein, L., Szidarovszky, F.,** 1982. Bayesian analysis of underground flooding. *Water Resources Research*, 18 (4), 1100-1116.
- Halhal, D., Walters, G.A., Ouazar, D. and Savic, D.A. (1997).** Water Network Rehabilitation with a Structured Messy Genetic Algorithm. *Journal of Water Resources Planning and Management*, ASCE, 123, No. 3, May/June, pp. 137-146.
- Kleiner, Y, Rajani, B.,** 2000, Comprehensive Review of Structural Deterioration of Water Mains: Statistical Models, *Urban Water*, 3, (3)
- Mészáros, P., Kiss, E.,** 2010, Csőstatika I., M+T Kft, Budapest, ISBN 978-963-06-9311-0
- Nemzeti Víztechnológia Platform (NVP),** 2009, Stratégiai Kutatási Terv 2. kiadás, [http://www.nvp.hu/sites/default/files/NVP\\_skt\\_2\\_kiadas.pdf](http://www.nvp.hu/sites/default/files/NVP_skt_2_kiadas.pdf), utolsó megtekintés: 2010. október
- Park, S., Jun, H., Kim, B. J., Im, G. C.,** 2008, Modeling of Water Main Failure Rates Using the Log-linear ROCOF and the Power Law Process, *Water Resource Management*, Volume 22, No. 9, 1311–1324
- Pélissier, R, Goreaud, F.,** 2001. A practical approach to the study of spatial structure in simple cases of heterogeneous vegetation. *Journal of Vegetation Science* 12 99-108
- Rogers, P. D. and Grigg, N. S.,** 2009, Failure Assessment Modeling to Prioritize Water Pipe Renewal: Two Case Studies, *Journal of Infrastructure Systems*, 15 (3), 162-171
- Saegrov, S.,** 2005, Computer Aided Rehabilitation for Water Networks, LONDON: IWA Publishing
- Schlick, W. J.,** 1940, Supporting Strength of Cast Iron Pipe for Gas and Water Service, Bulletin No 146. Iowa Engineering Experimental Station, Ames, Iowa.
- Walski, T. M., and Pelliccia, A. 1982.** Economic analysis of water main breaks. *Journal of AWWA*, 74(3), 140-147.

## **Publikációs jegyzékem (2006-2012):**

### **Könyv:**

**Fülöp, R.**, Kiss, E., Mészáros, P. 2009 Csövek, kötéstechnikák és technológiák, a földbe fektetett vízi közművek hálózataihoz. Műegyetemi Kiadó. Budapest

### **Idegen nyelvű folyóirat cikk:**

Fetter, É., **Fülöp, R.**, 2011 Innovation policy and present state of public works of urban water management in Hungary, 2011 Pollack Periodica 6 (1), 117-129

Bogárdi, I., **Fülöp, R.**, A Spatial Probabilistic Model of Pipeline Failures, 2011, Periodica Polytechnica, 55 (2), 161-168"

**Bogárdi I.**, Fülöp R., A space-time probabilistic model for pipe network reconstruction planning, 2012, Urban Water 9(5), 333-346

### **Magyar nyelvű folyóirat cikk:**

**Fülöp, R.**, Mészáros, P. 2006 A JT által szervezett 19. Lindai szemináriumon jártunk..., [2006. március 16-17.] 14( 3), 34

Bódi, G., **Fülöp, R.**, 2007 Közművagon jelenértéke és a rekonstrukciós programjuk végrehajtása Vízműpanoráma 15 (1), 13-16

Sándor, D., Zajzon, G., **Fülöp, R.**, Karches, T.: Az ATV-DVWK-A 131E alapján méretezett szennyvíztisztító telep működésének ellenőrzése a BIOWIN 3.0 használatával, Hírcsatorna 2011 november-december, 14 (6), 15-19

**Fülöp R.**, Azbesztcement csövek laboratóriumi vizsgálatai a K+F Rekonstrukciós Projekt keretében, 2012, Hidrológiai Közlöny 92 (2), 59-63

### **Idegen nyelvű konferencia kiadvány:**

Kretschmer, F., Perfler, R., Ertl, T., Buzás, K., Darabos, P., Knolmár, M., **Fülöp, R.**, Laky, D., 2008 Asset Management for Water Supply and Wastewater Infrastructure – A Bilateral Austrian-Hungarian Co-operation Project, poszter előadás; IWA World Water Congress and Exhibition, Bécs, Ausztria, 2008. szeptember 7-12.

### **Magyar nyelvű konferencia kiadvány:**

**Fülöp, R.**, 2006 Azbesztcement csövek problematikája és vizsgálata ÖKO-AQUA - 2006 június 14-16. - Debrecen, CD-n 17 oldal

Darabos, P., Bódi G., **Fülöp R.**, 2007 Közművagon jelenértéke, a rekonstrukciós program finanszírozása és az objektum nyilvántartás összefüggései GITA konferencia Debrecen 2007, CD-n 10 oldal"

Bódi G., **Fülöp R.** Rekonstrukciós program végrehajtása a „zérus vagyonszűkülés” érdekében, XI. Országos Víziközmű Konferencia, Sopron, 2007. június 12-14. CD-n 15 oldal

**Fülöp, R.**, Mészáros, P., Kiss, E., 2007 Rekonstrukciós projekt – Csőanyag vizsgálatok, XI. Országos Víziközmű Konferencia, Sopron, 2007. június 12-14. CD-n 12 oldal

Darabos, P., Bódi G., **Fülöp, R.**, 2009 Vízi közmű hálózatrekonstrukció - K+F eredmények MHT – XXVII. Országos Vándorgyűlés 2009. július 1-3. BAJA. CD-n 22 oldal

**Fülöp, R.**, Hálózati vízvezeték kizárás érzékenység és a tolózárak, XV. Vízi Közmű konferencia 2011. június 16-17. Sopron, CD-n 11 oldal