

Mészáros Pál:

## Vízi közművek rekonstrukciós feladatai, tapasztalatai és lehetőségei

### 1. Bevezető

A vízi közművek rekonstrukciójának jelentős hazai szakirodalma van. Számtalan szakcikkre és rendezvényekre benyújtott dolgozatra – általában – az információk ismétlődése a jellemző. Ez alól kivételt képeznek a [1], [2] és [3] szakkönyvek. Ezeket, az anyagokat ismertnek tételezem fel.

A tanulmány vonalvezetéséhez az innováció, illetve az innovációs folyamat néhány fontos részletét célszerű áttekinteni.

A klasszikus innováció általában a megoldandó probléma elemzésével indul. Ezt a fázist, a lehetséges megoldások – ötletek – felvázolása, összegyűjtése követi. (Például: egy tervpályázat keretében.) A következő lépés, a használható változatok kiszűrése, előtanulmányok, tervek stb. készítése. Aztán következik a kísérleti építés majd a kiértékelés. Végül megszületnek az iparszerű építést megalapozó szabványok, szabályok, rendelkezések, továbbá tervezési -, beépítési segédletek. Ez a klasszikusnak nevezhető folyamat 1990 – ig változatos eredményességgel, de jól működött.

Érdeemes visszagondolni a *távfütési rendszerek* fejlesztésének történetére. Mint ismeretes a házigyári bázisra szervezett lakótelepi építés hozta létre a távhőellátást, új közműként. Ezek a lakótelepek a települések korábbi – kedvezőtlen általaj – és talajvíz adottságokkal rendelkező – perifériáin épültek. A távfűtési primer és szekunder hálózatok fejlesztésénél az első lépések a korábban is alkalmazott védőcsatornák iparosított építését tűzte ki célul. Az előregyártott vasbeton védőcsatornák és fedlapok, az acél csövek, továbbá a hőszigetelések mechanikai védelmét tökéletesen biztosították. A talajvíz távontartására fejlesztett, bitumenes lemezszigetelés, - később a külső műgyanta bevonatok - nem voltak sikeres megoldások. Ráadásul, az egyszeri beruházási költségek is - az elvárásokhoz képest –



jelentősen megnövekedtek. Ezért napirendre kerültek a külső víz elleni védelmet és kisebb beruházási költségeket eredményező megoldások. Rövid idő után, számtalan megoldási javaslat – és szabadalmi bejelentés - született. Az egyik legérdekesebb fejlesztési elképzelés a kőolaj finomítás melléktermékeként keletkező úgynevezett Fuller - földbe fektetett fűtési acélcső volt. A részletesebb elemzések után vált ismertté, hogy a szűrésre használt különleges agyag agresszivitása, nagyobb a szennyvíz iszapénál. A szerző által ismert mintegy 70 szabadalmi bejelentés közül egyedül a **köpenycsöves** (PE védőcső – poliuretánhab szigetelés – acélcső) állta ki a műszaki elvárások és az idő próbáját. A távfűtési csővezetékek rekonstrukciójánál hazai viszonylatban jelenleg is az *Isolrohr* konstrukciót használják. A további előzetes elképzelések – keramzit, bitumóperlit, acélcső védőcső rendszerekben stb. - legfeljebb a kísérleti építésig jutottak el.

Sajnos az innováció fentebb részletezett folyamata, az 1990. után - hazai viszonylatban - jelentősen megváltozott. Ezt a változást a vízi közműveknél a műanyag cső, és a kitarakás nélküli rekonstrukció egyértelműen szemlélteti.

## 2. Rekonstrukciós feladatok

A vízellátó- és szennyvízelvezető hálózatok rekonstrukciójának tárgyalásához, ismerni kell a feladatokat. Érinteni kell továbbá azokat a hazai műszaki -, gazdasági körülményeket, melyek alapján ezek a hálózatok létrejöttek. Meg kell ismerni tehát, a hálózatok terjedelmét és műszaki állapotát.

### 2.1 A hálózatok terjedelme

A hazai *vízi közművek* hálózatainak fejlődésével, továbbá a csőanyagok megoszlásával több szakirodalom foglalkozik.

A témakör egyik átfogó elemzését – mely kiindulási pontként kezelhető - a [4] szakirodalom tartalmazza. Ez 1986. december 31. –ig bezárólag, - az OVH adatbázisa alapján - a hazai *ivóvíz* hálózatra megbízható mennyiségi és üzemeltetési adatokat ismertet. Így 1986. 12. 31. –én a meglévő



országos ivóvízhálózat hossza: **39.774,00** km volt. Az adat 26 megyei és városi víz – és csatornamű vállaltra, a Fővárosi Vízművekre és a 4 regionális vízműre vonatkozott. A hivatkozott szakirodalom néhány fontosabb ivóvíz vezetésekre vonatkozó hossz – és csőanyag adatát, a **2.1.1. táblázat** mutatja. A fenti táblázatban szereplő csőanyagok % - os részesedését, - a Főváros és Országos arányban - a **2.1.2. táblázat** tünteti fel.

### 2.1.1 táblázat

Megnevezés	Vezeték hossz km			Vezeték megoszlás anyag szerint km					
	Belterületi	Külterületi	Összesen	acél	ö. vas	ac	múa.	vb.	egyéb
Fővárosi vízművek	4.183	173	4.356	123	1.721	2.275	98	132	7
26 Megyei- és városi vízmű	30.073	1.113	31.186	1.290	1.003	20.990	7.693	31	170
Víz- és csatmú vállalat Σ	34.256	1.286	35.542	1.422	2.724	23.265	7.791	163	177
4 Regionális vízmű	3.230	1.003	4.132	413	223	2.816	772	3	6
Szolgáltatók összesen	<b>37.937</b>	<b>1.511</b>	<b>39.774</b>	<b>1.835</b>	<b>2.947</b>	<b>26.081</b>	<b>8.563</b>	<b>166</b>	<b>182</b>

### 2.1.2 táblázat

Csőanyag	Országos % (39.774 km)	Ebből: Főváros % (4.356 km)
azbesztcement	65,6	52,2
múanyag	21,5	2,2
öntöttvas	7,4	38,9
acél	4,6	1,9 *
vasbeton	0,4	2,9
egyéb	0,5	1,9
összesen	100	100

\* Első generációs – gyenge külső és belső korrózió elleni védelem – GÖV

Az utóbbi táblázat, különösen az azbesztcement (ac.) csövek mennyiségének, illetve megoszlásának bemutatása miatt fontos. A rekonstrukciós igények felméréséhez említeni kell, hogy az ac. Csöveknél a DN/ID 50 – 80 mm átmérők mennyisége: **28** %. A DN/ID 100 – 125 mm – következő fontos mérettartomány részesedése: 38 + 1 = **39** %. Tehát a kis átmérők az ac csövek



rekonstrukciójában 67 % - ot képviselnek.

A már hivatkozott [4] irodalom a *csatornahálózatok* vonatkozásában szerényebb információkat tartalmaz. Megfogalmazása szerint, – mely: „A települések vízellátásának és csatornázásának hosszú távú fejlesztési koncepciója” (OVH 1987) anyagra utal - a csatornahálózat hosszát: 12.000 km – ben határozta meg. A csatornahálózatok *kor- és átmérő szerinti* megoszlására, – a korábban megépült létesítmények nyilvántartási hiányosságai miatt - adatok csak korlátozottan állnak rendelkezésre. Budapest vonatkozásában a [4] irodalom tartalmaz ismereteket, melyeket a **2.1.3 táblázat** tartalmaz.

### 2.1.3 táblázat

Építés éve	Hossz km-ben	Megoszlás % - ban
1900 előtt	345	12,0
1901-1945	474	16,4
1946-1960	340	11,8
1961-1970	387	13,4
1971-1980	321	11,1
1981 után	1017	35,3
Összesen:	2884	100,0

1986. 12. 31. és 1990. 01. 01. között, a fentebb leírt hosszak – a rekonstrukciós feladatok szempontjából – *jelentősen* nem változtak. Ezért rögzíthető, hogy a **klasszikus rekonstrukciós igények** ivóvíznél: **39.774.-** km, csatornánál: **12.000.-** km vezeték hosszakból vezethetők le. A témakörhöz további információ, hogy 1985 – ig a lehetőségeket a szegényes csőanyag és kötéstechnika jellemezte. Ebben az időszakban épült a hazai azbesztcement csövek nagyobb része, továbbá, a gyenge korrózió védelemmel ellátott acél ivóvíz hálózat. További sajátosság, a Sentab (1969 – től) és a Rocla vasbeton nyomócsövek alkalmazása. A vasbeton csövekkel és a folyamatosan fejlődő kötéstechnikával szerzett tapasztalatok nem kedvezőek. A gravitációs betoncsövek minősége is vitatható. A jelzett időszak egyetlen pozitívuma, az 1979 – től folyamatosan fejlődő műanyag (KM PVC, KG PVC, KPE és ÜPE)



cső felhasználás volt. *A műanyag csöveknél ez az időszak, a piac megszerzésének és bővítésének korszaka. Ezért a csövek minősége szinte kifogástalan és a beépítés munkafolyamatai is elfogadhatóak.*

Az 1990 - ben bekövetkezett Rendszer Váltás a szakmai szervezetekben – beruházás, tervezés, kivitelezés és üzemeltetés – jelentős változásokat hozott. Az adatbázisokhoz, - a megváltozott értékrend eredményeként - a hozzáférés szelektívvé vált. A vízi közmű hálózatok naprakész hosszának meghatározásában, a KSH nagyobb szerephez jutott. Az adatgyűjtéseknek azonban mindig voltak értelmezési problémái, melyek a kezelhetőségüket kedvezőtlenül befolyásolta. 1990 – től, az ivóvíz hálózatoknál a hossz - nyilvántartásokra, illetve azok változásaira – hozzáférhető - publikációk csak korlátozottan állnak rendelkezésre.

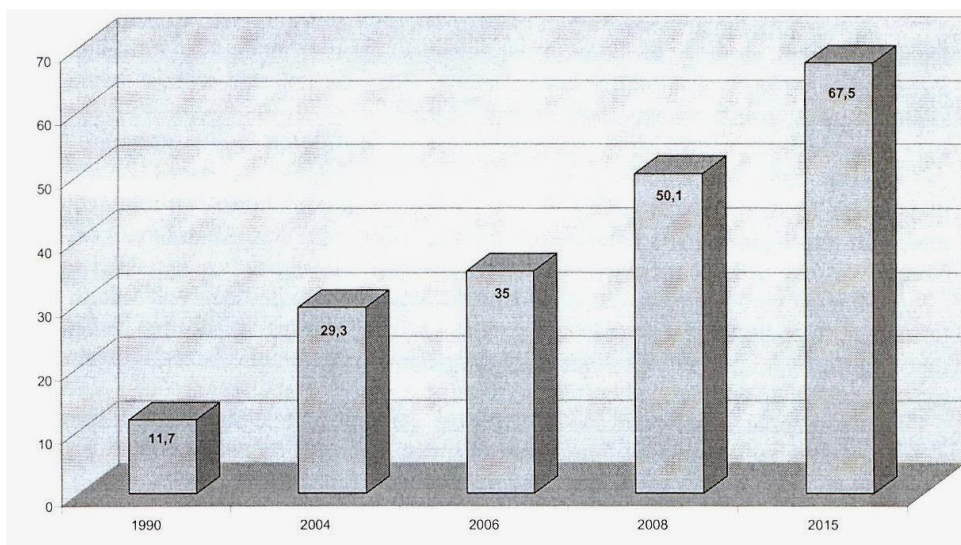
A szennyvízelvezetésnél, a valamivel kedvezőbb helyzetet a különböző forrásokból támogatott: „Magyarország települési szennyvízelvezetési és szennyvíztisztítási programjának irányelveiről” hozott 2207/1996. (VII. 24.) Kormányhatározat évenkénti nyomon követése miatt. Ennek megfelelően a [5] irodalomban a szennyvízgyűjtő hálózatokra szerepel a **2.1.4 táblázatban** összefoglalt adatsor. A szennyvízgyűjtő hálózatok hosszára adatok találhatóak még: a Magyar Köztársaság Vidékfejlesztési Minisztérium Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Államtitkárság Tájékoztatójában is.

#### **2.1.4. táblázat**

<b>Szennyvízgyűjtő csatornahálózat (km.)</b>	
üzemel: (1995. I. 1.)	14.000
épül	4.500
további fejlesztési igény	10.000
2010. évi előirányzat:	<b>29.400</b>

Az adatokat a **2.1.5 ábra** mutatja be. A hasáb diagramokon szereplő hosszak, ezer km – ben értendők.





**2.1.5 ábra:** Szennyvízgyűjtő hálózat hossza: 1990 – 2015.

Végül említeni kell a MaVÍZ 2011 Évkönyvben található üzemeltetői forrásokra támaszkodó adatokat, mely szerint 2011 – ben az ivóvíz vezeték hossza: 57.314 km és a csatorna: 36.251 km volt.

Az előzőekben – különböző adatforrások alapján – bemutatott hálózati adatok pontossága, illetve megbízhatósága *vitatott* téma a szakmában. Közismert, a KSH és az üzemeltetők nyilvántartásai között meglévő véleménykülönbség, a megvalósult csővezeték hosszakat illetően. A nagyobb eltérések a vízelvezető hálózatoknál jelentkeznek. Ennek több oka is lehet. Az egyik lehetséges probléma a gerincvezetékek és a bekötővezetékek különválasztásának hiánya. Egyes kimutatásokban összemosódnak a gravitációs és a gépi kényszerüzemű hálózatok hosszai. Valószínűsíthető, hogy a folyamatos rekonstrukciós tevékenység eredményei – növekmény, csökkenés – lekönnyvelésében is vannak pontatlanságok. Nagyobb probléma, a megvalósult létesítmények – egy részének - pontos felmérésének hiánya. A megvalósítási szerződések többsége átalány áras volt. Így a műszaki átadás – átvételt nem előzte meg a tételes elszámolású munkáknál elengedhetetlen felmérés. Készült megvalósulási terv, azonban a hálózatok aktiválása az esetek többségében a végelszámolás bázisán alapult.



Az 1986. 12. 31. – 2011. 12. 31. közötti időszak mennyiség változásai /növekedés/ ivóvíznél: **17.540** .- km, szennyvízelvezetésnél: **24.251**.- km, az előző adatok alapján. A mennyiségek, mindkét közműnél, - többségében - műanyag csőből valósultak meg. Ezeknek, a hálózatoknak a nagyobb része **gyenge** minőségű. Ezért a tervezettnél gyorsabb tönkremenetel – és így a rekonstrukciós igény - prognosztizálható. A fontosabb ok – okozati összefüggéseket a következő alfejezetben összefoglalom.

## 2.2 Hálózatok műszaki állapota

A Rendszer Váltást követően a vízi közművek megvalósításának feltételeiben gyökeres változások következtek be. A magánosítással megszűntek a tervező -, beruházó – és kivitelező szervezetek, vállalatok. A nagyobb- és arra érdemes – kivitelező vállalatokat, illetve azok elitebb részét magánosították. A tervező vállalatokat felszámolták. Ez azonnal létrehozott egy űrt, a műszaki fejlesztésben és a szakma kontrolljában. A műszaki fejlesztés teljes mértékben a csőgyártó szektorba került át. Így az, üzleti érdekelttség hatása alá került. Ennek tudható be a csatornázás rendszereinek áttolódása az épületgépészet felé. Hasonló körülmények indikálták a szükségesnél több hazai gépi kényszerüzemű rendszert. Ezekkel, a problémákkal, egy külön alfejezet foglalkozik.

Említeni kell még, hogy a hazai tervező -, kivitelező kategóriákban a Rendszer Váltás előtt a korabeli gazdasági és társadalmi viszonyok eredményeként, jelentős többlet kapacitások voltak. Ennek egy része a műszaki fejlesztésben és a szabályozásban hasznosult.

Felkészületlenül érte a szakmát, hogy 1990-től, minden csőanyag a hazai piac számára is elérhetővé vált. Így a csőanyagban az igényekkel szemben 2 – 3 szoros túlkínálat alakult ki. Az EU alapelvei szerint ez ideális állapot, mert a kialakuló verseny az árak optimalizálását eredményezi. Sajnos ez a szabály hazai viszonyaink között az elmúlt 25 évben nem működött. Ez azt eredményezte, hogy szinte minden csőrendszer a *közmű jelleghez méltatlanul* legyengült. Ezt is külön alfejezetben kell összefoglalni.



### 2.2.1 A rendszerek változásai és ezek hatásai

A *vízellátásban* – szerencsére – az évtizedek során bevált alapelvek említést érdemlően nem sérültek. Egy – két kísérlet történt a kisebb vízellátó rendszerek leegyszerűsítésére. (Szolgálati medence felaprózása acélból, ellennyomó medence elhagyása stb.) A problémák gyorsan felszínre kerültek, és elejét vették a további kísérletezéseknek.

Sokkal nagyobb változások színtere volt a *szennyvízelvezetés*. A rossz topográfiai adottságokkal rendelkező kis településeknél a *gépi kényszerüzem* gyors elterjedése volt a jellemző. A szakmát magasabb szinten művelő szakemberek igyekezete a *vegyes* rendszerek alkalmazására nem vezetett eredményre. Ezért olyan területrészekben is nyomott -, vagy vákuumos csatornák épültek, ahol a gravitációs elvezetés lehetőségei adottak voltak. Néhány év, üzemeltetési tapasztalat felszínre hozta a problémákat. Ezek közül említeni kell a gépi berendezések, - hálózathoz képest – gyors amortizációját, a jelentős alkatrész igényt és a prospektus adatokat nagyságrendekkel meghaladó energia felhasználást. Kiemelkedően rossz tapasztalatok vannak a vákuumos rendszerekkel. Aktuális műszaki fejlesztési téma, a gépi kényszerüzem átalakítása, költség kímélőbb megoldásokra. Erre vannak reális alternatívák, lehetőségek.

A rontás a *gravitációs* hálózatokat sem kímélte. A csatornázás évszázados – bevált – hagyományai:

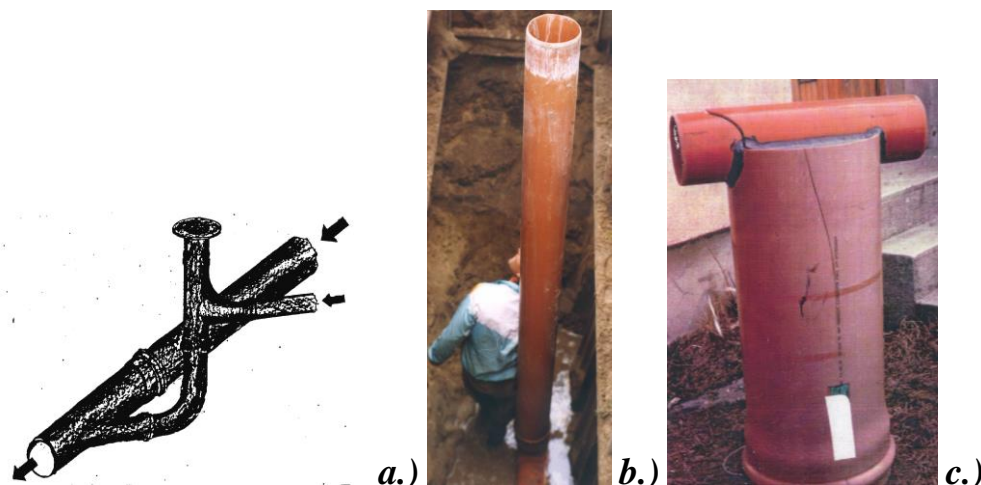
- minimális esés: 1000/DN ezrelékben,
- tokos kötésnél, a tok lejtésiránnyal ellenkező iránya,
- aknák átmérője és távolsága stb. feledésbe merültek.

A fentieket összefoglalva megállapítható, hogy a kisebb településeknél a közcsatorna eltolódott az épületgépészet felé. A DN/OD 200 PVC-U „közcsatorna” belső átmérője ténylegesen, - SN 8 gyűrűmerevségű csőnél -, 188,2 mm. (Az érték  $e_{min} = 5,9$  mm számítva.) Szerző ismeretei szerint a megvalósult PVC-U csatornánál, - előzőek szerint számítandó (öntisztuló) – esés; 5,3‰, csak a dombvidéki településeknél készült. 1983-ban a *MONO-AKNÁS* csatornarendszer találmányával lepte meg a szakmai közvéleményt a *KEVIÉP Debrecen* és a *KEVITERV Szolnok*



(lásd: **2.2.1.1/a. ábra**) A rendszer 4509/84 számon *ÉVM alkalmazási engedélyt* kapott! Az igazi lényegét a korabeli leírás **6.** oldala tartalmazza: „A kivitelezési költségmegtakarítás a hagyományos rendszerű csatornákhöz képest várhatóan 30 - 50 %.” A szakma még ki sem heverte a fentiekkel kapcsolatos vitákat, máris újabb találmány, a **GBS** csatorna-rendszer – mint újítás – „forradalmasította” a szakmát.

**2.2.1.1. ábra:** Csatorna „aknák”

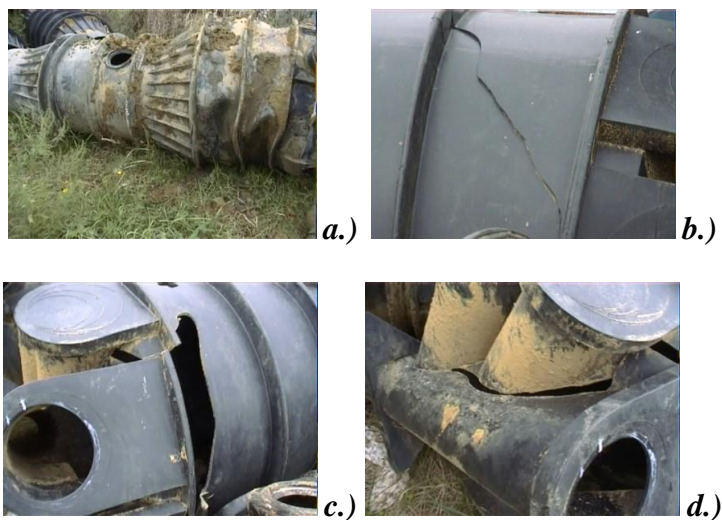


*a.) A Mono- akna elvi sémája, b.) DN/OD 200 – as csőakna KGEA idommal, c.) PVC-U csövekből szabászati módszerrel gyártott akna*

A beruházási költségek manipulálása miatt a GBS rendszer, még ma is tartja magát. A megvalósult művek - ahol ezt megvizsgálták, és nyilvánosságra hozták - elképesztők. Tízezernél is több semmire nem használható cső – és egyéb akna épült, a **2.2.1.1 ábra** szerint. Külön is érdemes elidőzni a **2.2.1.1/c** ábrarésznél. Megállapítható, hogy az akna eszmei megalkotója, a műanyag extrudációs hegesztés legelemibb alapjait sem ismerte. (Érdemes volna - néhány év távlatából - a Várpalota és térsége szennyvízelvezetésének aknáit megvizsgálni.)

Sajnos az aknák fejlesztésének következő fejezete a PE akna sem hozta meg a várt eredményeket. Ennek okait vázlatosan a **2.2.1.2 ábra** szemlélteti. Szerencse, hogy a rotációs öntéssel előállított aknákból az árfekvés miatt, csak kevés épült. A hazai fogyasztásra nem sík fenéklemezzel gyártott termék, a tapasztalatok szerint rossz megoldás.

**2.2.1.2 ábra:** A PE aknák hibái



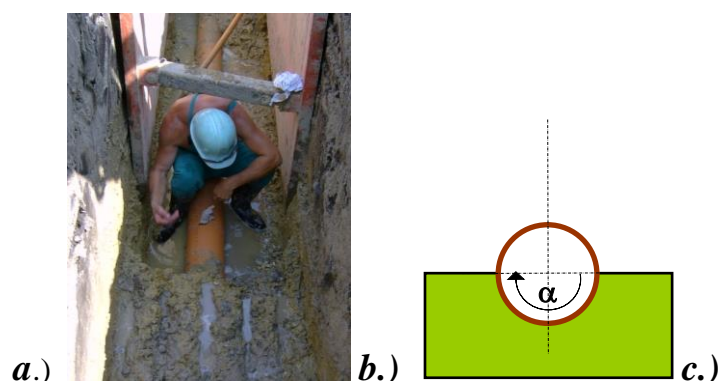
*a.) A PE akna függőleges jármű teherrel nem terhelhető, b.) repedés gyártási- feszültség hatására, c.) – d.) az íves fenékelem kialakítás költségtakarékos, de nem működőképes.*

A hazai rotációs öntéssel előállított aknákat a *hosszá nem értés* problémái is terhelték.

A felsorolt – jelentősebb – konstrukciós probléma mellett, a kivitelezés szinte minden munkafázisa *hibákkal terhelt*. A **2.2.1.3 ábrán** bemutatott példák – sajnos - az átlagos hazai kivitelezési színvonalat képviselik.



**2.2.1.3 ábra:** A különböző anyagú csövek beágyazása.



*a.) – b.) Rugalmas csövek beágyazás nélkül, c.) A környező talajhoz képest merev csövek szükséges – minimális – beágyazása a hazai altalaj viszonyoknál.*

**2.2.2 A csövek és kötéseknél problémái**

A különböző anyagú csövek gyártói a túlkínálatból adódó verseny és az eladás fokozása érdekében gyors fejlesztéseket hajtottak végre, melyek igazolásából az időtényezőt, és a korábbi alapos vizsgálati módszereket kihagyták. Ennek a folyamatnak élenjáró reprezentánsa a műanyag csőgyártás és annak szereplői. Sajnálatos, hogy mind a mai napig a mérnökök nem sajátították el a műanyag csövek anyagtanát, és ugyan úgy a csőgyártásban érdekelt vegyész szakma sem ismeri a közművek legelemibb szabályait, követelményeit. A különböző csőrendszerekkel kapcsolatos fontosabb – aktuális - ismereteket az alábbiakban összefoglalom:

- A **kőagyag** csatornacső bizonyította minden előnyét, az elmúlt 100 év során. A kezdetben alkalmazott bitumenes kenderkóc toktömítés, a csőanyagnál gyorsabb előregedése miatt az új rugalmas csőkötések fejlesztését indikálta. Ezek a folyamatok a [13] szakirodalomban nyomon követhetők. Sajnos a kőagyag cső tokja rövid. Ez nem biztosítja, az elmozdulásból keletkező nyomatékok kiegyensúlyozását. A tény közismert. A rövid tokos kötés tehát egy csukló. Ez önmagában nem baj, ha a cső – mely szinte minden altalajnál a merev kategóriába tartozik -, minimálisan 180 ° -ig be van ágyazva. (Lásd: 2.2.1.3/c ábra.) Az elmúlt 25 évben, ezek a csatornák, - a forgalmazók prospektusai és sugalmazása alapján –



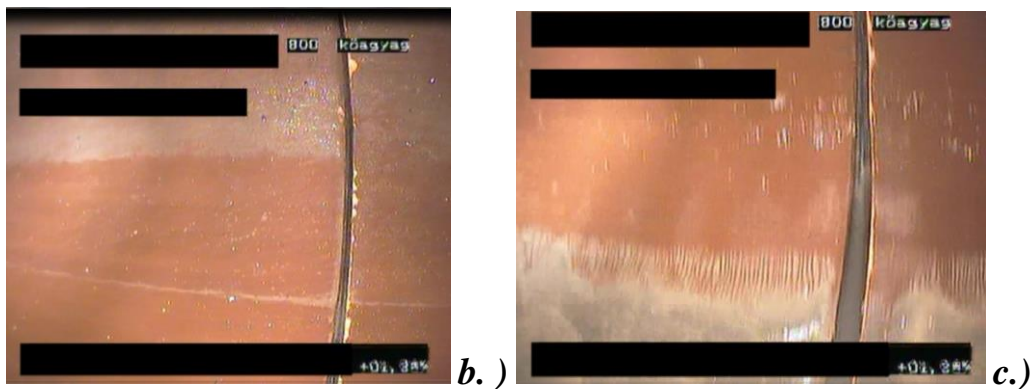
beton ágyazat nélkül épültek. Az egyes szakaszokon süllyedések léptek fel (Lásd: 2.2.2.1-2.2.2.2 ábrák)



*2.2.2.1 ábra: Kőagyag cső ITV vizsgálata. (A kamera tolja maga előtt a csőben a vizet)*

A mozgások hatására a csőzónában az ágyazati anyag konszolidációja időben elhúzódik. Az eredmény; tok szétcsúszás, gumitömítés idő előtti tönkremenetele, a vízzárás megszűnése.



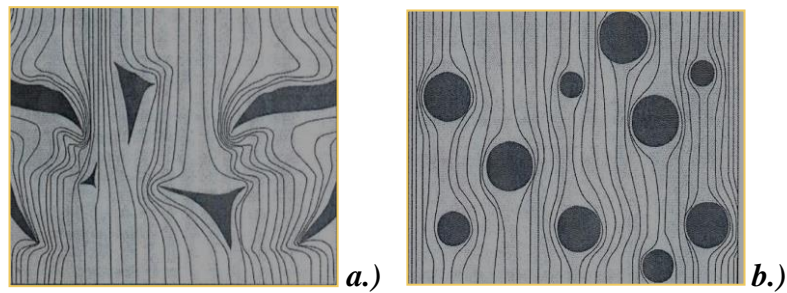


**2.2.2.2 ábra:** kőagyag cső süllyedése a kötésnél:  
*a.) a csőkötés távlati képe, b.) a tetővonal és c.) a talpvonal*

Nagyobb probléma a tok- és sómáz nélküli csőtípus, melyek fejlesztése kizárólag gazdasági szempontokra vezethető vissza. A tok nélküli csőnél a kötést biztosító PP áttoló idom, élettartamban, funkcióban, továbbá gyűrűmerekben a csővel, nem azonos műszaki – és élettartam értékű. Az ilyen csöveket, csak teljes 360 ° - os beágyazással célszerű beépíteni.

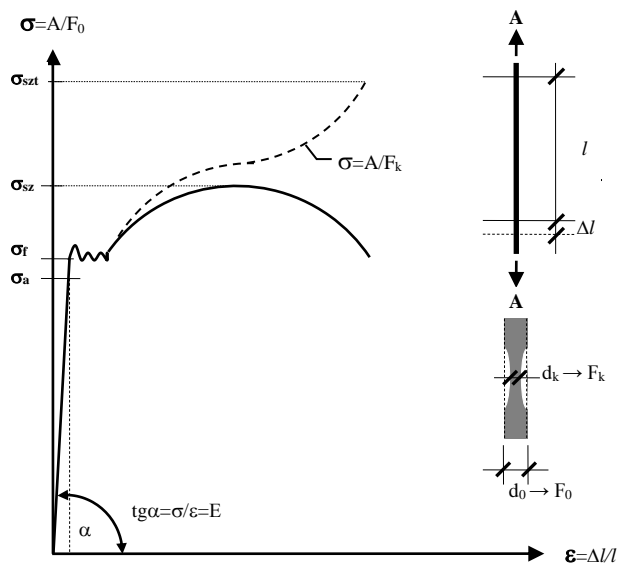
- Az **öntöttvas** cső az újkori vízellátási hálózatok fejlesztésének eredménye. Az öntési technológia folyamatos fejlesztése azonos *lemezgrafitos* anyagszerkezet mellett valósult meg. Így a cső falvastagságát a korrózió elleni védelem és a húzó feszültséggel szemben közismert érzékenység határozta meg. Ez a lemezgrafitos anyagszerkezet következménye, melyet az öntöttvas csövek szakirodalma egységesen és részletesen elemez. Az öntési technológia fejlesztésének jelenlegi állapotát a rotációs öntés jellemzi. Ez szinte teljesen kiküszöböli a korábbi technológiák szerkezeti hibáit. A legnagyobb eredmény azonban a gömbgrafit alkalmazása, melynek sémáját – a lemezgrafitos szerkezettel egyetemben - a **2.2.2.3 ábra** mutatja be.





**2.2.2.3 ábra:** Az öntöttvas anyagszerkezetének teoretikus különbsége **a.)** lemezes grafit adalékanyaggal, **b.)** gömbgrafitos

Az ábra jól szemlélteti a kétféle adalékanyag által előidézett húzó -, illetve nyomófeszültség trajektóriák, sűrűsödését. Az öntöttvas viselkedésének az igénybevételek hatására még világosabb magyarázattal szolgál a **2.2.2.4 ábra**, mely a vas: feszültség – fajlagos alakváltozás összefüggéseit szemlélteti a növekvő húzóerő hatására.



**2.2.2.4. ábra:** Acél próbatest húzódiagramja



Ha az erővonal sűrűsödések miatt a csőfalban keletkező **lokális** feszültségek a  $\sigma_f$  értéket meghaladják, akkor a kristályos szerkezetben maradandó torzulások keletkeznek. Ezek hatással vannak a cső élettartamára. A teherviselő képesség átrendeződik. Ez *feszültséghorróziót* indikál. A csőre ható terhek kedvezőtlen együtthatásakor a feszültség góccok, keresztirányú törések kiinduló pontjait képezhetik, továbbá gyors helyi és pontszerű korrózióhoz vezetnek. Ezek a hatások feltételezhetően figyelmen kívül maradtak, amikor a GÖV csövek falvastagságát meghatározták. Példaként említem, hogy az MSZ 2998-52 szerint egy NÁ 150 mm PN 10 bar nyomásfokozatú lemezgrafitos öntöttvas cső falvastagsága: 10 mm volt. Az MSZ EN 545 szerint egy K9 jelű NÁ 150 mm PN 16 bar csőhöz rendelt falvastagság mindössze 6 mm. Vagyis a két anyagszerkezet közötti különbség több mint 50 %-os falvastagság csökkenést eredményezett. Az tehát felelősséggel rögzíthető, hogy a hagyományos lemezgrafitos és a gömbgrafitos szerkezetű csövek élettartamában jelentős eltérések prognosztizálhatók. Az új GÖV csövek, élettartama nem fogja meghaladni az 50 évet. A fenti megállapításokat igazolják azok az erőfeszítések, melyek a GÖV csövek külső- és belső korrózióvédelmének fejlesztésében megfigyelhetők. A hármás rétegződésű /belső cementhabarcs – GÖV – külső korrózióvédelem/ csőfal, erőtanilag nem hatékony. Az egyes rétegek nagyságrendekkel eltérő rugalmassági modulusa miatt a tényleges teherviselő a GÖV. Így az elvékonyodott csőfal miatt a beágyazás /egyéb okok miatt is/ elvárt tömörsége mellett a GÖV cső az átmeneti -, vagy rugalmas kategóriába kerülhet. Ez a Hooke törvényt maradéktalanul követő csőanyagoknál nem jelent előnyt. Egyes fejlesztések – külső – és belső PUR védelem - már azt az érzetet keltik, hogy a csöveket laboratóriumi feltételek mellett képzelik beépíteni. *Összegezve*; ezeknek a GÖV csöveknek az élettartamát körültekintően kell



meghatározni.

- A **műanyag** cső térnyerése és térhódítása hazai viszonylatban, ellentmondásos folyamat. A nagy medencékre jellemző geotechnikai adottságok, egyértelműen a rugalmas műanyag csövek széleskörű alkalmazását helyezik előtérbe. A különböző műanyag csőrendszerek értelmetlenül gyors és a szakma alapvető érdekeit mellőző fejlesztése komoly és megalapozott aggályokat ébreszt a hozzáértő szakemberekben. A problémákat a [13] szakirodalom részletesen feltárta. Itt csak néhány kiegészítő megjegyzésre korlátozódok a különböző műanyag csöveknél.

- Az **ÜPE** (az EU-ban GFK) csövek élettartamát a kötőanyagként alkalmazott gyanta határozza meg. A gyanták egyes típusai a hidrolízisként ismert folyamatra érzékenyek. Ezzel kapcsolatban vannak kedvezőtlen hazai tapasztalatok elsősorban ivóvíz vezetékeknél. Az alkalmazott műgyanta ára: 1,17 – 5,96 \$ / egységre vetítve/ változik. (A poliészter gyanta: 1,17 – 3,30) Az olcsóbb gyantákhoz, gyengébb hidrolitikai ellenállás tartozik. A gyanta öregedését három tényező okozhatja: az UI sugárzás, a hidrotermális hatások, és az alkalikus vegyületek. A hidrolízis, mint jelenség – egyes poliészter műgyantáknál - az ÜPE cső tönkremenetelét jelentheti. A lokális meghibásodás nem azonos súlyú a víz nyomóvezetékeknél és a gravitációs csatornáknál. (Egyes gyantatípusok a vízzel reakcióba lépnek. Ez a reakció lehet lúgos /OH) –/ vagy savas /H+/. Az eredmény: hólyagosodás – penetráns szaggal – és vízáteresztés.) Egy ÜPE béléscső hidrolízisre visszavezethető meghibásodását a **2.2.2.5 ábra** mutatja be. A probléma a jó minőségű – drágább – gyantákkal kiküszöbölhető.





**2.2.2.5 ábra:** Hidrolízis, vasbeton ivóvízvezeték ÜPE béléscsövén. A bélelés 25 éve készült.

- A **PE** (korábban: KPE) csőrendszer korábban komoly alternatív lehetőséget kínált a vízellátó hálózatok fejlesztéséhez, rekonstrukciójához. Az elképzelések, nem váltak valóra. Ennek okai szerteágazóak. A teljes kifejtéshez – és bizonyításhoz – 50 oldal is kevés volna. Néhány fontosabbat az alábbiakban összefoglalok.

A PE csövet a gázvezetékek részére fejlesztették ki. A gázvezetékek nyomásfokozatokra bontott rendszere miatt a hálózatok jelentősebb része közmű nélküli területen épült. Ehhez a gázipar jól átgondolt építési technológiákat alkalmazott. Egy ilyen fektetési technológiát a **2.2.2.6 ábra** mutat be.

A belterületi gáz hálózatok – a nagy városok kivételével - kis átmérővel épültek. Ezekhez a PE csövek tekercsben álltak rendelkezésre. A kis átmérő közművesített területen a munkaárokba is befűzhető. További sajátosság a szerelvénymentes hálózat. A szakaszolás elszorító segítségével történik, mely az 1 bar alatti nyomásnál biztonságos elzárás.

**2.2.2.6 ábra:** PE gázvezeték építés



Az ivóvíz hálózatok építési szabályai alapvetően eltérőek a gáz hálózatokhoz képest. A lényegét a **2.2.2.7 ábra** szemlélteti.

**2.2.2.7 ábra:** *Vízvezeték építése PE csőből*



**a.)** *rekonstrukció Keszthelyen DN/ID 500 mm azbesztcement .cső kiváltására DN/OD 630 mm PE csővel, (szerény csomóponti kialakítással), **b.)** Ivóvíz építése PE csővel Budapesten Rippl Rónai utcában.*

A PE csövek hazai szabályozása 1984 és 2004 között háromszor változott. 1984 – ben az MSZ 7908-1 az általános rendeltetésű csövek használatát 50 év élettartamra és 20 °C hőmérsékletre 5,00 N/mm<sup>2</sup> megengedett feszültség alapján méretezte. A megengedett feszültség  $n = 1,36$  biztonsági tényezővel volt meghatározva. Az 1995 – ben megjelent szabványmódosításban, a megengedett feszültség változatlan maradt. Mivel a cső alapanyaga a PE granulátum folyamatosan javult, ezért az „n” biztonsági tényező: 1,6 értékre növekedett. A hivatkozott szabványmódosítás előkészítését célozta 1993. Április 29–30. dátummal Ráckeveén rendezett KPE Cső Konferencia és Kiállítás. Ezen elhangzott két fontos előadás. Az egyik, az anyagszerkezet és a feldolgozás hatásait tárgyalta, a PE csövek üzemi viselkedésére. Az alapos elméleti felkészültséggel és kutatásokkal alátámasztott dolgozat lényege, meg kell gondolni a biztonság fokozását. A másik dolgozat a PE csövek szabványosításának helyzetével foglalkozott. Ebből két

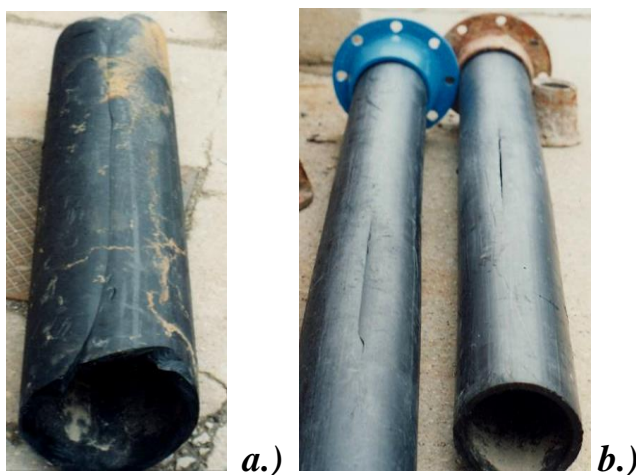


fontos mondatot idézek: „ Fentiekből származik harmadik kérdésem: Ilyen veszélyes közeg számára elégséges – e az 1,6 – os biztonsági tényező, vagy örülünk annak, hogy nem 1 alatti az értéke?” Majd a zárószó: „ Befejezésül arra kérem Önöket, hogy gondolják át a jelenlegi tervezési módszert, tanulmányozzák az európai eljárást, fontolják meg, hogy mi a fontosabb! Pillanatnyi gazdasági előny, vagy hosszú távú biztonság.” A fenti polémiát még a gázvezetékek indikálták. A gáz, mint szállított közeg kétségtelenül rendkívül veszélyes. Itt érdemes egy fontos adatot megismerni, 1994 – ben a PE csőgyártás tonnában: gáz: 25.000.-, víz: 2.500.- ugyan ez 2002 – ben: gáz: 5.600 .- és víz: 12.800 .-. A 2004. júniusban – angol nyelven – közzétett MSZ EN 12201-1 szabványban bevezették az MRS – legkisebb elvárt szilárdság – értéket. Az új méretválasztékot MRS 10,0, 8,0, 6,3 és 4,0 szilárdságú granulátumok alapulvételével, az alábbi képlettel számították:

$$\sigma_e = \frac{MRS}{C}$$

A „c” értékét a hivatkozott szabvány 1,25 értékben határozta meg. Így számították a szabványos falvastagságokat, illetve a csövek méretválasztékát. Itt érdemes újra elolvasni a fentebb leírt idézeteket. *Ez a világ legrosszabb szabványa, melyet kizárólag az üzleti érdekek motiváltak!*

A régi szabványok alapján gyártott PE ivóvíz csövekkel is voltak problémák. Szinte az ország minden területén fordultak elő olyan hibák, melyeket a **2.2.2.8 ábra** szemléltet.





**2.2.2.8 ábra:** PE csővezeték hibák ivóvíz csöveknél

*a.) – b.) hosszanti felrepedés,/gyakori hiba/ c.) tengely – és keresztirányú repedés /kevésbé gyakori hibajelenség/*

Mitől vannak ezek a hosszirányú felrepedések? Talán a klórozástól? Olaszországban és Franciaországban több kísérletet végeztek a bekötő vezetékek gyakori meghibásodása miatt. A vizsgálatok eredményeként megállapították, hogy a közepes és a nagy dózisu klórozás a kis átmérőjű – és így kis falvastagságú – PE csövekre igen kedvezőtlen hatással van.

A fentebb hivatkozott új szabvány a csőfalak radikális vékonyítását eredményezte. Így a hazai viszonylatban általánosnak mondható töréspontig történő klórozás, ok – okozati összefüggésben lehet a meghibásodásokkal. További probléma a PE 100 – as alapanyag. A csőből kivágott próbatestek a feszültségek kedvező tengelyirányú viselkedése ellenére anyaghibás szakadási felületeket mutatnak. A felsoroltakon kívül csak címszavakban érdemes még néhány problémát említeni:

- A tömeges ivóvíz célú felhasználás ellenére elmaradtak a termék-, technológiai-, szakmai- és oktatási fejlesztései.
- A kötéstechnika nem igazodott a megváltozott igényekhez. Így, - többek között - hazai viszonylatban a hosszított tokos kötés honosítása elmaradt.

A PE csővezeték építés indokolt ellenőrzési szakképzési – gázipari – gyakorlata fellazult, majd teljesen megszűnt.

- A vízi közművek építésénél olyan dimenziók DN/OD > 315 mm kerültek alkalmazásra, melynek szakmai, technikai feltételei, jelenleg sincsenek – véleményem szerint soha nem is lesznek - megoldva.

Kockázat nélkül prognosztizálható, hogy a megépült PE ivóvíz csővezetékek egy



jelentős részének életkora **nem fogja elérni** az 50 évet.

- A **PVC-U nyomó** - és **gravitációs** csőrendszerek siker történetnek indultak. A rideg törési hajlam, és az ágyazatépítés problémái miatt a **nyomócsövek** viszonylag hamar leszerepeltek. A kisebb átmérő tartományokban DN/OD < 125 mm kevesebb a probléma. A viszonylag hosszú tokos kötés, a könnyű – és gyors szerelhetőség, továbbá a jó idomellátás miatt a fenti méret tartományig a jövőben is jó alternatíva az építéshez. A megépült nagyobb átmérőknél a rekonstrukciós igényekkel számolni kell.

A PVC **csatornacsövek** története, a legrosszabb fejezete a Rendszer Váltás utáni hazai csatornázásnak. A korábban részletezett rendszerhibák mellett a tokos kötésekkel és az idomokkal is problémák vannak. Szinte minden településnél a műszaki átadás – átvétel után idomokat kell cserélni a tokrepedések miatt. Lásd: **2.2.2.9 ábra**. A műanyag cső és a csőzóna sajátos egymásra hatása miatt, az ágyazat konszolidációja két évig is eltarthat. Ezért az idomtörésekkel a műszaki átadás – átvétel után is számolni kell.



**2.2.2.9 ábra:** Hálózatokból kibontott meghibásodott elemek

**a.)** törött áttoló idom, **b.)** elrepedt és deformálódott 90 °-os könyök, **c.)** KGEA leágazó idom jellegzetes törésképe,

A PVC-U csatornacső, illetve csőrendszer, számtalan további műszaki hiányossággal rendelkezik. A fontosabbakat röviden összefoglalom:

- A csövek erőtani méretezése azon a feltételezésen alapul, hogy a csőfalban a megengedett feszültség értéke minimálisan a 10,00 MPa értéket eléri. Ha ebben az esetben is alkalmazzuk a C = 1,25 biztonsági tényezőt, az elvárt minimális szilárdság értéke: 12,50 MPa. A probléma az, hogy az értékre és ellenőrzésére sem az alkalmazási kézikönyvekben, sem a vonatkozó szabványban nincs adat. Sőt nincs olyan vizsgálati módszer sem, mellyel az



elvárható legkisebb szilárdság ellenőrizhető, kimérhető. A hőre lágyuló műanyagokból gyártott csövek közismert tulajdonsága, hogy az alkotó irányú szilárdság nagyobb, mint gyűrű irányú. Mivel a csőből a szakító szilárdság meghatározására csak alkotó irányban lehet próbatestet kivágni, a vizsgálat nem ad hiteles értéket. Ezért van az, hogy a rugalmas csövek erőtanai méretezésére a CEN tagországok – EN hiányában – eltérő megoldásokat alkalmaznak. A hazai – és több európai – ország csak alakváltozást vizsgál. A különböző alakváltozási képletek közös alapja, **a Hooke törvény érvényessége**. Ha a külső terhekből meghatározott alakváltozás nem lépi túl az 5 % értéket és a csőfal minimálisan elvárható szilárdsága eléri a 12,5 MPa – t, minden rendben van. Sajnos ez csak teória, mert a 12,5 MPa nem ellenőrizhető. Vagyis hiányzik egy lényeges fejlesztés a rendszerből. A termékszabvány szerint a csőrendszer vízzárósága 15 % alakváltozásig biztosított. Ez lehetséges, csak hogy ekkora alakváltozáshoz a falfeszültség értéke az ágyazat függvényében: 14,0 – 18,0 MPa értéket vesz fel.

- A PVC-U csatornacső gyártása több fázisban történik. Az első lépésben különböző hosszúságú egyenes csődarabokat extrudálnak, majd utólag rátágítják a tokot. Ezáltal a tokban a falvastagság kisebb, mint a csövön. Sajnos ezt az MSZ EN 1410 szabvány megengedi. A kezelhetetlenül sok tokrepedésnek – a beágyazási hiányosságok mellett – ez is az okozója.
- Az utóbbi évtizedben a PVC-U csövek gyártását a strukturált /bordázattal ellátott/ és a rétegelt falszerkezet jellemezte. A *strukturált* falnál a bordázat falvastagsága 1 – 2 mm. Ez rendkívüli sérülékenységet, értékelhetetlen szilárdsági állapotot és rugalmas stabilitási problémákat vet fel az elvégzett kísérletek szerint.
- A *rétegelt* falszerkezetnél a külső – és belső felületen 0,5 mm körüli PVC réteg és közöttük egy vastagabb – felhabosított - PVC réteg képezi a csőfalat. Ennek megfelelően a csőfalnak nincs értékelhető szilárdsága. A tengely irányú szakító vizsgálatok nem igazolják a nagy hosszúságú szakadó nyúlást. Ezt a csőtípust a Lajtától Nyugatra legfeljebb provizóriumnak használják. A termék igazolására – a laikusok számára – kitalálták és szabványosították a Darmstadt tesztet. /MSZ EN 295/ Ez a kopásvizsgálat abból áll, hogy a vizsgált csőből 1,00 m hosszú darabot, víz – homok –s kavics keverékével feltöltenek, majd 45° - os lengetést végeznek 100.000 ciklus számmal. Ezt követően lemérik a fal kopását. A vizsgálat korrekt, és különböző anyagú



csövek összehasonlítására teoretikusan alkalmas. Egyetlen hibája, hogy nem a szállított szennyvízzel szembeni ellenállást bizonyítja. Az elválasztott rendszerű csatornázás szennyvizében a szilárd anyagon kívül söröszüveg kupak, szeg, csavar, üveg és porcelán szilánk egyaránt előfordul. Ez kiküszöbölhetetlen. Ezért, kell egyes szennyvíziszap víztelenítő eljárások előtt mechanikus tisztítást – hidrociklont – beiktatni. Az egyesített rendszerű csatornázásnál a hordalék összetétele még nagyobb és összetettebb szilárd szennyezést mutat az utcai összefolyók miatt.

- A rétegelt falszerkezetű cső üzleti irányultsága azonnal érthetővé válik, ha egy tömör falú – és egy rétegelt falú, /azonos DN/ID -, SN gyűrűmerevség - és hosszúság/ csődarabot egy ingamérlegre felhelyezünk.
- Az üzemelő hálózatból kibontott csődarabon és idomokon – a belső felületen megfigyelhető egy fekete elszíneződés. Ez feltehetően a PVC-U csatornacső gyártásánál alkalmazott adalékkal, hozható összefüggésbe.

A különböző anyagú csövek és kötéstechnikák részletezett problémái károsan befolyásolják azok élettartamát. A garantálható elméleti élettartam fontos tényező a döntésekben és a gazdasági életben egyaránt. Ha egy csővezeték rendszer kiválasztásánál az élettartam domináns tényező, akkor azt szavatolni kell. Erre épül az amortizáció számítása, mely része a szolgáltatás díjának. A szavatolt 50 év – elméleti - élettartam azt jelenti, hogy a beruházás aktivált összegének évi 2 % - a lesz az amortizáció. Ezt a hozamot – mondjuk – állampapírba fektetve, 50 év után rendelkezésre áll a rekonstrukcióhoz, vagy az ismételt kiépítéshez szükséges fedezet. A szavatolt élettartam előtti – bármilyen okból bekövetkező tönkremenetelnél a hiányzó forrást pótolni kell. Adott esetben ezt a pótlást a költségvetés terhére lehet és kell biztosítani. Azaz más, - esetenként fontosabb - területről kell elvonni a fedezetet. Ezért alapfeltétel a jó és megbízható csőanyag és kivitelezés.

### **3. A rekonstrukció hazai tapasztalatai.**

A vízi közművek hazai rekonstrukciójának nagy múltja van. Ezek ismertetése a szakirodalomban követhető. 1990 – ig a kivitelezések nagyobb részét az üzemeltető vállalatok végezték. A külső vállalatok által



készített rekonstrukciókat a kiforrott technológia és a szigorú műszaki ellenőrzés, jellemezte. Az 1990 itt is egy választóvonal, de az előző fejezetektől eltérően szép számmal akadnak pozitívumok is. A **3.1 ábrán** bemutatott két létesítmény megvalósítása az igényes munkák példája.

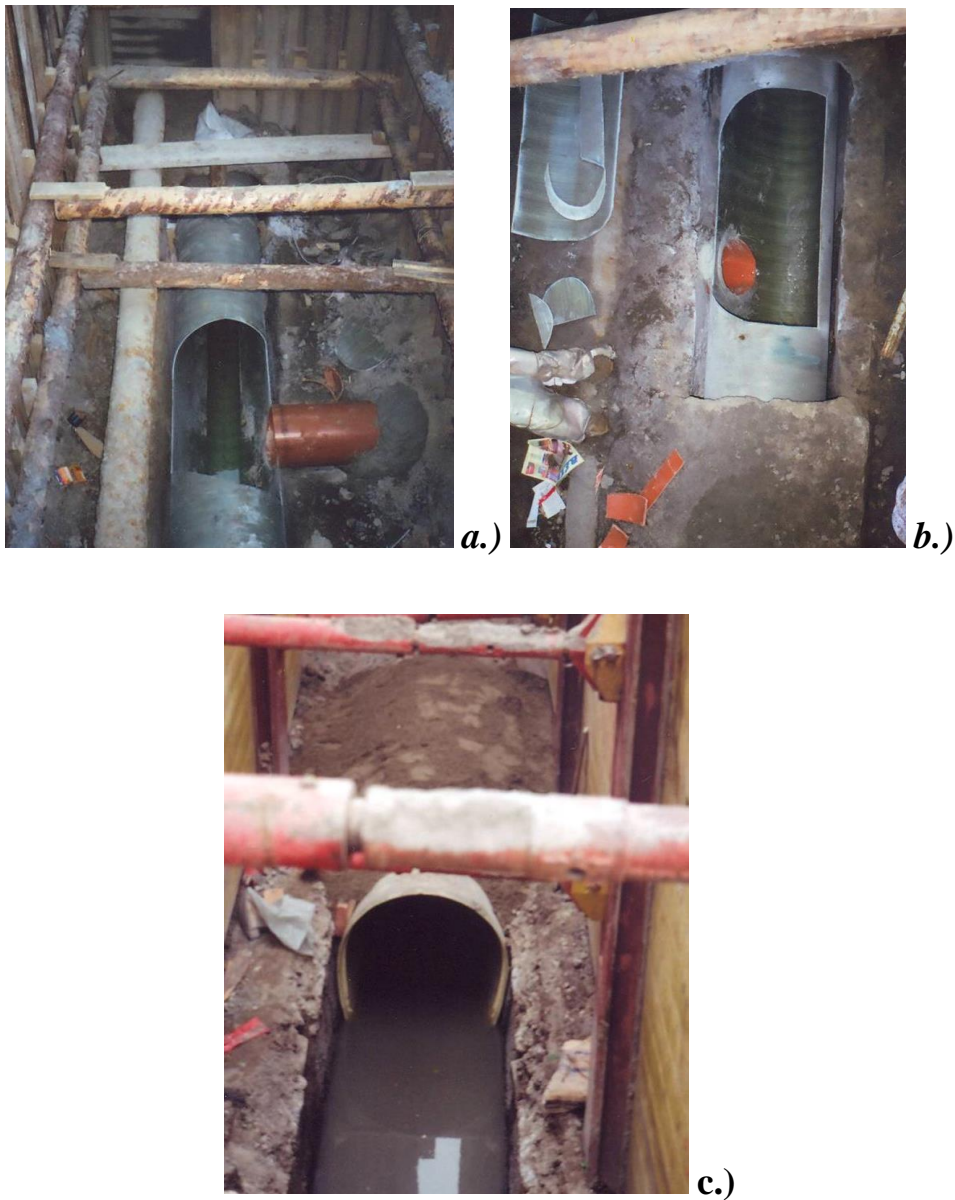


**3.1 ábra:** Szennyvíz főgyűjtő építése Budapest, Mázsa tér:

*a.) polibeton folyókaelem, monolit vasbeton és előregyártott héjelem kombinációval, b.) előregyártott vasbeton csövekkel, hengeres csőkötéssel*

Megemlíthető még a – a sok közül – a budapesti Szabolcs utcai teljes betonagyazattal épült tojás szelvényű ÜPE cső, vagy a „Budapest teljes körű csatornázásának befejező szakasza projekt” keretei között megépült csatornák nagyobb része. Sajnos van negatív példa is szép számmal. Ezek közül kettőt a **3.2 ábra** mutat be. Az **a.) – b.)** vagy a **c.)** ábrarészek teszt feladatként is hasznosíthatók. Feladat: „Jelöljön meg négy durva hibát, mely az élettartamot kedvezőtlenül befolyásolja.”





**3.2 ábra:** *Rekonstrukció ÜPE csővel*

*a.) – b.) ÜPE cső befűzésével, c.) nyitott munkaárokban, a meglévő szelvény részleges elbontásával.*

1975 – től napjainkig szinte minden létező rekonstrukciós eljárás kipróbálásra került. Sajnos ezek vizsgálata és kiértékelése – a korábbi gyakorlattól [2] eltérően – elmaradt. Néhány észrevételt és fontosabb információt az alábbiakban összefoglalok:



### 3.1 Bélelés műanyag csövekkel

Hazai viszonylatban a legrégebbi és talán legtöbbet alkalmazott eljárás. Megvalósítható kör – és tojásszelvénynél egyaránt. A köralak bélelésére elsősorban a *PE*, a tojás szelvényekhez az *ÜPE* cső használata terjedt el. Nyíregyházán a meglévő tojás szelvény bélelésére rotációs öntésű PE csöveket használtak. Az illesztés extrudációs hegesztéssel történt. A rotációs öntésű PE rekonstrukciós szelvények gyártásában nagy lehetőségek vannak. A kifejleszhető 2,00 m elemhossz, a tetszőleges alak és a már ismert hengeres elektrofúziós kötéstechnika nagy lehetőségeket kínál.

Az egyszerűbb megoldások – akár több száz méter hosszon – a kör szelvénynél kínálkoznak. Ott alkalmazhatók előnyösen, ahol kevés rákötés van, és a meglévő szelvény szűkítése megoldható. Egy ilyen rekonstrukciót a **3.1.1 ábra** szemléltet. Hazai viszonylatban az egyik legnagyobb PE csővel végrehajtott – laza illeszkedésű – bélelés Mohácsnál a Duna alatt meglévő DN/ID 200 mm acélcsőbe behúzott /tolt/ DN/OD 125 mm PE cső volt, 1.534,00 m hosszúsággal.



*3.1.1 ábra: PE cső deformáció mentes befűzése*

Nagy tapasztalatok állnak rendelkezésre az ÜPE csöves – hézagos – csőbélelésekre



is. Ezt az eljárást alkalmazták az FVM Zrt alacsony nyomású ivóvíz vezetékeinél a Szentendre – szigeten és a Megyeri úti telepen. Az ÜPE csöves bélelésnél, a cső kiválasztásához a hidrolízis lehetőségét gondosan mérlegelni kell. Az eljárás gyenge pontja a meglévő cső és az új szelvény közötti hézag kiinjektálása. Ennél a munkafázisnál további – elsősorban technológiai - fejlesztő munkára van szükség. Az injektáló habarcsok összetételét, a meglévő cső anyaga és állaga, továbbá és a bélésű cső anyaga befolyásolja.

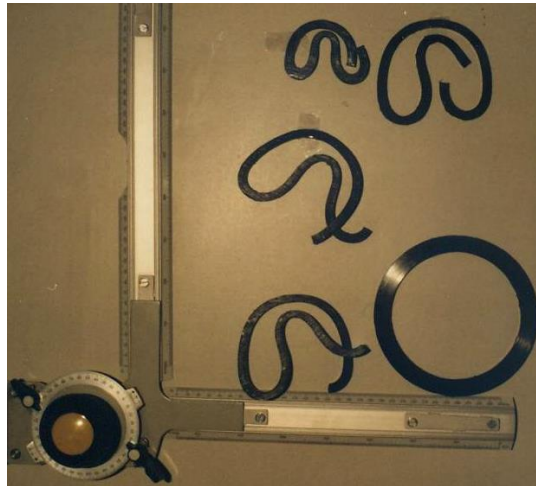
### 3.2 Bélelés szorosan illeszkedő PE csővel

Köztudott, hogy a PE cső 200 ° C körüli hőmérsékleten szinte korlátlanul formálható. A hőre lágyuló műanyagokhoz értők számára az is egyértelmű, hogy minden hőmérsékletnöveléssel végrehajtott beavatkozás a csőanyagban, egy stressz hoz létre, mely kitörölhetetlenül megmarad a struktúrában. Vagyis a cső élettartamát meghatározó tényezők /évek – feszültség – hőmérséklet/ a *lét* meghatározói. Ha tehát a cső keresztmetszetében hő alakításával feszültséget hozunk létre, az csak az élettartam kárára történhet. Egy ilyen beavatkozás lehet nagyon rövid. Azonban, magas hőmérséklet és feszültség mellett a cső akár tíz évet is öregedhet. Ez a folyamat nem visszafordítható. Ráadásul az alakítási feszültségek örökre bezáródnak a csőfalba, ami az erőtani méretezést eltorzítja. Egy ilyen kísérletet a **3.2.1 ábra** mutat be. Az átvágott metszetekben, - az ábra szerint -, a húzó – és a nyíró erők a dominálnak.

Számtalan csődeformáló eljárás ismert. Hazai viszonylatban az „U – liner” került alkalmazásra csatornáknál és tűzi vízvezetékknél.

Véleményem szerint ez az eljárás, kizárólagosan csatornák bélelésére javasolható, a csőanyag kétszeres hőkezelése és deformálása miatt.





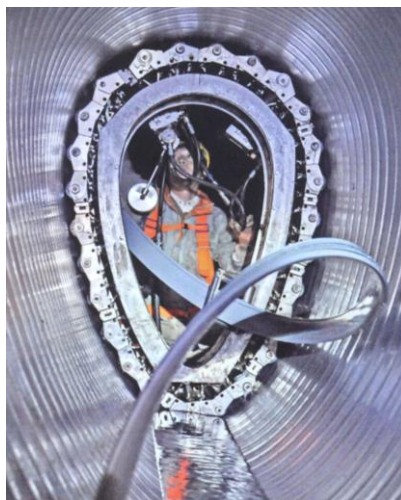
**3.2.1 ábra:** U – Liner belső / alakítási/ feszültségei

A fenti ábrán a különböző pontokban elvágott profil megnyílásai azt is mutatják, hogy az alakítás következtében a húzó – és nyomó feszültségek mellett nyíró feszültségek is kialakulnak.

### **3.3 Szorosan illeszkedő bélelés PVC szalagprofillal**

Az eljárás hosszabb ideje ismert és folyamatos fejlesztés alatt áll. Kezdetben RIB-LOC, napjainkban a japán SEKISUI által továbbfejlesztett SPR rendszerként ismert. A tetszőleges keresztmetszetű szelvényeket /extrudált/ profilírozott PVC szalagból a csatorna aknában, vagy a szelvényben, célgép állítja elő bélésnek.





**3.3.1 ábra:** SPR rekonstrukciós technika

Az alkalmazáshoz tehát külön indító és fogadó aknára nincs szükség. Ez kétségtelenül előnye a technológiának. A szalag összekapcsolásának különböző megoldásai ismeretesek. A mechanikai összekötést egy bütykös bepattintó mechanizmus biztosítja. A vízzárásra két különböző megoldás van. Az egyik a hosszú kötésidejű ragasztás, a másik a hagyományos gumitömítés. A bélelés elvét a **3.3.1 ábra** szemlélteti.

A rekonstrukciós eljárás alkalmazásával több száz kilométer referenciamunka tapasztalatai állnak rendelkezésre. Az ismertetések nem térnek ki a bekötések kivitelezésével szerzett tapasztalatokra. Valószínűsíthető, hogy ez a gyenge pontja a technológiának, főleg az emberi közlekedésre alkalmatlan keresztmetszeteknél. Említeni kell, hogy a PVC szalag – robusztus kialakítása ellenére – sérülékeny. Ezért a hagyományos tisztítási technológiák alkalmazhatóságát vizsgálni, elemezni kell.

### 3.4 Tömlős bélelési eljárások

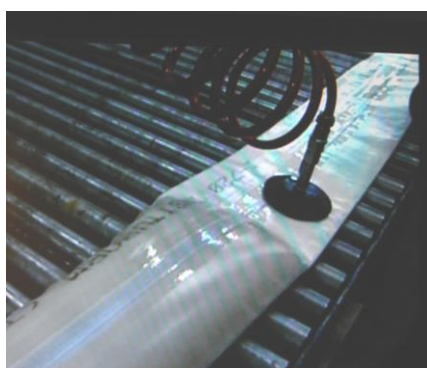
A technológia az 1970 – es évek elején született meg Angliában, majd gyorsan elterjedt a fejlettebb európai országokban. Az eredeti Insituform névre keresztelt eljárás vitathatatlanul a legszellemesebb rekonstrukciós módszer. A tömlő, változtatható vastagságú tűnemezelt filc, mely egy – vagy kétoldali fólia védelemmel van ellátva, a gyanta



megszilárdulásig történő védelmére. A filcet műgyantával itatják és lehűtve a helyszínre, szállítják. Itt egy fordító cső és víznyomás segítségével a bélelendő szelvénybe vezetik. A víz nyomására a tömlő, a bélelendő cső falához feszül. Ezután a tömlőn belüli vizet felfűtik. A gyanta térhálósodik, megköt.

A munkafolyamatnak négy fontos részeleme van:

- a tömlő szabászata,
- a gyantatelítő gépsor,
- a célgép – fordítócső, állvány, szállítószalag, kazán, a vízszivattyú – és
- a beépítésre kész tömlőt szállító hűtőkocsi.



a.)



b.)

### 3.4.1 ábra: Insituform technológia

*a.) a tömlő feltöltése gyantával, b.) a tömlő vég, a kifordítás folyamatában, tojás szelvényű csatornában.*

A technológia két érdekes részletét a **3.4.1 ábra** mutatja be. A felhasználásnak nincsenek keresztmetszeti és formai akadályai. Az alkalmazást a tömlő, szállítási távolsága befolyásolja. Az akadályok csökkentése érdekében a tömlő előállítás - főleg Németországban – szakosodott. Ennek megfelelően vannak szabászati és gyantatelítő vállalkozások. Ez nagyon megkönnyíti az alkalmazást. A **2.2.2 fejezetben** az ÜPE csővel kapcsolatban említett hidrolízis jelensége erre a technológiára is érvényes, a telítő gyanta minőségének függvényében.



A fentebb leírt technológia további tömlős megoldásokat inspirált. Ebben persze nagy szerepe volt a szabadalom elkerülésének is. Így aztán napjainkban ismert a tömlőt, víz helyett levegővel manipuláló technológia, melyet Process – Phoenix eljárásnéven ismer a szakma. Az Insituform technológiához képest némileg egyszerűbb gépi berendezést a **3.4.2 ábra** szemlélteti. Ugyancsak egyszerűbb felépítésű a bélelő tömlő is, a levegő alkalmazása miatt.



**3.4.2 ábra:** A Process-Phoenix eljárás

A rekonstrukciós módszerrel ivóvíz gerincvezetékét is bélelték. Ezzel kapcsolatban említeni kell, hogy nyomócsöveknél a bélelendő cső teljes értékű folytonosságát az indító – és érkező aknában, - nyíróerők felvételére alkalmas megoldással - helyre kell állítani. Meg kell jegyezni, hogy a nyomócsövek bélelésénél a csatlakozó karimás kötésnél a bélelés csőfalhoz feszítését is meg kell oldani..

A harmadik módszernél, az előzőeknél vékonyabb bélést UV sugárzással keményítik. Ezt a technológiát a kisebb keresztmetszetű csatornák részére fejlesztették és a műanyag – bekötő - csövek bélelésére is ajánlják. Míg a korábbi két módszer alkalmazásával már jelentős tapasztalatok állnak rendelkezésre, az UV sugárzással szilárdított tömlővel kapcsolatban nincs említést érdemlő üzemi tapasztalat. Egy lényeges megállapítást a műanyag csövek bélelésével kapcsolatban rögzíteni kell. Az Insituform csatornabélelésnél, a rákötések



megnyitása feltárás nélkül megoldható ITV vezérlésű fúró berendezéssel. Ez azért lehetséges, mert a bekötéseknél a bélelő tömlő a bekötés kontúrját egyértelműen megmutatja. A műanyag csatornacsöveknél a ráfúrás a vékony csőfal és a hő fejlődés miatt kockázatos.

Véleményem szerint az eredeti Insituform technológia alkalmazása a legjobb alternatíva. A hazai alkalmazás elsősorban akkor javasolt, ha a bélelendő cső a külső terhek felvételére alkalmas. A jelenlegi technikai feltételek szerint 100 – 2000 mm belső csőátmérők bélelhetők, 3 – 50 mm tömlővastagsággal és egy munkafolyamatban legfeljebb 600 m hosszban.

A másik – nyomódobbal működő – eljárás 80 – 350 mm átmérőkhöz 3 – 9 mm tömlővastagsággal és 70 m hosszig használható. A PVC-U csatornák rekonstrukciójához ez az eljárás kínál alternatívát, ha a rákötések feltárásához megfelelő technológiát sikerül kifejleszteni.

### 3.5 Belső bevonatok

Elsősorban fém anyagú csövek belső burkolására több eljárás ismert. Vannak festéket, vagy műgyantát felszóró berendezések, és cementhabarcs bevonatot készítő gépláncok. Az előzőek, inkább üzemi körülményeknél szokásosak, a bevonati rendszer rétegeltsége és igényes előkészítése miatt.

A cementhabarcs bevonatok készítéséhez is több különböző elven működő berendezés ismert.



*3.5.1 ábra: Cementhabarcs bélelő /TATE/ eljárás*



Hazai viszonylatban a TA-TE eljárás terjedt el, a **3.5.1 ábrán** feltüntetett géplánccal. Az alkalmazás csak olyan acél -, vagy öntöttvas csöveknél célszerű, ahol nagy hosszakon nincs rákötés – vagy csatlakozás, illetve szerelvényezés.

### 3.6 Egyéb rekonstrukciós lehetőségek

- Az elmúlt 25 évben több tíz kilométer hosszban épült kitakarás nélkül – sajtolással, vagy mikroalagút technológiával – szennyvíz főgyűjtő. A kivitelezési technológia mindkét módszernél kiforrott. Hazai viszonylatban megoldásra vár a vasbeton csövek korrózió védelmének továbbfejlesztése.

- Ugyancsak kedvezőek a tapasztalatok az ismétlődő lokális hibák – például: csőkötés hibák – elhárításához alkalmazott ITV irányítású tömítő tömlők alkalmazásával. Ezek a csatorna üzemelése mellett is alkalmazhatók, a tömítőanyag függvényében. A különböző tömítő tömlők és készletek elfogadható áron elérhetők.

- Az emberi közlekedésre maradéktalanul alkalmas tetszőleges keresztmetszetű csatornák – részleges, vagy teljes - rekonstrukciójához jó alternatívát kínálnak a polibeton szelvények és elemek. Ezek alkalmazásával vannak kedvező tapasztalatok. A nagy szilárdságú és korrózióálló ragasztással megbízhatóan illeszthető elemek jelenleg csak külföldről – legközelebb Ausztriából – szerezhetők be. Említeni kell, hogy az összetett szelvények béleléséhez az átlagosnál nagyobb tervezői ismeretekre van szükség.

- Hazai viszonylatban számtalan kísérlet történt a *csőtöréssel* kombinált kitakarás nélküli rekonstrukcióval. Különböző berendezések állnak rendelkezésre, elsősorban a bontófej kialakítás vonatkozásában. A hazai kísérleti építések beton -, azbesztcement – és öntöttvas meglévő csövek törésével és PE cső behúzásával történtek. A műanyag csőgyártók az igényekhez igazodva kifejlesztettek egy új PE csövet, védő bevonattal. A végrehajtott rekonstrukciók egy részét bevizsgálták, értékelték. Ezek eredményei általánosíthatók, az alábbiak szerint:

- A technológia eredményeként a behúzott cső palástja különböző mértékben sérül. A védőköpennyel ellátott csőnél a haszoncső sérülése elkerülhető. A védelem nélküli



PE cső sérülésének mértéke az átmérővel egyenes arányban van. Tehát a  $DN/OD > 110$  mm –nél a sérülések száma és mélysége megkérdőjelezi az alkalmazhatóságot.

- A kibontott szakaszokon a próba kivágásnál általános jelenség a hosszrövidülés. Volt olyan vizsgálati eredmény, ahol a DN/OD 90 PE cső átvágásakor a két csővég 45 mm – re eltávolodott. Ez a tengely irányú elmozdulás két okra is visszavezethető. Az egyik feltételezés a technológia sajátosságaként kezeli a problémát. Vagyis, a behúzáskor a cső ténylegesen megnyúlik. Ennek feszültsége bent ragad a csőben. A másik magyarázat a műanyaghoz értők szerint az után zsugorodásnak nevezett jelenség. Ez összefüggésbe hozható azzal is, hogy a behúzás során jelentős hőhatás is fellép. Ez a felmelegedés az érkező aknáknál szabad kézzel is jól érzékelhető. A jelenség bármely ok –okozati összefüggésben az élettartamot kedvezőtlenül befolyásolja.

- Egyértelmű, hogy a műanyag cső érzékeny a beágyazásra. Ez meghatározóan kihat a csőstatikára. Meg kell említeni, hogy a kis átmérőjű ( $DN/OD < 150$  mm) nyomócsöveknél ez kevésbé probléma.

- A fejlett EU tagországokban ezt a technológiát ritkán alkalmazzák. A nagy szakmai háttérrel rendelkező éves nemzetközi szakmai konferenciákon /JT Elektronik, RO-KA-TECH, Wasser Berlin, MTA Nemzetközi Csőkonferencia stb. – szinte meg sem említik, mint rekonstrukciós lehetőséget.

- Végezetül említeni kell, hogy a behúzott PE cső pontszerű terhelése a biztos tönkremenetel kiinduló pontja lehet. Erre nagy esély van.

*Összegezve;* megállapítható, hogy a csőroppantásos eljárás a jelenlegi formában, alkalmazásra nem javasolható. A továbbfejlesztés lehetséges iránya a csőtörés továbbfejlesztése és a csőtöréssel együtt bejuttatott injektálás lehet.

#### 4. Összefoglalás, javaslatok

Az előző három fejezet alapján néhány fontos és biztos irányelv megfogalmazható. Ezek az alábbiak:

**4.1** Az elkövetkező években a rekonstrukció iránti igények növekedése



prognosztizálható. Ezek egy jelentős része **újszerű feladat** lesz, a PE ivóvíz és PVC-U csatornákra orientálódik.

**4.2** Folyamatos feladatként kell kezelni több 10.000 csőakna – emberi közlekedésre alkalmatlan vizsgáló akna - átépítését a gazdaságosabb üzemeltetés érdekében. Szerző véleménye szerint a vizsgáló aknákat két átmérőben kell meghatározni, a csatorna folyási fenékszintjéhez (H) igazítva. Ha  $H \leq 2,50$  m – nél, akkor a DN = 400 mm. A  $H > 2,50$  m – nél, akkor a DN = 630 mm. Ezeket, az akna fenékelemeket hőre lágyuló műanyag **hulladékból** célszerű kifejleszteni – öntve sajtolással – a közúti terhelésnek megfelelően méretezve.

**4.3** A műanyag csövek rekonstrukciójánál előtérbe kell kerülnie a feltárásos – nyíltárkos – technológiának. Ezek a munkálatok elsősorban idomcserére, ágyazat javításra, magassági nyomvonal korrekcióra és szakaszos teljes átépítésre prognosztizálhatók. Említeni kell, hogy a felsorolt feladatok *nagy mennyiségben* valószínűsíthetők. A tényleges mennyiség pontosabb meghatározásához, - a minősítéshez – elméleti fejlesztési munka szükséges. Ehhez, egy jelentősebb volumenű állagfelvételre van szükség. A vizsgálatba vonandó szakaszokat az ország teljes területének alapulvételével és statisztikai módszerekkel kell kijelölni. Ezekhez a feladatokhoz, az ITV – re szervezett diagnosztika legfontosabb elemei:

- a behajlás,
- a hossz – szelvény és
- a lokális süllyedés **pontos** értékének és határainak felvétele.

**4.4** Az egyik legaktuálisabb rekonstrukciós feladat, a mintegy 15.000 .- km DN/ID 50 – 125 mm azbesztcement nyomócső átépítése. Ennek nagyobb részét nyílt árkos technológiával javasolható megépíteni. Ehhez szükség van egy – *a jelenlegi gyártmányoknál megbízhatóbb* PE csőre. Ennek ismérvei az alábbiak:

- Maradhat az MSZ EN 12201 szerinti termékválaszték, de az alapképlettel és  $c = 1,25$  biztonsági tényezővel meghatározott megengedett feszültséget, **határfeszültségként** kell értelmezni. Ez azt jelenti, hogy az erőtani számításoknál a külső terheket **biztonsági tényezővel** felszorozva kell alkalmazni.

- A PE cső gyártásánál csak *szűz* granulátum használható és az alkalmazható legkisebb falvastagság:  $e_{\min} = 3$  mm.



- A gyárilag felhegesztett hosszított tokos kötés és ehhez az idomellátás alapkövetelmény. Ezen kívül biztosítani kell a 220 V feszültséggel hegeszthető elektrofúziós kötőelem választékot is. A tokos hegesztés alkalmazását tiltani kell.
- Az azbesztcement csövek rekonstrukcióját megelőzően mérlegelni kell, a környezetvédelem és a célszerűség szempontjait.

**4.5** A lehető leggyorsabban szabályozni kell a PVC-U csatornacső rendszer alkalmazási feltételeit. Az alábbiak javasolhatók:

- A közcsatornák létesítésénél és rekonstrukciójánál kizárólag homogén falszerkezetű legalább SN 8 gyűrűmerevségű csövek használhatók.
- A gyártónak szavatolnia kell a legalább 12,5 MPa elvárt feszültséget. A termék feszültégének meghatározásához és ellenőrzéséhez kutató fejlesztő munkára van szükség. Ennek van realitása.
- A tok és a csőfal vastagság azonosságát biztosítani kell.
- A felhasználásnál előnyben kell részesíteni a hosszú tokkal rendelkező termékeket.

**4.6** Sürgős műszaki fejlesztésekre van szükség, a könnyű és rugalmas csőrendszerek építéséhez illeszkedő dúcolásra, víztelenítésre és a csőzónában az ágyazat tömörítésére.

**4.7** Megkerülhetetlenül szükség van egy semleges, jól felszerelt minőség ellenőrző intézetre. Nem tartható fenn a jelenlegi állapot, mely szerint az alkalmazási engedélyt kiadó nem képes – eszköz hiányában – egyetlen vizsgálatot sem elvégezni a műanyag csőrendszereken.

**4.8** A vízi közművek megvalósításában közreműködőket, - szinte kivétel nélkül – a szakmai ismeretek kisebb – nagyobb mértékű hiánya jellemzi. Ezért a szakmai képzés és továbbképzés, az egyik legsürgősebb feladat. Az oktatásban kiemelt feladatként kell kezelni a csőszerelő képzést, mely az elfogadható minőség alapfeltétele.

**4.9** A felsorolt beavatkozásokkal egyidejűleg el kell kezdeni a vízi közművek létesítésének, üzemeltetésének átfogó szabályozását. Ezt terméktől, forgalmazástól független nagy szakmai elkötelezettségű szakemberekkel kell megoldani.



## Irodalom

- [1] Dr. Bartos–Mészáros-Solti: Víz – és Csatornahálózatok rekonstrukciója. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1989.
- [2] Építőipari Tudományos Egyesület Munkabizottsága: Hazai, kitakarás nélküli csatornajavítási eljárások. ÉTE Mérnöki Létesítményi és Közműépítési Szakosztály, 1985. Budapest. (Kézirat)
- [3] Mészáros Pál-Solti Dezső: Vízi közműhálózatok rekonstrukciója. (Kézirat.) BME. Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest, 1985.
- [4] Trefil István: A hazai nem fémes csőanyagok gyártásának helyzete és fejlesztési irányai. Építésügyi Szemle, 1988. 12. Szám.
- [5] Dr. Varga Miklós: Magyarország víz – és csatornaellátásának helyzete. Vízmű Panoráma. 1996. IV. Évfolyam. 4. Szám
- [6] Karászi Gáspár munkabizottsági vezetésével: Az elmúlt évtizedben épült szennyvízcsatorna – hálózatok üzemeltetési tapasztalatai. VCSOSZSZ. Műszaki Bizottsága. (2002.)
- [7] Sipos Árpád: Az elmúlt években folytatott csatornaépítések kritikai elemzése. Vízmű Panoráma. 1996. IV. Évfolyam. 1. Szám.
- [8] Hidroinvest Mérnöki Szolgáltató kft.: Tanulmány, a magyar vízi-közművesítés helyzetéről, különös tekintettel a vízepítésre és a csőanyagokra. Nyíregyháza. 1993. Június.
- [9] Bulkai Pál: Műanyag cső a víz – és csatornahálózatban. Vízmű Panoráma. 1994. II. évfolyam. 2. Szám.
- [10] Farkas László: A cél -, címzett állami támogatási rendszer működésének tapasztalatai az Állami Számvevőszék vizsgálatai tükrében. Vízmű Panoráma 1995. III. Évfolyam. 4. Szám.
- [11] Kiss Emese – Mészáros Pál: A közműberuházások jövője. (A XIII. Dunagáz Szakmai Napok 2005. Konferencián elhangzott előadás összefoglalása.) Vízmű Panoráma. XIII. évfolyam. 2005/4. Szám. Július.
- [12] Dr. Thamm Frigyes: Az anyagszerkezet és a feldolgozási technológia hatása a kemény polietilén csövek üzemi viselkedésére. KPE Cső Konferencia és Kiállítás 1993. Április 29-30. Ráckeve. Kiadvány



[13] Fülöp Roland – Kiss Emese – Mészáros Pál: Csövek, kötésechnikák és technológiák a földbe fektetett vízi közművek hálózataihoz. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2009.

[14] Dr. Fáy Csaba – Kiss Emese – Mészáros Pál – Dr. Solti Dezső: Kis települések szennyvízgyűjtő rendszerei. K+F kiadvány. Kézirat. M+T Kkt. Budapest, 1999.

[15] Szablya Ferenc: Csatornázás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.

