

NAGYÁTMÉRŐJŰ IVÓVÍZVEZETÉK JAVÍTÁSOK A FŐVÁROSI VÍZMŰVEK ZRT. ÁLTAL ÜZEMELTETETT CSÓHÁLÓZATON, KÜLÖNLEGES TECHNOLÓGIÁKKAL

HORNYÁK RUDOLF
osztályvezető,
Hálózatüzemeltetési osztály
HERCZEGH ZOLTÁN
osztályvezető, Üzemfenntartási osztály,
Fővárosi Vízművek Zrt.

Bevezetés

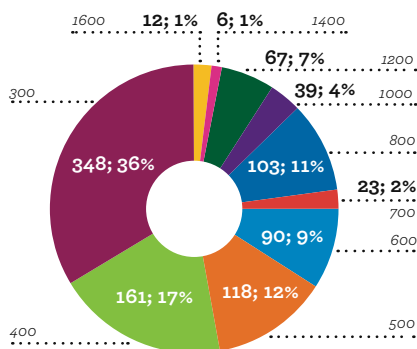
A Fővárosi Vízművek Zrt. által üzemeltetett 5400 km-es ivóvíz-hálózat kb. 18%-át soroljuk nagyátmérőjű főnyomó, illetve gerincvezeték kategóriába, amelyek a gépházak és a medencék közötti kapcsolatot, illetve a főnyomó vezeték közötti átkötések szerepét töltik be. Ezen vezetékszakaszok csőátmérő, csőanyag, életkor, vezeték hossz kapcsolatát mutatják be az 1-3. ábrák.

A Fővárosi Vízművek majd százötven éves tapasztalattal bír a parti szűrés elmélete, üzemeltetése és kiépítése területén. A hatalmas méretű csövek több mint kétszáz kilométeres hossza, a járható és teltszelvényű alagutak, a Duna ágai alatti – számos esetben a Duna fenekére fektetett – főnyomó vezetékek, valamint a feszített beton anyagú nyomócsövek tömeges jelenléte mind-mind különleges ismereteket igényel.

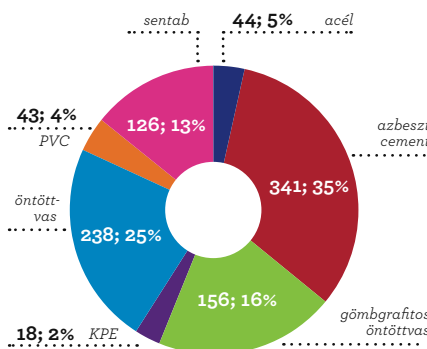
DN 1200 mm-es göv. anyagú főnyomó vezeték a Duna-meder alatt, 2012 júliusában a XI. kerület Orlay utcában, a DN 1000 mm-es, szintén sentab anyagú főnyomó vezeték történt nagymértékű csőtörés. A DN 1000 mm-es vezeték a Pázmány Péter rakparton, a Petőfi és a Rákóczi hídon keresztül a pesti főnyomó vezetékkel teremt kapcsolatot, és szerepet játszik a Barlang-, illetve a Gruber-medence töltésében.

Az Orlay utcában meghibásodott vezeték sentab anyagú, amely a feszített vasbeton

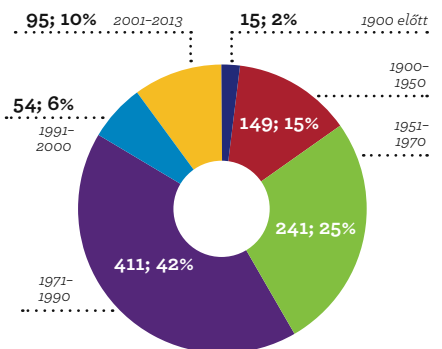
1. ábra
Nagyátmérőjű főnyomó- és gerincvezetékek megoszlása átmérő szerint (km; %)



2. ábra
Nagyátmérőjű főnyomó- és gerincvezetékek megoszlása anyag szerint (km; %)



3. ábra
Nagyátmérőjű főnyomó- és gerincvezetékek megoszlása életkor szerint (km; %)



Építési idejüktől, környezeti körülményektől, anyaguktól függően a csővezetékek állapota eltérő. A 2000-es évek elején sorozatban jelentkező nagyátmérőjű csőtörések és a vezetékállapot-felmérési eredmények alapján 2004 és 2011 között Társaságunk a kockázatosabbnak ítélt vezetékszakaszok egy részét felújította.

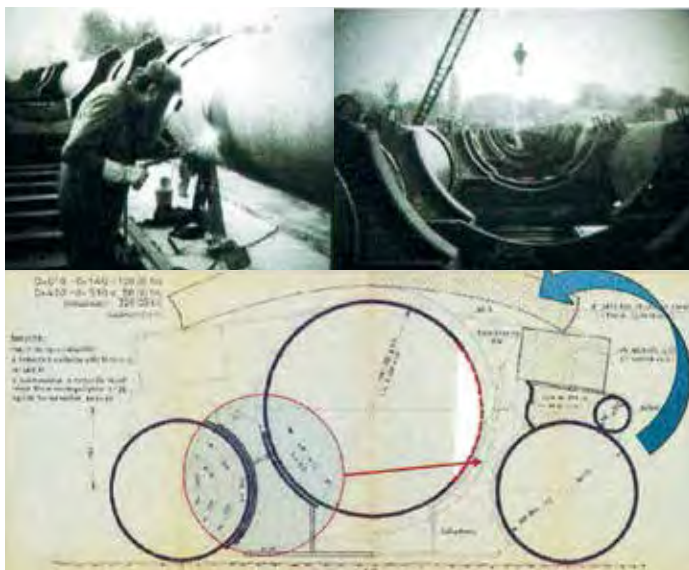
2010 májusában a Csepeli víztermelő terület és a Budafoki gépház, valamint a Gruber-medence között közvetlen kapcsolatot teremtő

rendszerű nyomócső víziközmű szakmában elterjedt elnevezése, mert az Európában ilyen eljárással gyártott csövek döntő többsége ezen gyártási rendszer szerint készült. Ebből az anyagtypusból az 1968 és 1993 közötti időszakban fektetett vezetékekből a Fővárosi Vízművek Zrt. jelenleg 126 km-t üzemeltet. A vezeték anyaga, speciális elhelyezkedése miatt mindkét esetben rendhagyó, különleges technológiával valósult meg a sérülések javítása.

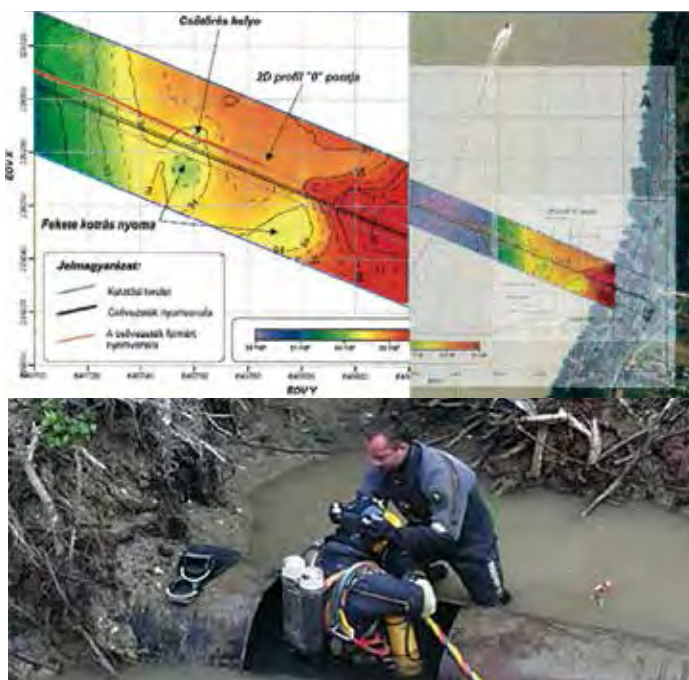
DN 1200 mm-es vezeték javítása a Duna-meder alatt Mederkeresztezések

A Fővárosi Vízművek Zrt. által üzemeltetett ivóvíz nyomóhálózaton a Csepel-szigeti termelő területekről négy helyen került kiépítésre Duna-meder alatti átvezetés. A Csepel és Budafok közötti DN 1200 + 2x800 mm-es vezeték mellett két darab DN 600 mm-es vezeték húzódik a meder alatt Érd irányába, illetve 1 db DN 1000 mm-es és két darab DN 800 mm-es vezeték a pesti oldal irányába. A vezetékek anyaga göv., illetve acél.

A Csepel és Budafok közötti vezetékrendszer 1975-ben lefektetett három párhuzamos, egymással fixen összeerősített, 1 db DN 1200 mm-es gömbgrafitos öntöttvas és 2 db DN 800 mm-es acélvezetékéből áll 480 méter hosszban a Duna medrében átvezetve, amelyből a DN 1200 mm-es



4-5-6. ábra - A '70-es évek építéstechnológiája és a vezetékrendszer felépítése



7-8. ábra - Hibahely meghatározás bűvörös merüléssel a Duna meder alatti DN 1200 mm-es csővezetékben

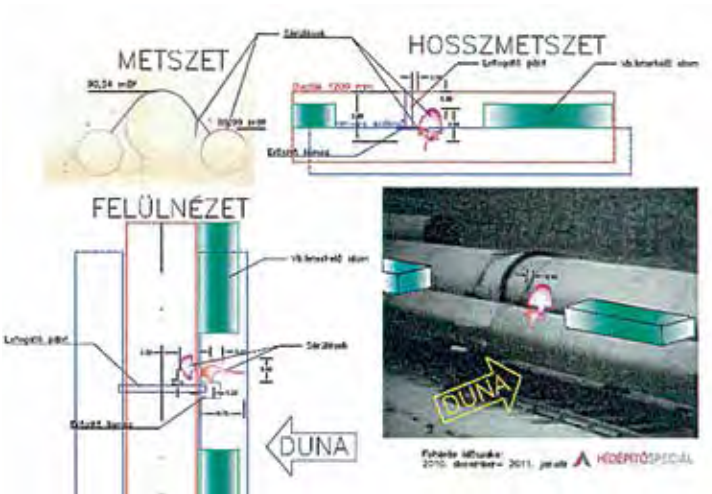
vezeték üzemelt, a másik két DN 800 mm-es vezetékét tartalékként, kizárva tartottuk. A 4-6. ábrák a korabeli építéstechnológiát és a vezetékrendszer felépítését mutatják be.

Meghibásodás

A Csepel és Budafok között csőhálózati kapcsolatot teremtő DN 1200 mm-es Duna meder alatti vezetéken 2010. május 31-én nagymértékű vízfolyás jelentkezett. A meder alatti vezeték kiszakaszolása megtörtént, amelyet többirányú vizsgálat és mérés követett a hibahely beazonosítása, a hiba jellegének meghatározása, a teljes meder alatti vezeték szakasz állapotának felmérése és a hibajavítás lehetőségeinek meghatározása



9-10. ábra - Csőfal héjkitörés és Duna meder felöli víz- és hordalék bemosódása



11. ábra - Duna meder felöli külső palástjavító-idom felhelyezésének tervei

érdekében. A vezetékzárások során megállapítottuk, hogy az északi DN 800 mm-es vezeték is sérült. A déli DN 800 mm-es vezetékét nyomáspróba, fertőtlenítés, öblítés és jó vízmintaeredmény után sikerült üzembe helyezni, így létrejött a Csepel és Dél-Buda közötti vízellátási kapcsolat. Geofizikai műszeres vizsgálatokkal és búvármerülésekkel (a Duna felől, illetve a csővezetékbe) meghatározásra került a pontos hibahely és a hiba jellege.

Kiderült, hogy a javíthatóság eldöntéséhez a hibahelyet (csőfalhéj-kitörés) palástjavító bilincssel le kell zárni a cső külső felületén. Mindezt annak érdekében, hogy a Duna-meder felőli víz és hordalék bemosódását elzárjuk, a cső belső keresztmetszetét megtisztíthassuk a hordaléktól, illetve elvégezhesük a további állapotfelmérést és a végleges víz- és nyomásálló belső javítást.

A soron következő lépés a Duna-meder felőli külső palástjavító idom felhelyezése volt a sérült DN 1200 mm-es vezetékre. Ezt követte a csőbelső kitaraktatása és a további állapotfelmérések az eddig nem bejárható vezeték szakaszokon, hogy a javítási, felújítási, illetve kiváltási lehetőségek közül mind műszakilag, mind gazdaságilag legmegfelelőbb kiválasztása megalapozott legyen.

A döntés az alábbi szempontok szerint került meghozatalra:

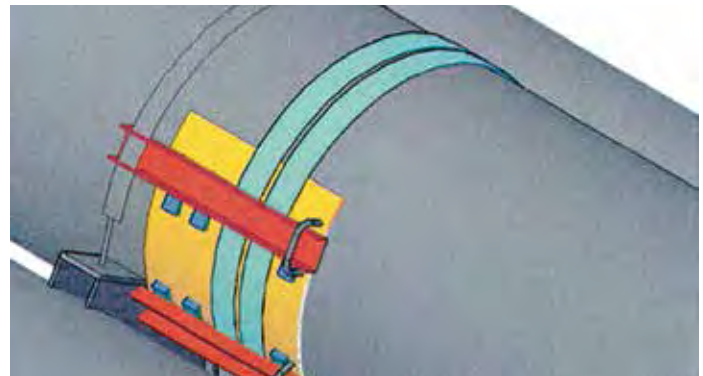
- Szükség van a két part közötti hálózati kapcsolatra?
 - Fontos szerep a Dél-Budai régió vízellátásában és a Gruber-medence töltésében > *Szükség van!*
- Javítás vagy új vezeték?
 - Bármilyen felújítás vagy új vízcső kialakításának költsége (irányított fúrás, microtunelling stb.) több mint tízszerese a javításnak > *Javítás!*
- Kockázatok?
 - Javítható? (Elmozdulás, állékonyság, hiba máshol is?)

A kockázatok értékelésénél fontos volt annak megállapítása, hogy mi lehetett a meghibásodás oka. Az elvégzett anyagtanú vizsgálatok megállapításai mellett fontos az a tény is, hogy a sérülés időszakában egy bolgár felségjelzésű uszály elszabadult a csepeli szabadkikötőből, és a horgonyával végigszántva a medret csak a mederkeresztelés alatt sikerült megállítani. A nagymértékű csőhéjkitörést okozhatta az elszabadult uszály horgonya is.

Javítástechnológia

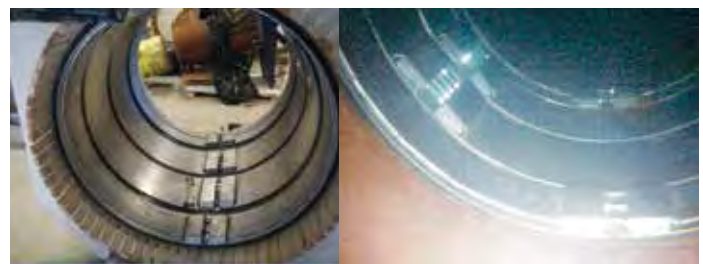
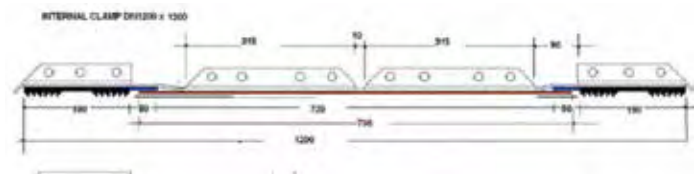
A hiba feltárása és felmérése után több javítási technológiát is vizsgáltunk. A Duna-mederben nem volt lehetséges a külső javítás elsősorban a hármás (DN 800/1200/800) csőköteg miatt. A vezetékek közötti minimális távolság, valamint a vezetékek leterhelési technológiája és a meder gyors visszatöltődése miatt a külső javítás nem megoldható. A körülmények ismerete alapján egyedüli megoldásnak a belső javítás lehetősége merült fel.

A belső javítástechnológiák kiválasztását nagyban korlátozta az adott helyzet körülményei, amelyek alapján a munkát a Duna medrében a parttól kb. 150 méterre kell elvégezni, a vezeték Duna-vízzel telített, annak víztelenítése nem megoldható. Az egyetlen alkalmazható technológia a belső gumimandzsettás javítóidommal történő javítás. Ezt a technológiát több cég is forgalmazza, de az adott mérettartományban adott körülmények közötti megfelelés jelentősen leszűkítette a lehetséges javítóidom-palettát. A technológia lényege, hogy a cső belső falára egy gumipalást, úgynevezett kámza kerül, amelynek szélein vízzárást biztosító gumibordák vannak. A kámza, illetve a bordázat kifeszítését acélgyűrűk biztosítják, amelynek megfeszítését csavarkötéssel lehet végrehajtani.



12. ábra - A megerősített külső, meder felőli takarási módszer vázlata

Az alkalmazott javítási folyamat a vezetékek mederben történő feltárással kezdődtek. A vezeték körüli mederágyzat eltávolítása után, a DN 1200 mm-es göv. ivóvízvezetékén keletkezett lyukadás külső lezárása következett. A külső lezárásnak elsődleges célja a munkálatokhoz elengedhetetlenül szükség „munkakörülmények” megteremtése, vagyis hogy a lyukon keresztül történő hordalékmozgást kiküszöböljük és a belső javítóidom mederoldali védelmét biztosítsuk a külső behatások ellen (pl. hordalék). Másodlagos feladata, hogy a belső javítóidomra ható erők elnyelését elősegítse, vagyis adjon a belső idomnak egy bizonyos megtámasztó funkciót. A külső takarólemez és a belső javítóidom közötti tér „Adeca” fémalanyagú tömítőanyaggal lett kitöltve.



13-14-15. ábra - A belső javítóidom terve és végső kialakítása

Az első esetben, 2011 szeptemberében felhasznált belső javítóidom a nyomáspróbát nem állta ki. A külső lezárás nem illeszkedett teljes mértékben a sérült felületre, a fellépő erők hatására megmozdult, hordalék ékelődött a lemez és a csőfal közé, a gumipalást megnyúlt és „utat talált” a „kitüremkedéshez”, majd kb. 6-8 óra után kiszakadt.

Az előző technológiai lépéseket és a külső körülményeket hosszan elemezve, a gyártóval, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemmel és a kivitelezésre szerződött külső vállalkozókkal folytatott konzultációk után kifejlesztésre, megtervezésre került egy újabb, megerősített külső, meder felőli takarási módszer.

A belső javítóidom végső kialakítását folyamatos konzultációk előzték meg. A korábbi sikertelen idombeépítés tapasztalatait felhasználva,

a végső idom kialakítása során egy 4 mm vastag acéllemez került a gumikámzsa és a csőfal közé. Az acéllemez feladata a víznyomásból eredő erőhatásokat felvétele. A korróziós folyamatokkal szemben a lemez gumiborítással védett. 800 mm-es helyett 1200 mm széles takarófelülettel kalkuláltunk, a gumikámzsát 2 db középső és 2 db szélső feszítőgyűrű biztosítja, vagyis sűrűbb lett a kiosztás.

Szerelés

A medercső sérülése a Duna-folyamban, a csepeli mederoldaltól kb. 150 méterre keletkezett a DN 1200 mm-es göv. ivóvízvezetéken. A keletkezett sérülés egy 560 mm×460 mm nagyságú tulajdonképpeni lék a csőfalban. Ilyen jellegű és mértékű meghibásodásra sem bevált javítási gyakorlat, sem már kipróbált javítóidom nem létezett. További problémát és kockázatot jelentett, hogy a sérülés környezetének állapotfelmérésére nincs elérhető technológia, illetve megfelelő műszer. Ennek hiányában nem tudtuk teljes mértékben megállapítani, hogy nincs-e a keletkezett sérülés közvetlen környezetében esetleges hajszalrepedés vagy anyaggyengülés.

A kivitelezési és javítási körülményeket nehezítette, hogy az adott helyen a Duna sodrása jelentős, a bűvároknak folyamatos medervisztatöltődés mellett, minimális, szinte zéró látótávolságban, gyakorlatilag vakon kellett dolgozniuk. A munkát sokszor nehezítette, illetve akadályozta a Dunán levonuló árvizek és a téli jégzajlások. A belső bűvármunkákat szintén többször ellehetetlenítette a Duna mozgása, mivel max. 350 m-es Vigadó téri vízállás mellett lehetett bejutni a vezetékbe.

A fentieket figyelembe véve jelentős időt kellett fordítani a javítóidom gyártója, a külső vállalkozók, a megrendelők és a BMGE közötti műszaki konzultációkra és adatgyűjtésekre. Az alapos előkészítések ellenére a javítás technológiája számos kockázatot rejtett, részben a javítás körülményei, részben a csőállapotáról adódó bizonytalan tényezők miatt.

Az előzetes mederkotrás és a mederben történő munkaterület kialakítása után a megerősített külső megtámasztás felhelyezése sikeresen megvalósult. A munkálatok közben a vezetékben lévő hordalék eltávolítását is elvégezték a szakemberek. A belső javítóidom gyártása után a szerelők a gyártó cégnél gyakorlati oktatásban részesültek Hollandiában.

Az idom szárazon történő sikeres nyomáspróbája után 2013 májusában a beszerelés megtörtént. A hosszan tartó, 2013. júniusi árvíz levonulása és a munkaterület helyreállítása után megkezdődtek a nyomáspróba történő előkészületek. A nyomáspróba több lépcsőben, vízvesztésmérő autóval, nagy érzékenyséű vízmérő és TRAREC-műszer folyamatos alkalmazásával valósult meg.

A sikeres nyomáspróba befejeztével a partoldali vezeték és csomópontok kiépítése is megtörtént. A vezeték kiépítésének befejeztével fokozott fertőtlenítésre és többszöri átöblítésre volt szükség, hogy a vezetékben található hordalék és lerakódások eltávolítása teljes körűen megtörténjen. Sikeres vízmintaeredmény után a vezeték üzembe helyezése 2013 októberében valósult meg.



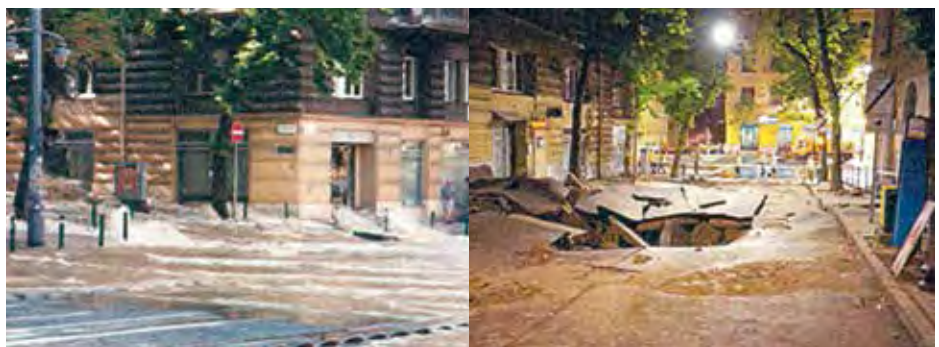
16-17. ábra - Partoldali vezeték és csomópontok kiépítése, a sikeres nyomáspróbát követően

Közreműködők

- Mederkotrás, külső bűvármunkák, külső oldali lezáró idom gyártása és felszerelése: Hídépítő Speciál Kft.
- Belső bűvármunkák, csőbelső felmérés, takarítás, belső javítóidom beépítése: Szökőár Bűvár, Alpinista és Építő Kft.
- Belső javítóidom, gyártó: AVK; hazai forgalmazó és szaktanácsadó: Euroflow Zrt.
- Anyag-szerkezet-tani vizsgálatok, műszaki-statikai véleményezések: BMGE Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Az Orlay utcai DN 800 mm-es cső rekonstrukciója Előzmény

Az ivóvíznyomócső sérülése 2012. július 1-jén, 16:45-kor történt a főváros XI. kerületében, az Orlay utca 3. szám előtt. A sérült cső 1979-ben üzembe helyezett DN 1000 mm átmérőű, sentab anyagú vezeték. A csőtörést ideiglenes jelleggel acélvezetékkel helyreállítottuk, de a vezeték nem helyeztük üzembe. A geotechnikai szakvélemény szerint az építéskor bennhagyott szádlemez elmozdult, megnyomta a DN 200 mm-es vezetékét, a kiáramló víz pedig elmosta a DN 1000 vezeték ágya-



18-19. ábra - DN 1200 mm átmérőű, sentab anyagú ivóvíz nyomócső sérülése

zatát, így az egyenlőtlen alátámasztás miatt a DN 1000 sentabtok szétrobbant. A szádlemez elmozdulásának oka, hogy az útalap közvetlenül rá volt betonozva, és a hőtágulás is befolyásolta.

Társaságunk haladéktalanul megkezdte a lehetséges rekonstrukciós eljárások összegyűjtését, a kiviteli tervek elkészítésével pedig megbíztuk a Pest-Terv Kft.-t. Mivel a csőtörés során az elosztóvezeték is megsérült, annak felújítása is a feladat részévé vált. A kiviteli tervek a Kelenhegyi gépház és a Műgyetem rakpart közötti szakaszra készültek el. Az egyeztetések során a feladatot ütemekre bontottuk, ennek eredményeként az I. ütem a Kelenhegyi gépház és a Bartók Béla út közötti szakaszt foglalta magába.

Kivitelezés

A választott műszaki megoldás mindkét vezeték esetén a No-Dig (kitakarás nélküli) technológiára esett. Ezen típusú eljárás során csak indító és fogadó gödrök kiásása szükséges, valamint a bekötéseknél kell munkagödört kialakítani az elosztóvezeték csatlakozási pontjainál. A csővezeték-építéssel nem közvetlenül kapcsolatos feladatokat (burkolatbontás és helyreállítás, földmunka végzése, dúcolás, forgalomtechnika kialakítása) a közbeszerzési eljárás során kiválasztott, megfelelő referenciákkal rendelkező vállalkozóval közösen végeztük el (az I. szakasz estében ez a Pulzus Kft. volt).

Első lépésként az érintett fogyasztókat értesítettük közvetlenül és a média által. A szükséges engedélyek birtokában megkezdődhetett a kivitelezés. Az ideiglenes vízellátás biztosítására a felszínen HDPE-vezeték fektettünk a járdaszegély mellé, és a rövid vízhiányos idő alatt érintett fogyasztókat átkötöttük a vízmérő aknákban.

Először a DN 1000 mm-es sentabvezeték Mátyóki utca és Bartók Béla út közötti szakaszán kezdtünk dolgozni, ahol a közel 200 fm hosszú szakaszon összesen három munkagödört alakítottunk ki. Az ún. „járható” vezeték szakasz miatt a tényleges állapotfelmérésre szakember és videokamera együttes alkalmazásával került sor. Megmértük a fektetés és a nyilvántartás összes ellenőrizendő adatát, ugyanis az alkalmazásra kerülő Ductus ZMU DN 800 GGG csőanyag és a DN 1000 mm-es sentabvezeték „gyűrűs” tere (új vezeték külső és régi vezeték belső átmérő) között csak 20 mm állt rendelkezésünkre. Az első száz méteren ez semmilyen gondot nem okozott. A sikeres első behúzást követően a domborzati viszonyok által biztosított előny (lejtés) kihasználására úgy döntöttünk, hogy a teljes Orlay utcát egy szakaszban húzzuk be. Ezért a behúzó berendezés átkerült a Bartók Béla úti munkagödörbe.

A csőtörés közepéig nem volt jelentős probléma a behúzással. A már említett szűk gyűrűstér miatt azonban a javításnál – ráását követően – „meg kellett skalpolni” az acélvezeték, azaz a felső félcsövet levágtuk, így a teljes szakaszon akadálytalanul behúzhatóvá vált a vezeték, amelynek – érdekes képpel – csak az önsúlya 55 tonna volt.

A második ütemben a Kelenhegyi út és a gépház közötti szakasz került kivitelezésre, az előzővel megegyezően az ideiglenes vízellátás biztosítása után a dombtetőn történő anyagleadás mellett, „lejtmenetben” húztuk be a szakaszt. Az utolsó szakasz felújítása során volt szükség a legtöbb helyszíni kreativitásra, ugyanis a sentabvezeték nyomvonal nem tette lehetővé a tervezett, egy szakaszban történő behúzást. Nyíltárkos és No-Dig-technológia együttes alkalmazásával került kialakításra a hidrológiailag és üzemtanilag legkedvezőbb csőfektetés. A behúzások elkészültét követően elvégeztük a csomóponti szereléseket, nyomáspróbát, fertőtlenítést és öblítést, majd a sikeres vízmintaeredményeket követően a vezeték üzembe helyeztük.

A feladattal egy időben a HDPE D160 mm-es SDR11 elosztóvezeték tompahegesztéssel csatlakoztattuk. A DN 800 mm-es vezetékkel azonos szakaszokon húztuk be az egyes elosztóvezetéseket a gerincvezeték munkákat követően. Az elkészült, felújított csövet nyomáspróbáltuk, fertőtlenítettük, öblítettük és megfelelő vízmintát követően visszakötöttük a fogyasztókat a hálózatba. A rekonstrukciós munka zárásaként a burkolat helyreállítására és az eredeti forgalmi rend kialakítására került sor.

Összefoglaló

A Fővárosi Vízművek Zrt. a nagytérű vezeték rekonstrukciója során nem először alkalmaz különleges technológiákat. A 2003 és 2007 között eltelt időszakban közel 45 km vezetékét újítottunk fel különféle No-Dig-technológiákkal. Bár az azóta eltelt idő csupán egy évtized, bizakodásra ad okot, hogy sehol sem kellett a felújított szakaszon javítani, azaz elmondhatjuk, hogy a No-Dig-eljárások során alkalmazott anyagok és technológiák felveszik a versenyt a hagyományos felújításokkal. Továbbra is fontos tényező azonban a kivitelezési technológiai fegyelem és az ellenőrzések, mivel itt minden esetben eltakarásra kerülő munkákról beszélünk. A csapatmunka mindkét leírt esetben jól vizsgázott, a több külső vállalkozót és Társaságon belül is több szervezeti egység összehangolt munkáját igénylő feladatok sikeresen lezárultak.

A Fővárosi Vízművek Zrt. a felújítás során szívesen alkalmaz bevált műszaki megoldásokat, de az ajánlatok során kapott műszaki megoldások előnyeit, esetleges hátrányait gondosan mérlegelve, nem habozik új eljárásokat kipróbálni, amennyiben az költséghatékony is, illetve összességében előnyösebb a hagyományos módszereknél.

A Fővárosi Vízművek Zrt. a felújítás során szívesen alkalmaz bevált műszaki megoldásokat, de az ajánlatok során kapott műszaki megoldások előnyeit, esetleges hátrányait gondosan mérlegelve, nem habozik új eljárásokat kipróbálni, amennyiben az költséghatékony is, illetve összességében előnyösebb a hagyományos módszereknél. A sentab anyagú vezeték rekonstrukciója folytatódik a következő években is, ugyanis az üzemeltett 126 km ilyen anyagú vezeték az életkor növekedésével egyre növekvő üzemeltetési kockázatot jelent. A rekonstrukciós sorrend meghatározása viszont komoly előkészítő feladatot igényel. Nagyon fontos olyan eszközök, alkalmazások és technológiák felkutatása, kipróbálása és alkalmazása, amelyekkel ezen csőtípus állapotfelmérése jó műszaki eredményeket hoz és amellyel, hogy költségtakarékos, ezen eredmények segítségével megalapozott döntéseket lehet hozni a rekonstrukciók ütemezéséhez.



20. ábra – Az érintett fogyasztók közvetlen tájékoztatása



21-22. ábra – Munkagödör kialakítása és az új vezeték szakasz állapotfelmérése kamerás vizsgálattal

LEFEDETSÉGBEN JÓK VAGYUNK...



...ÉS ÁT IS LÁTJUK A RENDSZERT.

Controlsoft - A szakértő rendszerintegrátor a szoftvertervezéstől a villamos generálkivitelezésig. Több mint 60 magasan képzett mérnök, tervező és szoftverfejlesztő dolgozik nálunk azért, hogy az Ön rendszere hibátlanul működjön a határokon innen és túl. Teljes körű megoldásokat nyújtunk a víziközmű ágazatra, de minden másban is otthon vagyunk, legyen szó öntöde automatizálásról vagy autóiipari rendszerek optimalizálásáról.