



Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Víz- és Környezettudományi Tanszék

Dolgozat címe:

A pneumatikus szennyvízelvezető rendszer a XIX. és a XX. század tükrében

Készítette:

Szentirmai Máté Gábor

Okl. Környezetgazdálkodási agrármérnök

Mezőgazdaság vízgazdálkodási mérnöki (MSc)

Társszerzők:

Vámos Ottília

egyetemi tanársegéd



Mosonmagyaróvár

2019



Tartalomjegyzék

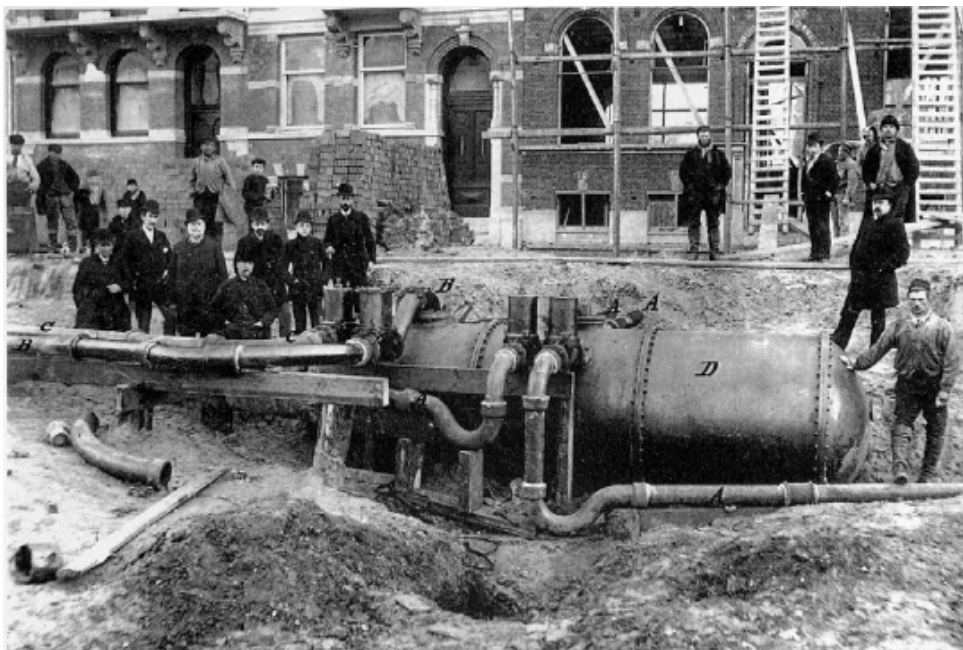
1. Bevezetés.....	2
2. A pneumatikus rendszer megvalósítása	3
3. Liernur pneumatikus rendszere	5
4. A XIX. századi francia pneumatikus szennyvízelvezető rendszer	12
5. XX. századi változások.....	15
6. Összefoglalás	17
7. Felhasznált irodalom.....	18
8. Felhasznált internetes oldalak.....	19

1. Bevezetés

A történelem során már a legrégebbi emberi településeken is megtalálhatóak voltak olyan rendszerek, amelyek a szennyvíz elvezetésére szolgáltak. A vízvezeték – és csatornarendszer építése az ókori Rómában az építés művészetének számított. Megalkották a „legnagyobb csatornát” a Cloaca Maximat - a legrégebben ismert gravitációs szennyvízcsatornát - mely a Tiberisbe torkollott. Elsődleges szerepe a mocsarak lecsapolásában volt, de technikai megoldását tekintve, a 19. századig az egyetlen rendszer volt, amellyel a szennyvízelvezetést is megoldották. Ez egy egyszerű megoldás volt ott, ahol a lejtős terep természetesen adta a szennyvízelvezetés lehetőségét. A kezdeti nyílt rendszereket lassan felváltották a föld alatti csatornák. A csatornák kiépítésében, elhelyezésében nem volt rendszer egyszerűen csak a legközelebb lévő folyóvízbe kötötték bele a szennyvízcsatornát. A szennyeződések miatt vizsgálatokat végeztek arra vonatkozóan, hogy miként lehetne tisztítani a folyókba ömlő szennyvizet. A tisztítás mellett megoldásnak látszott az a módszer, ami biztonságos, higiénikus elvezetést biztosít egy zárt csatornarendszer létrehozásával. Egy felismerés rávilágított arra, hogy nagy sebességű légáram zárt csővezetékben képes magával ragadni és elszállítani anyagokat. Ezt a felismerést hajókon a kirakodásoknál alkalmazták elsősorban. A pneumatikus szállító rendszert használták, ha több helyről egy helyre kellett szállítani, vagyis szívnia kellett a rendszernek. Ez a rendszer lehetett az alapja, a pneumatikus szennyvízelvezetésnek. A csatornarendszer az évszázadok alatt folyamatosan fejlődött. Az intenzív víztermelés és a felhasználás következtében megnövekedett a szennyvíz mennyisége is. A lakosság, az intézmények, az ipar vízhasználata többszörösére nőtt. A szennyvízelvezetés egyre kiemeltebb feladattá vált. A környezetvédelem jelentősége egyre jobban nőtt. Szükségessé vált a korszerű szennyvízelvezető csatornák kivitelezése. A csatornarendszer kiépítése a fejlődés része, a pneumatikus szennyvízelvezető rendszer a XIX. század vívmánya. Technikai felépítése hosszú folyamaton, átalakuláson ment át a történelem folyamán. A pneumatikus rendszer története során bővült, változott, fejlődött. A XIX. századig nem alkalmazták a rendszert, hiszen természetes módon valósult meg a szennyvíz elvezetése a lejtős talajok adottságait kihasználva. A csatornarendszer a XIX. század második felétől és a XX. század alatt folyamatosan módosult, kiegészült. Egyre nagyobb feladattá vált a szennyvízelvezetés. A Liernur által tervezett pneumatikus rendszer megalkotásával elkezdődött egy új csatornarendszer alkalmazása.

2. A pneumatikus rendszer megvalósítása

Hollandiában már a középkorban jelentős volt a zsilipek, csatornák építése. Természettudományok terén fokozott ütemű volt a fejlődés. Tudományos társulatok létesültek a XVIII. - XIX. században. Kiemelkedő munkásságú fizikusok, matematikusok, biológusok értek el kutatásaikkal jó eredményeket. 1872. év áttörés hozott a szennyvízelvezetésben. Hollandiában egy vákuumos rendszert fejlesztettek ki (1.ábra). Amszterdamban elsőként alkalmazták a pneumatikus rendszert, amely a Liernur - féle nevet kapta, kifejlesztője után.



1. ábra Liernur vákuumos rendszere
(Forrás: URL¹)

Liernur a szennyvízelvezetés megfelelő technikai megoldását, bevezetését szükségesnek látta a megfelelő higiénia körülmények kialakításához. Amszterdamban Liernur tervei alapján elindult a csatornázás. Az 1872 elején elkészült két rendszer működési elvének megismeréséhez Európából hívtak meg technikusokat. Működés közben mutatták be a rendszert. A bemutató kísérleti alkalmazás után jogos igény került megfogalmazásra arra vonatkozóan, hogy a jövőben bővüljön a kivitelezés. Nehézkesen és sok „huza-vona” után, de végül is elfogadták, hogy ez a rendszer gyakorlatban kivitelezhető. Kifogások merültek fel, de az vitathatatlan tény, hogy a különböző városok, országok számos képviselője, szakértője a rendszert elismerte. A Hollandiai megvalósítás a sík vidék adottsága miatt volt jelentős. Hollandia területének – nagy részén – a talaj vízszintje nagyon magas. Liernur rendszere vagy más néven a hollandiai rendszer elsődlegesen az árnyékszék rendszerek kiépítésére, a WC-ben összegyűlt szennyvíz

eltávolítására szolgált. A szennyvízelvezetés rendszerének fejlődése, a megjavult lakásviszonyok, a magasabb általános higiénia megjelenése, jobb közegészségügyi állapotokat teremtett. Feltételezhető, hogy az életszínvonal emelkedésével, a tudományos ismeretek alkalmazásával a fertőző betegségek terjedése is ellenőrizhetőbbé vált. 1872-ig a pneumatikus szennyvízelvezetés kialakításáig a szennyvizet a lakosság vödörben gyűjtötte össze, majd lovaskocsik segítségével a vödröket elszállították (2.ábra).



2. ábra Szennyvíz összegyűjtés XIX. században Hollandiában
(Forrás: URL²)

A bűz, a fertőzés, a talajszennyezés kísérője volt ennek a szennyvízgyűjtő módszernek. A Liernur által megalkotott rendszer közegészségügyi szempontból kiemelkedően jelentős volt. A Liernur rendszer alkalmazása Hollandián (Amszterdam) kívül több országban megjelent: Franciaországban (Trouville), Angliában (Stansted) és Oroszországban. 1888-ban az USA-ban Adrian LeMarquand szabadalmaztatta a pneumatikus szennyvízelvezetést. Franciaországban is pneumatikus szennyvízelvezető rendszerek épültek a szennyvíz és a csapadékvíz közös gyűjtésére.

3. Liernur pneumatikus rendszere

Amszterdamban - 1870 - 1872 - elindult a csatornázás. Első lépésként kiválasztottak hozzá egy kb. 300 méter hosszú szakaszt, amit a csatornázást követően utcává terveztek alakítani. A beruházási munkálatok alatt ehhez a szakaszhoz hozzárendeltek még egy messzebb eső utcát. Erről a rendszerről a lehető legtöbb tapasztalatot próbálták begyűjteni. Liernur kért a Közbeszerzési Városi Tanácstól egy konzultációt, amelyen a technikusok bemutatták a kísérleti rendszer működését. A város előljárói támogatták a kísérleteket, próbákat (LIERNUR, 1873).

Az első számszerű adatokból tudható, hogy a 440 összhosszúságú berendezéshez 378 lakás tartozott, amely két fő cső segítségével látta el a szennyvíz elvezetését. Az első két rendszer 1872. elején elkészült. 1873-ban Amszterdamban már 6 üzem működött. Európából meghívták a hatóságokat/technikusokat, hogy a rendszer működési elvét megismerjék. Erre azért volt szükség, mert bemutatásra kerülhetett, hogy 60-100 illemhely egyidejű megtisztítása/kiürítése lehetséges egyetlen cső/főgerinc segítségével. Ezen kísérletek következtében – a pneumatikus csatornázás vitathatatlan sikerének köszönhetően –, jogos igény került megfogalmazásra arra vonatkozóan, hogy a jövőben létrejöjjön, bővüljön a kivitelezés. Elfogadásra került, hogy ez a rendszer gyakorlatban kivitelezhető. Felmerült néhány kifogás, amelyet később kívántak tisztázni a megbeszélésen részt vevők. Az viszont vitathatatlan tény, hogy a különböző városok, országok számos képviselője, szakértője elismerte a rendszert (LIERNUR, 1873).

Amszterdam polgármestere és a Városi Tanács magyarázattal szolgált arra vonatkozóan, hogy miért érdemes, szükségszerű a rendszer kialakítása, üzemeltetése. A magyarázatban kitértek arra, hogy a nevezett rendszer által végbemenő folyamatok technikai szempontból teljesen megfelelnek arra, hogy a fekáliát a felhasznált légnyomás segítségével pár pillanat alatt, teljesen, akár a közeli, akár a távolra eső csövekből is eltávolítsa. Az oldalcsöveken át, a főcsövön keresztül a bekerült fekália/massza átvezetése, elvezetése gyorsan, biztonságosan és szagmentesen megtörténhetett. Voltak azonban olyan helyszínek, amelyeknél technikai problémák merültek fel a rendszer kiépítésénél. Problémaként jelent meg a domborzati tényező, amely befolyásolta a terep földmunkálatait a puha talaj miatt. A városi terep, talajrétegek nagyban befolyásolták a csatornarendszerek alkalmazását. A gravitációs rendszer alkalmazását csak mélyebben elhelyezett csövekkel lehetett volna megoldani, de Liernur szerint ez a rendszer nem lett volna zárt. Ez úgy értelmezendő, hogy a beszivárgó talajvíz és a kiszivárgó szennyvíz

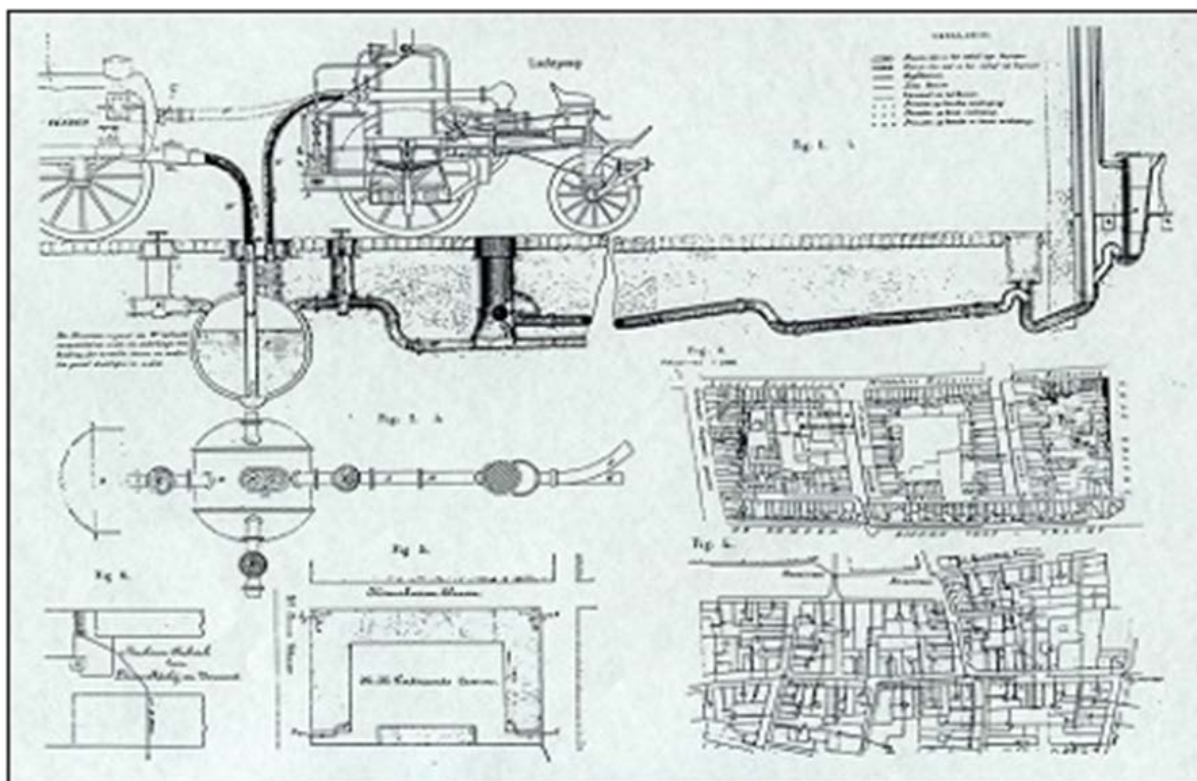
Liernur szerint számos betegség előfordulását okozhatja. Mérnöki fejlesztéssel, kísérletezéssel igyekezett annak megoldására, hogy a rendszer zárt legyen, és a csövek lefektetése megfelelő mélységben valósuljon meg: Liernur fogalmazását használva „ne legyen félhomályos állapot”. A nehézségeket sikerrel, sok erőfeszítés nélkül le tudták küzdeni, és ezzel bizonyították, hogy a pneumatikus rendszer más-más területi adottságoknál is megvalósítható. A kapott eredmények legnagyobb jelentősége, hogy higiéniai szempontból bizonyítást nyert, hogy a szennyvizet el lehet vezetni anélkül, hogy egészségkárosító gázok kialakuljanak, és érzékszervi – szem, orr – ingerek ériék a lakosságot. Az eredményeknek köszönhetően több utcában, építésben lévő komplexumoknál, kezdődött el a rendszer kiépítése. A kijelölt utcákban, területeken engedélyezett csatornarendszer építés mellett említésre méltó az a tény, hogy a Liernur-rendszer bevezetését az érdekeltek - lakók - maguk igényelték meg egy-egy utcában. A Városi Tanács által jóváhagyott engedély, mely elismerte a pneumatikus-rendszer szükségességét, egyre több kivitelezési munkát adott Liernur cégének. A bizalom, amelyet a rendszer hasznossága vívott ki, egy folyamatos bővülést eredményezett. Utcai épületek, egész épületkomplexumok vonatkozásában megkezdődtek a munkálatok. Annak érdekében azonban, hogy a munkálatok megfelelő ütemben haladjanak, és a gépek beszerzése megtörténjen anyagi háttérre volt szükség. Nem volt elegendő készpénz ahhoz, hogy megfelelő mennyiségű gép álljon rendelkezésre. Az anyagi keret rendelkezésre állásáig a városi tanács javasolta, hogy a további intézkedésekig korlátozzák a rendszer további bővítését. Liernur a javaslat ellen egy ellenkérelmet terjesztett elő, amely a városi közgyűlés elé került megtárgyalásra. A közgyűlés a Városi Tanács javaslatát/kérelmét elutasította, és Liernur kérelmét elfogadta. Az akkori jegyzőkönyvek értelmében az amszterdami tanács határozata szerint megbízták Liernurt, hogy dolgozza ki az egész déli városrészre kiterjedő csatornázási tervet. A kivitelezés a Liernur-féle rendszerrel valósult meg. Liernur Amszterdamtól megkapta a megbízást, hogy terveket dolgozzon ki az óváros legnagyobb részére is. A tervek elkészültek, és a berendezések beüzemelésre kerültek (LIERNUR, 1873). Megoldatlan kérdések azonban maradtak. A város a szemét kérdését megoldottnak látta azzal a gondolattal, hogy a rendszer gondoskodik minden szemét elszállításáról. Egyszerűen el akarták hallgatni azt a tényt, hogy ez nem szemétszállítási megoldás, hanem a szennyvízelvezetés megoldását biztosítja. Liernur törekvéseit le akarták degradálni, rendszerét nevetségessé tenni. Akadékoskodással állt szemben, de miután a rendszer már bizonyítást nyert, hogy vitathatatlanul jól funkcionál, ezért a lovaskocsis eljárással szemben, amely nem mondható praktikusnak, feltétlen bizalmat szavaztak a rendszernek. A

pneumatikus csatornázási rendszert érte támadás, hiszen voltak, akik azt mondták, hogy kivitelezhetetlen, költséges megvalósítása miatt. Liernur (3.ábra) számos helyen elmondta, kísérleteivel bizonyította, hogy ez a fajta fiatal rendszer jó, és a sikerek bizonyítják jogosultságát (LIERNUR, 1873).



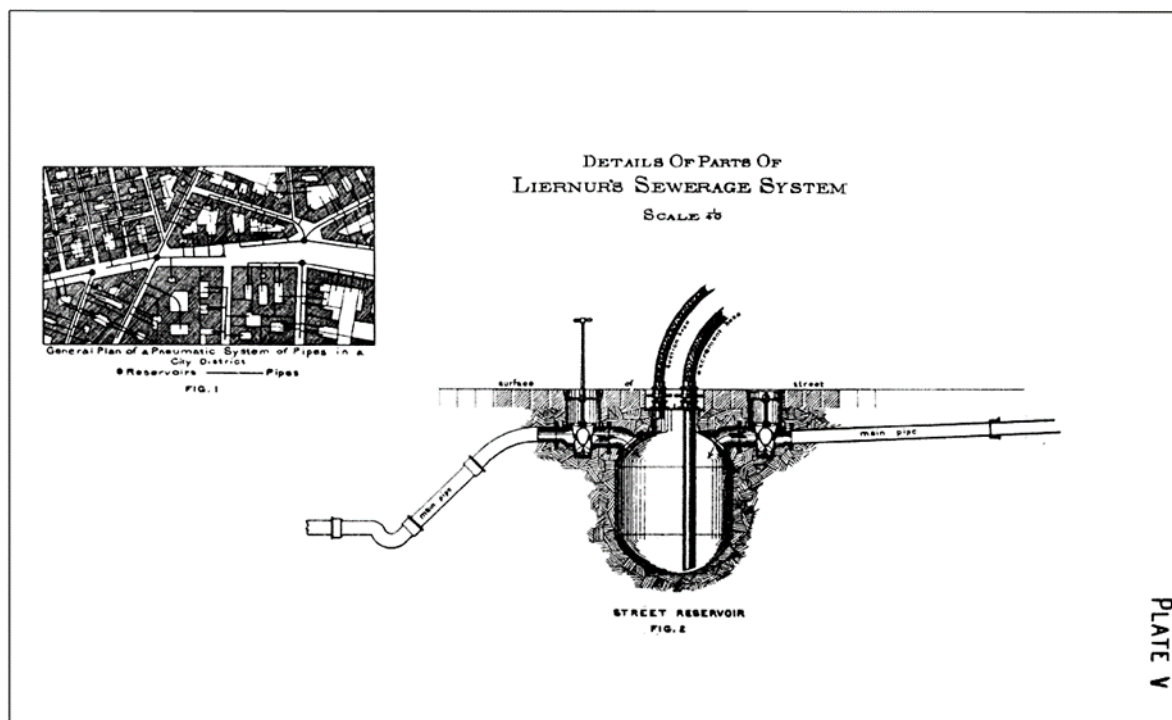
3. ábra Charls T. Liernur – A Liernur pneumatikus rendszer megalkotója
(Forrás: URL³)

Liernur elégedett volt, de látta, hogy még sok teendő van hátra, annak érdekében, hogy a rendszer hibátlanul működjön. Tudatában volt, hogy a megfelelő műszaki technikai eszközök nélkül a teljességet elérni nem tudja. Mérnökök segítségével próbálta önjelétől megvalósítani a lehető legjobbat. Kísérletei során elért eredményei jelentősen megváltoztatták a pneumatikus rendszer jogosultságához, szükségességéhez való hozzáállást a városi vezetésnél. (4.ábra). (LIERNUR, 1873).



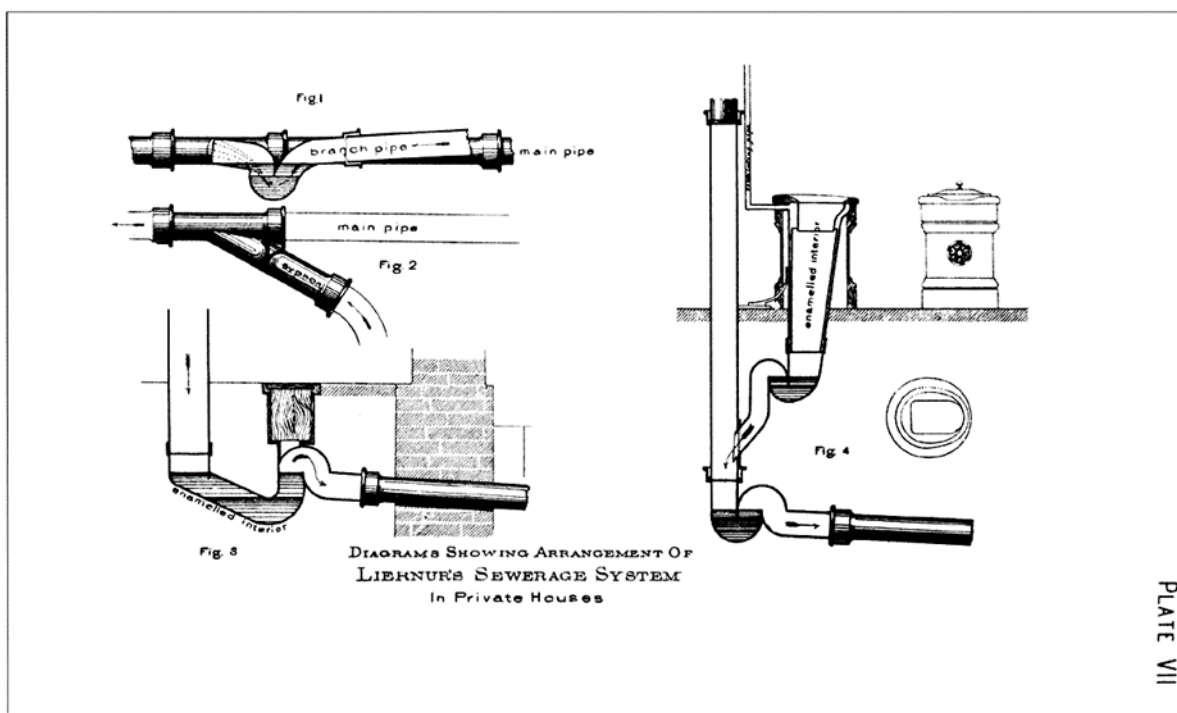
4. ábra Liernur pneumatikus rendszere
(Forrás: URL⁴)

A pneumatikus, azaz a vákuumos rendszer létrejöttét nagyban befolyásolta az a tény, hogy az 1800-as évek vége felé is még komoly gondokat, megbetegedéseket okozott a higiénia hiánya. Liernur szükségességét látta annak, hogy a szennyvízelvezetés megfelelő technikai alkalmazással megoldásra kerüljön. Ennek érdekében kifejlesztette a pneumatikus rendszert. A rendszer nagy előnye volt a szennyvíz zárt rendszerbe került, így nem keveredett a nyílt vizekkel. A kor egészségügyi problémáját is oldotta, hiszen a rendszer zártsága miatt nem adott teret a rágcsálók – patkányok – elterjedésének, szaporodásának. Charles T. Liernur legismertebb pneumatikus rendszere Hollandián belül Amszterdamban, Leydemben és Dordrechtben valósult meg (GREY, 1884). A Liernur rendszer lényeges eleme, hogy a vízzáró csővezeték rendszer teljesen, légmentesen elzárta a vizeletet és a bélsárt. A zárt csatornarendszerben a lakásoktól és a rendszerre rákötött kórházaktól a szennyvizet távolra szívták. Figyelembe vette a gravitáció lehetőségét, hiszen a háztartási szennyvizet a gravitáció segítségével vezette a fő vezetékbe. Az elszívott szennyvíz a házaktól kijövő csövek segítségével az utcai főcsőhöz csatlakozott, ami egy légszüksős öntöttvas tartályhoz vezette a szennyvizet. A tartályok (5.ábra) az utcák metszéspontjában voltak elhelyezve. Egy tartályra több kerületet is rácsatlakoztattak (GREY, 1884).



5. ábra Liernur rendszer tartályelrendezése
 (Forrás: URL⁵)

A tartállyal összekötött csövek mindegyikéhez tartozott egy elzárócső, ami a vákuumot szabályozta. A pneumatikus csövek általában azonos átmérőjűek voltak: általában 5 hüvelyk, azaz 12,70 cm (GREY, 1884). Az egész rendszerben ez a méret volt a használatos. A gőzhenger által működtetett levegőszivattyú adta a vákuumot a tározókba, és a fő vezetékbe. A főcsövek két csatlakozással voltak összekötve az utcai tározókkal, amelyeket tolózárrel zártak, nyitottak. A rendszerben automatika még nem volt, ezért volt szükséges a tolózárak alkalmazása. Az elhelyezett gyűjtőaknák fedelét felnyitva rácsatlakoztak a lovaskocsin hordozott „mobil” gőzhajtásos vákuumszivattyúval a csapokra. A tartályban ezáltal vákuum keletkezett, amely ezzel a technikával a szennyvizet áttemelte az egyik gyűjtőaknából a másikba. Így szállították a szennyvizet az utolsó gyűjtőig. A végtározókban a szennyvizet túlhevített gőzzel és speciális gépekkel száraz trágyává szárították. Liernur rendszer érdekessége, hogy az 1800-as évek végén alkalmazott technikával már alkalmazták a függőleges folyadékemelést. A rendszer pneumatikus csövei egysor hullámos osztályozással voltak elhelyezve, amelyek felfelé emelkedtek, felfelé emelték a szennyvizet. Ezt követte a lejtés, melyet gravitáció gördített. A házaktól az adott utcafőig az összes elágazócső úgy volt elrendezve, hogy egyenletes szívóemelővel, vagy lépcsővel rendelkezett (6.ábra). A lépcső kialakítások a vízdugók szagelzárását is segítették (GREY, 1884).



6. ábra Liernur rendszer csővezetése
 (Forrás: URL⁶)



A Liernur rendszer alkalmazásával kapcsolatban a vélemények nagyban különbözőek. A gravitációs rendszer működtetése bár gazdaságosabb lett volna, de Hollandiában a terepviszonyok miatt csak magasabb költségekkel lehetett volna kiépíteni. A magas talajvíz és a sík terep miatt gazdaságosabb volt a kivitelezése a Liernur – vákuumos rendszernek. Ilyen viszonyok mellett ez a rendszer áttörést jelentett. A rendszer olyan településeken, ahol nem a fenti domborzati viszonyok álltak fent, a kiépítés, és az alkalmazás is komoly ráfordításokat igényelt. A rendszer alkalmazásának lehetőségét, módját 1876-ban az angliai önkormányzati testület által kinevezett szakértői bizottság is vizsgálta (GREY, 1884).

4. A XIX. századi francia pneumatikus szennyvízelvezető rendszer

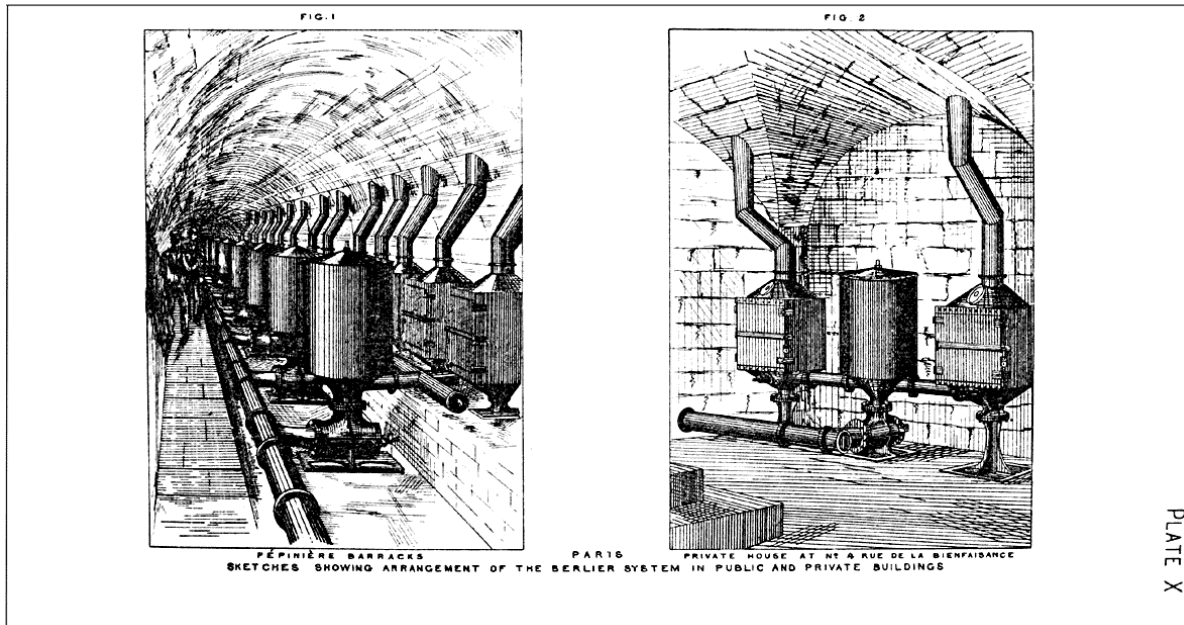
1880-ban Jean-Baptiste Berlier (7.ábra) francia mérnök, és feltaláló továbbfejlesztette a Liernur-rendszert. Párizs városának szükségletei alapján fejlesztette tovább és korlátozott számban alkalmazta (GREY, 1884).



7. ábra Berlier rendszer megalkotója
(Forrás:URL⁷)

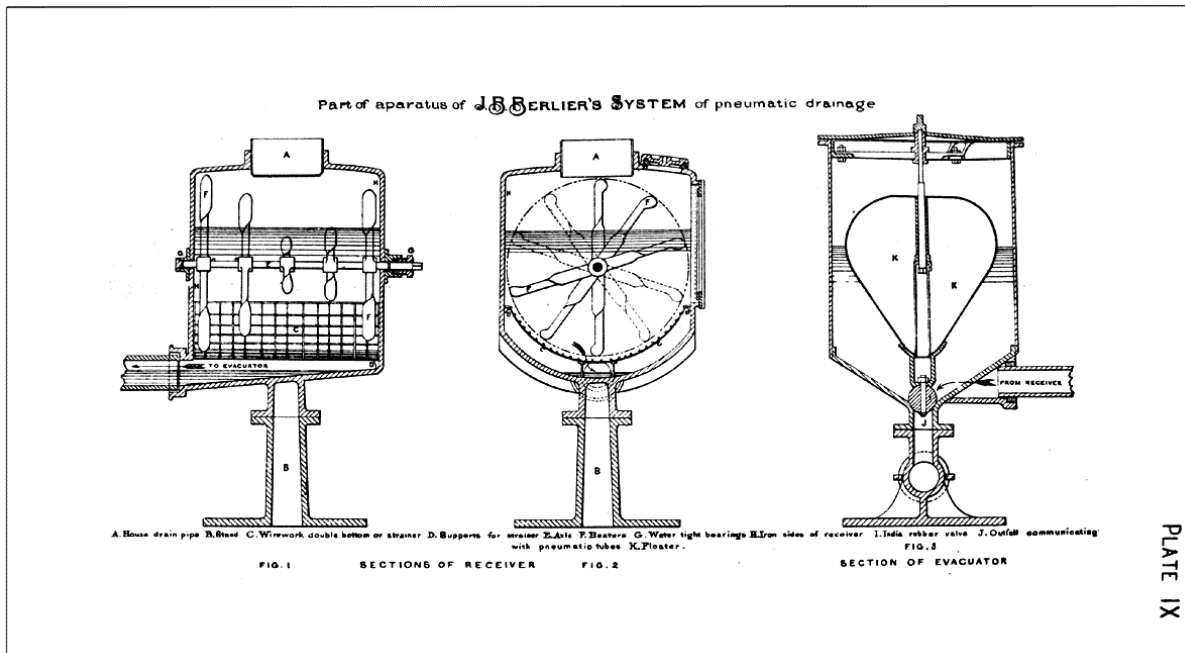
A párizsi szennyvízcsatornák nem voltak zárt rendszerűek, ezért a felszint és az altalajvizet is szennyezték. Berlier rendszere eltért a Liernur-rendszertől abban, hogy a pneumatikus csövek állandó vákuum alatt voltak. A Liernur-rendszerben a vákuum időszakonként megszakadt, mert nem volt automatikus a vákuum előállítása. Berlier egy pumpaállomást hozott létre. Az állomáson egy gőzgép, egy légszivattyú, és egy szennyvízgyűjtő-tartály volt elhelyezve. Forgószivattyú alkalmazásával a szennyvizet a tartályból egy hasznosítási pontra továbbította. A házakból talajcső vezetésével a pincékbe elhelyezett téglalap alakú tartályba vezették a szennyvizet.

A négyzet alakú (8.ábra) tartályok ráccsal voltak ellátva, illetve vízszintes tengelyek voltak elhelyezve a tartályon belül.



8. ábra Berlier gyűjtőtartályok
(Forrás: URL⁸)

A tengelyen különböző hosszúságú karok (9.ábra) voltak, amik feldarabolták a fekáliát, és a bekerült idegen anyagokat. A rácsok és a forgólapátok tisztítását emberi erővel oldották meg, időszakonkénti ellenőrzéssel. A házaknál elhelyezett négyzet alakú tartályok az evakuátor elnevezésű tartályokkal voltak összekötve. Az evakuátor tartály egy kúpos fenékkal kialakított, körte alakú úszóval ellátott úszószelep, mely a tartály telítettsége esetén felúszott, ezzel nyitottá tette a kifolyó szennyvíz útját, amit a vákuum elszívott a gerincvezetéken keresztül. Az evakuátor tartály a fő vezetékével volt összekötve. Berlier arra törekedett, hogy a rendszerében összegyűlt szennyvíz a szivattyúállomásaiból továbbítva legyen a speciális létesítmények felé – gyűjtőtelepek –, ahol ammóniás termékekké alakították át.



9. ábra Berlier rendszer tartály keresztmetszete
(Forrás: URL⁹)

A rendszer nagy előnyét és hasznosságát mutatta, hogy Párizsban a pépiniéri kaszárnyában létrehozott, megalkotott rendszernek köszönhetően a tífuszjárvány nem tizedelte meg a katonákat. A zárt rendszer elvezette a szennyvizet, ezzel megakadályozta a fertőzés veszélyét (GREY, 1884). Változtatásai megjelentek még a csatorna ágvezetékének hosszúságában, és a szennyvíz összegyűjtésének rendszerében.

5. XX. századi változások

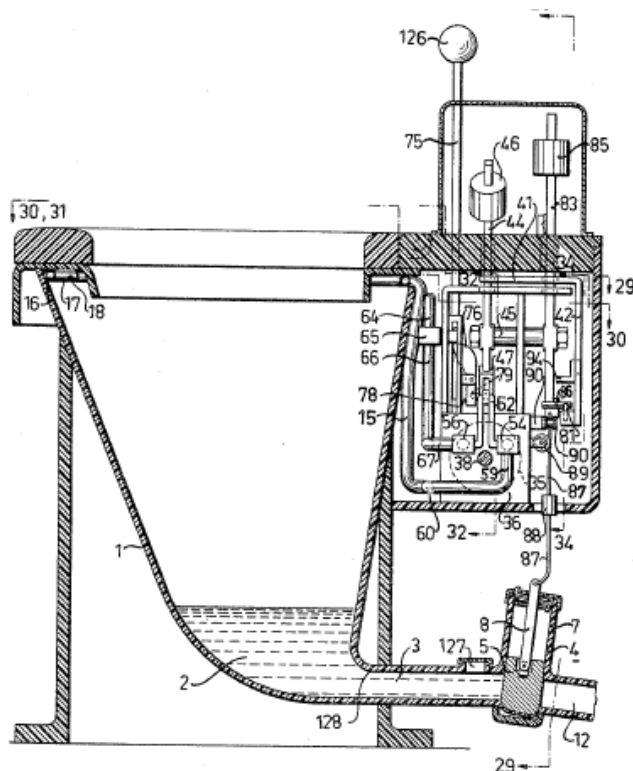
A rendszer sokáig alapjaiban nem változott, ám a XX. század nagy változásokat teremtett a rendszerben. Joel Liljendahl (10.ábra) elismerte és képviselte a Liernur által megalkotott pneumatikus rendszer alkalmazását. Lényeges elemnek tartotta, hogy a rendszer hirtelen képes arra, hogy a szennyvizet egyik pontból a másikba szállítsa. A gravitációs rendszerrel problémának látta, hogy a rendszer működése több vizet igényel, mint a pneumatikus rendszer.



10. ábra Joel Liljendahl
(Forrás: URL¹⁰)

A vákuumos szennyvízelvezetési rendszer továbbfejlesztése a svéd Joel Liljendahl-nak köszönhetően fejlődött tovább. A svéd tudós a nyomógombos öblítésű vákuum WC-t hozta létre, melyben mindig rendelkezésre állt a vákuum (11.ábra). A találmány a nyomógombos öblítésű vákuum WC, amelynek kimeneti nyílása vákuumforrás. A vákuumforráson keresztül kapcsolódik az elvezetőcsőbe, annak érdekében, hogy elősegítse az ürítést. A találmány biztosítja, hogy egy automatikus kapcsolás lehetőségével - olyan szekrénytálcából amelyhez folyóvíz van kötve -, ha a tálban lévő szabad vízszint előre meghatározott szint fölé emelkedik, akkor a kapcsoló elzárjon. További cél volt, hogy az új adagoló berendezés biztosításában, amely kis tömegű folyadékjármű dugóval, pneumatikus csővezetéki rendszerrel, a berendezés magában foglaljon egy olyan tartályt, amelynek beömlő nyílása van a légkörhöz és nyomás

alatti vízellátáshoz. Kimeneti csatlakozással a pneumatikus-vákuumos szállítórendszerhez csatlakozzon. A vízellátó és a kimeneti csatlakozó vezérlő szelepével együttműködjön, és a szelektíven működtethető ciklikus eszközökkel a vízellátószelep és a kivezető szelep nyílásának és zárásának szabályozására automatikusan előre meghatározott módon nyomógombbal történjen a működtetés (LILJENDAHL, 1962).



11. ábra Joel Liljendahl által tervezett vákuumos WC
(Forrás: URL¹¹)

A vákuumos rendszer továbbfejlesztése abban mutatkozott meg, hogy a svéd tudós által kialakított rendszer külön kezelte a „fekete” azaz a fekáliát és a „szürke” azaz egyéb háztartási szennyvizet. A WC -k kivezetője nem kapcsolódott a gravitációs rendszerbe, hanem csak a vákuumos rendszerre voltak rákötve. Liljendahl későbbiekben kifejlesztette a vákuumszelepet, amely a rendszer beemelő egysége, és az azt működtető aktivátort. A vákuumszelepnél a víz-levegő arányát határozta meg, amely a szaghatás folyamatában játszott jelentős szerepet. A nyomógombos vákuumos WC vízarányát 1L/öblítés arányában állította fel (FÁBRY, 2009). Liljendahl a vákuumos rendszert ökológiai elszívóknak nevezte. Liljendahl rendszerét a Svédországon kívül 1950-ben a Bahamákon is alkalmazták.

6. Összefoglalás

A három tudósnek, és feltalálónak köszönhető, hogy a XIX. század második felében, és a XX. században kialakulhatott, fejlődhetett egy higiénikusan és takarékosan működtethető szennyvízgyűjtő és elvezető rendszer. A fejlesztések hatására a XX. század végére a pneumatikus rendszer lehetőséget adott a szennyvíz zárt térben való elvezetésére, amely a társadalom számára higiénikusabb, élhetőbb körülményeket teremtett. Az idő haladtával az anyagok korszerűsödtek. Az öntöttvas tartályokat felváltották az acélból készült tartályok. Megjelentek a korszerűbb kötési lehetőségek, azok alkalmazása: ólomtokos kötés helyett pl.: gumi gyűrűs kötések, peremes kötés. A tartályt a stabilitás érdekében hegesztési technikával készítették a szegecselés helyett. Az idő haladtával lehetőség nyílt a tartályok, csövek korrózió védelmére.

A szennyvízelvezető rendszerek alkalmazását mindenkor meghatározták a terep (domborzati) viszonyok, a talajvíz jelenléte, a kiépítés, az üzemeltetés lehetőségei, feltételei. Fontos szempont volt a környezetvédelem, az egészségügyi és a vízvédelmi igény is. A XX. század újszerű feladata lett, az egészségügyi szempontok szem előtt tartása mellette, hogy környezetkímélő, környezettudatos technológiák kerüljenek alkalmazásra. A pneumatikus szennyvízelvezető rendszer az új feladatok megvalósításához lehetőséget adott. A rendszer előnye, hogy kiépítése gazdaságosabb, környezetbarát. Voltak területek, ahol alkalmazása elkerülhetetlen volt, de fenntartásának lehetőségét - műszaki és gazdasági szempontok alapján - minden adott településnek magának kellett megvizsgálnia. A XIX. századtól kezdve felmerültek olyan problémák, amelyek a rendszer gazdaságos üzemeltetését vitatták. A rendszer azonban sokkal nagyobb lehetőséget adott azoknak a településeknek, amelyek elhelyezkedése lápos, magas talajvizes környezetben volt. Telepítése alkalmazkodott a domborzati viszonyokhoz, kiépítése egyszerűbb volt a vizes területeken. A kezdeteknél lényeges jelentőséggel bírt a rágcsálók visszaszorításában zárt rendszere miatt. A XX. század kivitelezési eljárásaiban lényeges elemként jelent meg a víztakarékosság lehetősége a rendszer alkalmazásakor. A pneumatikus szennyvízelvezető rendszer alapjait Liernur teremtette meg. A higiéniai problémák kiküszöbölésére kifejlesztett találmányát Berlier és Liljendahl alapul vette és fejlesztette, alakította tovább. A pneumatikus szennyvízelvezető rendszer hosszú fejlődésén ment keresztül. A gravitációs rendszerhez képest, amely a római korig visszavezethető, egy komoly újdonságot jelentett.

7. Felhasznált irodalom

1. ADOLPH R. (1877): Officielle Berichte von Staats- und Stadtbehörden über das Liernur'sche Canalisationen – System, Würzburg
2. BOGYAI M. (2008): Hollandia magyar szemmel, Akadémiai Kiadó, Budapest
3. FÁBRY G. (2006): 140 éves a vákuumos szennyvízelvezetés – Technikatörténeti áttekintés. Magyar Építőipar LVI. évf. III. szám 164-167. p
4. FÁBRY G. (2009): Környezetbarát települési szennyvízelvezető rendszer paramétereinek vizsgálata, Doktori (Phd) disszertáció, Gödöllő
5. GEEL W. F. (2006): The hygienic transition from cesspools to sewer systems (1840-1930): The dynamics of regime transformation, Eindhoven University of Technology, The Netherlands, Elsevier B.V.
6. GREY, M. S. (1884): Proposed Plan for a Sewerage System, and for the Disposal of the Sewage of the City of Providence, Providence: Providence Press Company, Printers to the City
7. LIERNUR, C. T. (1873): Die Pneumatische Canalisation in der Praxis, Verlag der Ingenieur Firma Liernur & De Bruyn Kops., Frankfurt A. M.
8. LIERNUR, C. T. (1876): Bericht über ein Avant-Project der pneumatischen Abteilung der Liernur'schen Kanalisation zu Winterthur, Winterthur
9. LIERNUR, C. T. (1876): die Canalisation von Städten auf getrenntem Wege im Vergleich mit dem Schwemmsystem, Zürich
10. LIERNUR, C. T. (1883): Rationelle Städteentwässerung, Berlin
11. LILJENDAHL J. (1962): Method of hydro-pneumatic conveying, system and apparatus, Gyllenstiernas Vag 8, Staket, Sweden
12. RUDOLF R. (1976): Mit tegyük a szennyvízzel? Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
13. SZENTIRMAI M. – VÁMOS O. - DR. KALOCSAI R. (2018): A vákuumos szennyvízelvezetés előnyei, Magyar Hidrológiai Társaság, XXXVI. Országos Vándorgyűlés, Gyula
14. SZENTIRMAI M. – VÁMOS O. (2018): A pneumatikus szennyvízelvezető rendszer történelmi háttere és fejlődésének folyamata, XXXVII. Óvári Tudományos Napok, Konferencia, Mosonmagyaróvár
15. SZENTIRMAI M. (2017): Általánosan a vákuumos szennyvízelvezető rendszerről, Tudományos és Művészeti Diákkör, Pályamunka, Mosonmagyaróvár

8. Felhasznált internetes oldalak

URL¹: <http://krisdedecker.typepad.com/.a/6a00e0099229e888330120a85e9f25970b-pi>

(Letöltés Dátuma: 2019.06.23.)

URL²: https://www.google.hu/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwj8yr_6yf_iAhUJKewKHeBYBJIQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.resilience.org%2Fstories%2F2010-09-16%2Frecycling-animal-and-human-dung-key-sustainable-farming%2F&psig=A0vVaw2bnD1y2PoOeVbAri3uPFIT&ust=1561378403934890

(Letöltés Dátuma: 2019.06.23.)

URL³: <https://www.google.hu/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj1ueGOvNPdAhWB-aQKHeVQD2MQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.bmg.nl%2Farticles%2F10.18352%2Fbmg-nlchr.10339%2F&psig=A0vVaw0eYJ0kvjA9g7SdzlHJ4JFo&ust=1537872625917473>

(Letöltés Dátuma: 2019.06.23.)

URL⁴: http://www.ngi-intl.ae/items/gen/img_2_27.png (Letöltés Dátuma: 2019.06.23.)

URL⁵: https://www.google.hu/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwi9wPHrvdPdAhVF_KQKHeQKAhsQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fwww.sewerhistory.org%2Fphotosgraphics%2Fcomprehensive-atypicalnon-gravity-sewer-system-designs-such-as-the-shone-berlier-and-liernur-system%2F&psig=A0vVaw0rh0btUkyXQxwL1N03kC9g&ust=1537872957029213

(Letöltés Dátuma: 2019.06.23.)

URL⁶: <https://www.google.hu/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiOlaOYv9PdAhUKKuWkHTN-D6wQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fwww.sewerhistory.org%2Fphotosgraphics%2Fcomprehensive-atypicalnon-gravity-sewer-system-designs-such-as-the-shone-berlier-and-liernur-system%2F&psig=A0vVaw0rh0btUkyXQxwL1N03kC9g&ust=1537872957029213>

(Letöltés Dátuma: 2019.06.23.)

URL⁷: https://fr.wikipedia.org/wiki/Jean-Baptiste_Berlier (Letöltés Dátuma: 2019.06.23.)

URL⁸: <http://www.sewerhistory.org/photosgraphics/comprehensive-atypicalnon-gravity-sewer-system-designs-such-as-the-shone-berlier-and-liernur-system/>

(Letöltés Dátuma: 2019.06.23.)

URL⁹: <http://www.sewerhistory.org/photosgraphics/comprehensive-atypicalnon-gravity-sewer-system-designs-such-as-the-shone-berlier-and-liernur-system/>

(Letöltés Dátuma: 2019.06.23.)

URL¹⁰: http://www.bygdeband.se/?post_type=attachment&p=2395936

(Letöltés Dátuma: 2019.06.23.)

URL¹¹: <http://www.freepatentsonline.com/3239849.pdf> (Letöltés Dátuma: 2019.06.23.)