X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

VÁKUUMOS SZENNYVÍZELVEZETŐ-RENDSZEREK ÜZEMI TAPASZTALATAI

Fábry Gergely

Abstract

In any town there are basically three technical versions of collecting and transporting sewage to a wastewater treatment plant: either with the help of **gravity**, **pressure**, or **vacuum**. Compared to traditional gravity sewage collection **vacuum sewerage system** offers an advantageous alternative in installation and in operation as well especially on flat terrain with high groundwater table (at least the half of the villages in Hungary). Due to its economic and environmental advantages altogether more than 1600 km long vacuum sewerage system pipework has been built in about 50 towns in Hungary in the past 12 years. Operating a vacuum sewerage system differs from traditional gravity systems. In this presentation we are going to explain how to best operate and maintain vacuum sewerage systems.

Összefoglaló

A településeken keletkező szennyvizek vezetékes hálózat segítségével történő gyűjtésére és tisztítótelepre való továbbítására alapvetően háromféle technikai lehetőség kínálkozik: a **gravitációs**, a **nyomás alatti** és az utóbbi évtizedekben reneszánszát élő **vákuumos** technológia.

A **vákuumos szennyvízelvezetés**, különösen síkvidéki, magas talajvízszinttel megáldott településeken (Magyarország településeinek legalább fele) kedvező alternatívát nyújt a hagyományos gravitációs szennyvízgyűjtéssel összehasonlítva. Ezen településeken gravitációs csatornát csak az ideálshoz képest jelentős gazdasági, környezetvédelmi és műszaki hátránnyal lehet létesíteni és üzemeltetni. Az elmúlt 12 évben a környezeti és gazdasági előnyök következtében Magyarországon közel ötven településen 1600 km hosszúságban épült vákuumos szennyvízelvezető-rendszer, melyből körülbelül 800 km a vákuum gerincvezetékek hossza. Az előadásban arra kívánunk koncentrálni, hogy célszerűen mire kell felkészülnie, odafigyelnie az üzemeltetőnek az építkezés illetve az üzemeltetés során.

Az első Iseki vákuumos szennyvízelvezető-rendszert Magyarországon 1994-ben helyezték üzembe, napjainkban pedig már 50 településen üzemel.

A vákuumos szennyvízelvezető-rendszerek üzemeltetése sok tekintetben eltérő vonásokat mutat a korábban létesített, alapvetően gravitációs csatornahálózatok kialakult üzemeltetési gyakorlatától. A vákuumos technológia jellegéből fakadóan számos olyan műszaki, hidrodinamikai ismeretet feltételez, amely csak ezen rendszerek sajátossága. Az üzemvitel igényesebb, preventív szemléletmódot kíván meg. Alapelve, hogy a vákuumos hálózat tervezését és kivitelezését csak nemzetközi tapasztalatokkal és az erre kiadott egységes rendszerre vonatkozó Alkalmazási Engedéllyel rendelkező rendszergazdák közreműködésével lehet megvalósítani. A technológia az építésre és üzemeltetésre vonatkozó részletes rendszergazdai előírások pontos betartása esetén arra felkészült üzemeltető által kiválóan működtethető.

Most arra kívánunk koncentrálni, hogy célszerűen mire kell felkészülnie, odafigyelnie az üzemeltetőnek az építkezés illetve az üzemeltetés során.

Felkészülés az üzemeltetésre

Az üzemeltető gyakorlati szakemberei vegyenek aktívan részt a beruházás folyamatában. Ismerjék meg a technológiát, a kiviteli terveket és kövessék naprakészen a kivitelező tevékenységét. A legfontosabb elméleti és gyakorlati ismereteket sajátítsák el.

A hálózattal szemben támasztott követelmények

Hálózati séma

Az építés során az egyik legfontosabb szabály az, hogy a vákuum csővezeték liftek közötti szakaszaiban „kontraesés” nem lehet. Pontosabb csőfektetésre van szükség mint a nyomás alatti szennyvízelvezetés esetén. A vezetékek esése a tervezett magassági vonalvezetés jellegétől semmilyen körülmények között sem térhet el. Az esetleges eltérések visszaáramlást nem okozhatnak. Az általában 0.2% esésű KPE csővezeték árokfenék esési viszonyait lézerszintező segítségével kell kialakítani. A csövek alatti és melletti talaj összetételére és tömörségére gondot kell fordítani. Görbült csöveket nem szabad beépíteni. Az eleve hibásan beépített, illetve a nem megfelelő ágyazat miatt később kialakult ellenesésű szakaszokban összegyűlő szennyvíz később a rendszer „teljes vízdugósodásához”, ezáltal ágvégi vákuumhiányhoz vezethet.

A polietilén vákuum hálózatot a légtömorség ellenőrzése érdekében vákuum (vagy nyomás) próbának kell alávetni.

A kivitelezés során független geodéta végezze a nyílt árkos bemérést, és a hagyományos megoldástól eltérően a megvalósulási terv tartalmazza a vákuumvezeték hossz szelvényét is. Ezt hidraulikailag is ellenőrizni kell.

Az aknákkal szemben támasztott követelmények

A vákuumszelep aknák és a beléjük vezető gravitációs bekötő vezetékek és szuszogó csövek egyenletes lejtésben vízzáró kivitelben készüljenek. Az aknák fedlapszintjének kialakításánál el kell kerülni a felszíni vizek befolyásának lehetőségét.

A szelepaknák vízzáróságát ellenőrizni kell. (Az aknát a fedél alatt 500 mm-ig fel kell tölteni vízzel. A megengedett vízvesztéseget a szabvány szerint számolni kell.) Az akna gyűjtőtérfogata a napi átlagos szennyvízhozam 25%-át haladja meg, hogy üzemszünet esetén se kerülhessen sor előntésre. Mélyfekvésű ingatlanon, illetőleg szuterénben elhelyezkedő kibocsátót csak megelőző jellegű műszaki intézkedéssel lehet az aknára kötni, hogy üzemszünet esetén elkerüljük az épületen belüli előntést.

A szelepakna szellőzését úgy kell megoldani,

Gyűjtőakna

hogy abba a szelep nyitásakor lehetőleg ne kerüljön közvetlenül nagy mennyiségű hideg levegő, de ugyanakkor a házi csatornarendszerből se kerüljön a bűzzár leszívásra. A szelepaknákat és a gravitációs vezetékeket az építés után még a szelep beszerelése előtt ki kell tisztítani, a törmelékéket gondosan el kell távolítani. A szelepbeszerelést a rendszergazdai utasítások szerint kell végrehajtani és ellenőrizni. Célszerű minden egyes szelepaknára felfektetni egy adatlapot, amelyen a végrehajtott ellenőrzéseket névvel, dátummal el kell látni. Az adatlap a későbbi üzemeltetés során is végigköveti a hibaelhárítási, karbantartási eseményeket s a műszaki kiértékelések hasznos támogatója lesz.

A vákuumgépház tesztelése, vizes üzempróbák

A vákuumgépház működési filozófiáját, reteszfeltételeit, automatikus újraindulását és funkcionális működését a rendszergazda előírásai szerint vizes üzempróbákkal ellenőrizni kell. Az üzemi szivattyúk, vákuumszivattyúk mellé 100% automatikusan üzembe lépő beépített rásegítő, illetve melegtartalék szivattyú kapacitás kell. Alacsony vákuumértékre, üzemzavarra, áramkimaradásra a filozófia szerint kialakított idők leteltével távjelzésű (telefon, URH) riasztórendszer kell figyelmeztessen. A modern vákuumrendszerekbe beépített öngyógyító program működését is ellenőrizni kell.

A vákuumpróbák, víztartáspróbák és gépház tesztelések után kerül sor a korrekt víz-levegő arány beállítására, a szelepek behangolására. Ezt mindig a gépházról az ágak vége felé elindulva kell végrehajtani egy-egy ágon folyamatosan. Az ágvégi szelepeknél biztosítjuk a hosszabb levegőidőt értelemszerűen.

Ezt követően kerülhet sor az ún. ágvégi vizes üzempróbára, melynek során a lehető legrosszabb üzemállapot, a távvezetékként való működtetés kerül kipróbálásra az ágvégi vákuumérték egyidejű regisztrálásával.

Szennyvizes próbaüzem

Amikor a rendszer minden tesztnek megfelelt és kellő számú jelentkező van (célszerűen áganként 50%), el lehet kezdeni a házi csatornák rákötését. A házicsatornák telken belüli szakaszait szakkivitelező készítheti az üzemeltető felügyelete mellett, annak előírásait betartva. A telken a tisztítónyílást úgy kell kialakítani, hogy az szellőzőként is, valamint esetleges mintavételi helyként is szolgáljon. A bekötések előre fordítása után általában sajnos elkerülhetetlen, hogy azokból újabb törmelékek kerüljenek a rendszerbe átmenetileg növelve a szelepfelakadások lehetőségét. Ezért a bekötést követően az érintett aknákat újból ki kell tisztítani.

DN 90 mm Iseki vákuumszelep

Az üzembe helyezett rendszer sajátosságairól célszerű lakossági fórumot tartani, ahol többek között tájékoztatni kell a felhasználókat arról, hogy milyen szennyvíztől idegen anyagokat (sütőolaj, rongy, háztartási hulladék, betét, eldobható pelenka, építőanyag maradék, törmelék stb.) nem illik a szennyvízelvezető-rendszerbe bejuttatni, milyen műszaki következménnyel járhat ezek bejuttatása akár a hálózat, akár a szennyvíztisztító telep hatékony működésére nézve. Fel kell hívni a figyelmet arra is, hogy amennyiben véletlenül mégis sor került valamilyen idegen anyag bejutására, a legjobb amit tehetnek, hogy azt haladéktalanul telefonon közlik az üzemeltetővel, aki ha szükséges, ilyenkor célirányosan tud intézkedni.

Üzemeltetési stratégiák

A vákuumos szennyvízelvezető rendszerek automatikus üzeműek, állandóan jelenlévő kezelőszemélyzetet nem igényelnek. Természetesen az adatátviteli rendszer segítségével az ügyeletes elérhetőségéről gondoskodni kell üzemzavar esetére. Ez viszont nem jelenti azt, hogy ne lenne szükség rendszeresen karbantartásra és hibamegoldásra, elhárításra.

Az üzemeltetést alapvetően kétféle filozófiával lehet végezni. Az első megközelítése az, hogy a rendszer automatikusan üzemeljen, és majd ha hiba van valahol, akkor azt majd kijavítjuk. (Tisztelet a kivételnek, hagyományosan ez a gyakorlat.) A második megközelítése a hibák tervszerű megelőzésén alapul, amikor is nem engedjük meg a hibákat kialakulni, rendszeresen értékeljük és

szervizeljük a rendszert, ezáltal optimális üzemállapotban tartjuk. Ezen esetben minimális hibaszámmal, optimális áramfelhasználás mellett megbízhatóan, jól működik a vákuumhálózat.

Megelőző karbantartás

Az üzemeltetés során a napi szennyvíztovábbítás, vákuum és kitápláló szivattyú üzemórák, energiafelhasználás adatait fel kell jegyezni és ki kell értékelni. Az egy köbméter szennyvíz begyűjtésére és tisztítótelepre való továbbítására felhasznált fajlagos energia mutató a rendszer egyik fontos működési jellemzője. Értéke jól megépített és üzemeltetett rendszerek esetén 0.5 és 1 kWh/m³ közötti szám, amely a rendszer méreteitől, a víz-levegő aránytól, a tisztítótelep távolságától, a topográfiai viszonyoktól és a rendszer kihasználtságától függ. Egy nagyobb, kevesebb szennyvizet forgalmazó, jellemzően „hegymeneti” rendszer távoli tisztítóművel értelemszerűen nagyobb energiafogyasztású és viszont. Megfigyelhető az is, hogy a szennyvízforgalom felfutása után a kezdeti viszonylagosan magasabb érték lecsökken és egy állandó szintre beáll.

Az üzemeltető a napi adatok nyomonkövetésével ki tudja szűrni a kiugró értékeket okozó hiányosságokat, amelyeknek nyilvánvalóan megvannak a műszaki okai, illetve kellő tájékoztatást kap egy esetleges karbantartás, újra behangolás időszzerűségéről. A gépházban elhelyezett vákuumdiagram-író is kitűnő segédeszköze a folyamatok értékelésének. Egyszerű rápillantással megállapítható, hogy egy adott időszakban volt-e idegen tárgy miatt bekövetkezett szelepfelakadás, működött-e és hányszor az öngyógyító rendszer, az átlagosnál sűrűbb volt-e a vákuumszivattyú kapcsolási száma pl. éjszakai időszakban, van-e különbség esős napszak és száraz napszak között. Ezen információknak az esetleges rendellenességek – már kezdődő fázisban való – kiszűrésében fontos szerepük van. A számítástechnika és informatika mai szintjén már lassan alapkövetelmény (ha a beruházó pénztárcája ezt lehetővé teszi), hogy a vákuumrendszereket monitoring rendszerrel és az adatrögzítést, kiértékelést elősegítő komputerrel is ellássák.

A kiforrott technológiájú modern vákuumrendszerekbe tartós, megbízható berendezéseket építenek be, amelyek viszonylag kevés karbantartást igényelnek. A tervszerű karbantartás során legalább hathavonként kerüljön sor az aknák és szerelvényeik szemrevételezésére, a gépház berendezéseinek karbantartására, évenként az akna gyűjtőterek és idomok kiöblítésére, a szuszogó tisztítására és a szelepidő beállítására az ellenőrző lista szerint. Ezt nagyobb rendszereknél forgószínpadszerűen célszerű elvégezni hetenkénti meghatározott számú akna felülvizsgálatával. Hét évenként ellenőrizni/cserélni kell a vákuumszelepek gumi alkatrészeit is.

A rendszeres felülvizsgálatokat, csakúgy mint az eseti hibaelhárításokat a szelepakna törzskönyvbe be kell vezetni. Az így összegyűlt adatok kiértékelése alapján ki fog derülni, hogy mely aknáknál számíthatunk rendszeresen „deviáns” fogyasztói magatartásra, azaz hol kerülnek be az átlagosnál nagyobb számban idegen anyagok. Az ismeretek birtokában megelőző intézkedésként további célzott, az adott kibocsátókat érintő felvilágosításokat lehet tartani, illetve fel lehet készülni az adott aknák átlagosnál sűrűbben beiktatott karbantartására.

Tipikusan ebbe a körbe tartozik a hagyományos csatornahálózatoknál is sok gondot okozó zsírosodás jelensége. Egyes vákuumos rendszereknél is megfigyelhető, hogy bizonyos aknák 63 mm átmérőjű szelepvezérlő sűrítőcsövei elzsírosodnak. Egyes településeken kb. 10%-a az aknáknak, más hálózatokban ennél nagyobb százaléka „hajlamos” a zsírdugó kialakulására a helyi víz keménységétől függően. A zsírosodás tipikusan fogyasztói szokásra vezethető vissza. Még egy településen belül is előfordul, hogy az egyik akna sűrítőcsöve egyáltalán nem vagy csak alig, a másik pedig fél évenként elzsírosodik, eldugul. Ahol pl. a frituolajat rendszeresen kiöntik a csatornába, ott különösen télen, amikor a zsír kevésbé oldódik a vízben a zsírosodással számolni kell.

Ha a sűrítőcsőben összeáll a zsírdugó, akkor a szelep az indítójelet csak magasabb szennyvízszintnél, vagy egyáltalán nem kapja meg. Ha végül kinyitott és kiszívta a szennyvizet, akkor megint kérdéses, hogy lecsúszik-e a zsírdugó és megkapja-e a szelep a zárási jelet, illetve mennyi ideig lesz nyitva. Az adott környezetben egy zsírdugós sűrítőcső teljesen fel tudja borítani a korrekt víz-levegő arányt. Ez egy alattomos hiba, mivel nehezen azonosítható és ráadásul kialakulása után az energiaigényt növeli, a rendszer egésze vákuumellátottságát pedig csökkenheti. Az aknák évenkénti tisztítása általában elegendő, de az akna törzskönyvek kiértékelése segítséget nyújt azon aknák kijelölésére, amelyekben gyakorítani kell a zsírosodás ellenőrzését és megelőző elhárítását.

Szeretnénk kiemelni, hogy a helyes üzemeltetői szemlélet ebben a kérdésben is, mint ahogy a cikk egészében igyekeztünk sugallni, a hiba megelőzésére teszi a hangsúlyt. A rendszeres megelőző jellegű karbantartás esetén az idegen tárgyak és zsírosodás miatti szelepfelakadások száma drasztikusan csökken, a rendszer egyszerűen, alacsony áramfelhasználás mellett, problémamentesen üzemeltethető. Ez a kifizetődő megközelítés, amelyet minden üzemeltetőnek javasolni tudunk.

Összefoglalás

A vákuumos szennyvízelvezetés a rendszergazdai előírások betartása és megelőző stratégiájú üzemeltetői szemlélet bevezetése esetén kiválóan működik.

Meggyőződésünk, hogy a vákuumos technológia a szennyvízelvezetés olyan új generációja, amely előnyös tulajdonságai miatt széles körben el fog terjedni.

Irodalmi hivatkozások

Fábry Gergely, Vákuumos szennyvízelvezetés, ÉPKO 2004 VIII. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, Csíksomlyó

Gergely Fabry, Preparing operators of vacuum sewerage systems, Water & Wastewater International, December 2004, pp. 29-31

Fábry Gergely, doktorandusz

Szent István Egyetem Környezettechnika Tanszék, 2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

Tel/fax: +36 1 275 0208

Mobil: +36 20 9443 162

e-mail: fabry@axelero.hu