

**CONSIDERAȚII CU PRIVIRE LA
IMPLEMENTAREA
SISTEMELOR VACUUMATE DE
CANALIZARE**

-

**STUDII DE CAZ
COMUNA BORȘ, JUDEȚUL BIHOR
COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ**

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea Politehnica Timișoara
în domeniul INGINERIE CIVILĂ
de către

ing. IZABELLA ȘTEFANIA SZIGYARTO

Conducător științific:	prof.univ.dr.ing. Ion Mirel
Referenți științifici:	prof.univ.dr.ing. Dan Robescu prof.univ.dr.ing. Gabriel Racovițeanu conf.univ.dr.ing. Constantin Florescu

Ziua susținerii tezei: 19.12.2014

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|---|--|
| 1. Automatică | 9. Inginerie Mecanică |
| 2. Chimie | 10. Știința Calculatoarelor |
| 3. Energetică | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 4. Ingineria Chimică | 12. Ingineria sistemelor |
| 5. Inginerie Civilă | 13. Inginerie energetică |
| 6. Inginerie Electrică | 14. Calculatoare și tehnologia informației |
| 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații | 15. Ingineria materialelor |
| 8. Inginerie Industrială | 16. Inginerie și Management |

Universitatea Politehnică Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul Școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnică – Timișoara, 2014

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității Politehnica Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
Tel./fax 0256 403823
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Teza de doctorat a fost elaborată pe parcursul activității mele în cadrul Departamentului de Hidrotehnică, Facultatea de Construcții de la Universitatea Politehnică Timișoara.

Mulțumiri deosebite se cuvin conducătorului de doctorat prof. univ. dr. ing. **ION MIREL**, pentru sprijinul total și necondiționat pe care mi l-a acordat pe întreaga durată a elaborării tezei. Prin profesionalismul său de înaltă ținută academică, prin tactul pedagogic, răbdarea, înțelegerea manifestarea cât și prin cunoștințele împărtășite, încurajarea permanentă și îndrumarea pe etape succesive în care m-a susținut, inclusiv în momentele dificile, domnia sa a avut o contribuție foarte importantă în elaborarea și finalizarea acestei lucrări.

Doresc să prezint mulțumirile mele comisiei de îndrumare, având în componența sa pe domnul prof. univ. dr. ing. **Ioan David**, din cadrul Departamentului de Hidrotehnică, Facultatea de Construcții de la Universitatea Politehnică Timișoara, domnul conf. univ. dr. ing. **Adrian Carabeț**, din cadrul Departamentului de Hidrotehnică, Facultatea de Construcții de la Universitatea Politehnică Timișoara și domnului ș. I. univ. dr. ing. **Cristian Stăniloiu**, din cadrul Departamentului de Hidrotehnică, Facultatea de Construcții de la Universitatea Politehnică Timișoara.

De asemenea, mulțumesc membrilor comisiei de analiză, având în componența sa pe domnul prof. univ. dr. ing. **Daniel Grecea** în calitate de președinte al comisiei, din cadrul Universității Politehnică Timișoara, domnul prof. univ. dr. ing. **Nicolae Dan Robescu**, în calitate de referend al comisiei, din cadrul Universității Politehnică București, domnul prof. univ. dr. ing. **Gabriel Racovițeanu**, în calitate de referend al comisiei, din cadrul Universității Tehnice de Construcții București și domnul conf. dr. ing. **Constantin Florescu** în calitate de referend al comisiei, din cadrul Universității Politehnică Timișoara, pentru timpul alocat analizei tezei.

Îmi exprim mulțumirile mele deosebite domnilor ing. **Alexandru Peter** și ing. **Ludovic Simon**, care s-au deplasat cu mine în teren, mi-au furnizat date și informații esențiale, care au contribuit semnificativ la elaborarea tehnică a acestei teze de doctorat.

Merită multe mulțumiri **fratelui meu Ștefan Dan și părinții mei Elisabeta și Ștefan**, precum **și familia mea extinsă** pentru încurajările, încrederea și sprijinul acordat de ei, care au fost esențiale pentru mine pe parcursul stagiului de pregătire doctorală.

Și nu în ultimul rând, doresc să-i mulțumesc ing. **Corina Panfil** pentru tot sprijinul și încurajarea dată, **prietenilor mei** care m-au susținut moral și nu m-au lăsat să renunț, precum și **colegilor mei de servicii** din cadrul Aquatim SA care m-au înțeles și au avut încredere în mine.

Timișoara, decembrie 2014

ing. Izabella Ștefania SZIGYARTO

Dedic această carte **fratelui meu Ștefan Dan și părinților mei Elisabeta și Ștefan**, care atunci când eu am crezut că nu mai pot, ei mi-au dat aripi să zbor.

Szigyarto, Izabella Ștefania

Considerații cu privire la implementarea sistemelor vacuumate de canalizare – Studii de caz Comuna Borș, Județul Bihor, Comuna Pericei, Județul Sălaj

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5, Nr.127, Editura Politehnica, 2014, 153 pagini, 109 figuri și fotografii, 13 tabele.

ISSN:1842-581X

ISBN:978-606-554-891-6

Cuvinte cheie:

sistem vacuumat de canalizare, stație de vacuum, cămin de racord, supapă, lift, dop de apă, pompă de vacuum, senzori de nivel/ presiune

Rezumat,

Sistemele vacuumate de canalizare sunt construcții și instalații, prin care se colectează și transportă apele uzate menajere, provenite de pe vatra centrelor populate rurale situate în zone cu pante reduse, din cartierele rezidențiale și din orașele cu monumente istorice.

Lucrarea se dorește a fi un ghid pentru proiectarea, execuția, exploatarea și întreținerea sistemelor vacuumate de canalizare.

CUPRINS

1. Introducere	8
1.1 Definiții și clasificări ale sistemelor de canalizare	9
1.1.1 Sistemul de canalizare gravitațional	10
1.1.2 Sistemul de canalizare vacuumat	11
1.1.3 Sistemul de canalizare sub presiune	12
1.2 Evoluția sistemelor vacuumate de canalizare - scurt istoric	12
1.3 Avantajele și dezavantajele sistemului vacuumat de canalizare ...	15
1.3.1 Flexibilitatea în proiectare	16
1.3.2 Reducerea cheltuielilor de investiție	17
1.3.3 Reducerea cheltuielilor operaționale	18
1.4 Necesitatea și oportunitatea studiului efectuat	20
2. Caracteristicile sistemului vacuumat de canalizare	21
2.1 Stadiul actual a sistemului vacuumat de canalizare	21
2.2 Componentele sistemelor vacuumate de canalizare	22
2.2.1 Racordurile gravitaționale	23
2.2.2 Camera de colectare	24
2.2.3 Vana de vacuum	28
2.2.4 Conductele sistemului vacuumat de canalizare.....	29
2.2.5 Stația de vacuum	30
2.2.6 Pompele de evacuare	32
2.2.7 Stația de epurare	32
2.3 Colectarea apelor uzate în sistemele vacuumate	37
2.3.1 Schemă al sistemului vacuumat de canalizare în funcție de dispunere	37
2.3.2 Scheme ale sistemului vacuumat de canalizare în funcție de tipul de racord	38
3. Considerații teoretice	40
3.1 Dispoziția și amenajarea conductelor vacuumate	40
3.2 Pierderi de presiune în sistemele de lifturi	41
3.3 Regimurile de transport în colectoarele vacuumate	44
3.3.1 Transportul cu conducta plină	44
3.3.2 Transportul în valuri	44
3.3.3 Transportul cu „dopuri” și „blocuri”	44
3.3.4 Transportul bifazic	45
3.4 Regenerarea transportului bifazic	45
3.5 Refacerea vacuumului	45
3.6 Curgerea inversă	46
3.7 Stația de vacuum	48
3.7.1 Sistemul de conducte și supapele stației de vacuum	48
3.7.2 Vacuumetrele și dispozitivul de înregistrare cu bandă	48
3.7.3 Pompele de vacuum	49
3.7.4 Rezervorul colector pentru apa uzată	49

6 Cuprins

3.7.5	Pompele de evacuare a apelor uzate	50
3.7.6	Panoul electric de control	50
4.	Cercetări experimentale și studiu de caz	51
4.1	Poligonul experimental pentru studiul și cercetarea sistemelor vacuumate de canalizare	51
4.2	Cercetări experimentale	54
4.3	Studii de caz	56
4.3.1	Sistemul vacuumat de canalizare, din localitatea Borș, județul Bihor	56
4.3.2	Sistemului vacuumat de canalizare, din localitatea Pericei, județul Sălaj ..	66
4.4	Analiză comparativă între sistemele de canalizare	76
4.4.1	Avantajele și dezavantajele sistemului vacuumat de canalizare	76
4.4.2	Compararea sistemelor vacuumate de canalizare cu cele gravitaționale cu nivel liber	76
4.4.3	Impactul produs asupra factoriilor de mediu	78
4.5	Analiza sintetică a costurilor de investiție	80
5.	Proiectarea, execuția, exploatarea și întreținerea sistemelor vacuumate de canalizare	84
5.1	Considerații de ordin general	84
5.1.1	Cerințe privind proiectarea și exploatarea rețelelor vacuumate de canalizare	86
5.1.2	Configurație, lifturi, pante	87
5.1.3	Diametrele tuburilor de vacuum	88
5.1.4	Pierderile de presiune pe lift	88
5.1.5	Conceptul funcționării rețelelor vacuumate de canalizare	89
5.2	Proiectarea elementelor componente ale sistemului vacuumat de canalizare	91
5.2.1	Alegerea dimensiunilor conductelor pentru canalul colector cu vid	91
5.2.2	Proiectarea colectoarelor vacuumate	93
5.2.3	Profilele canalelor colectoare	94
5.2.4	Modelul căminului colector al sistemului vacuumat de canalizare	95
5.2.5	Modelul vasului rezervorului de vacuum	97
5.2.6	Modelul pompelor de vacuum	97
5.2.7	Modelul pompelor de evacuare a apei uzate	98
5.2.8	Unitatea PLC	98
5.3	Execuția sistemului vacuumat de canalizare	99
5.3.1	Generalități	99
5.3.2	Instalarea căminului colector	101
5.3.3	Conductele laterale gravitaționale și aerisirea jompului	103
5.3.4	Eliminarea infiltrațiilor în conductele laterale gravitaționale	104
5.3.5	Montarea conductelor colectoare vacuumate	105
5.3.6	Execuția șă asamblarea stației de vacuum	106
5.3.7	Testarea canalelor colectoare cu vacuum	106
5.4	Exploatarea sistemului vacuumat de canalizare	107
5.4.1	Supapa de vacuum de interfață	108
5.4.2	Canalele colectoare cu vacuum	108
5.4.3	Stația de vacuum	108
5.5	Întreținerea sistemului vacuumat de canalizare	113
5.5.1	Căminele de racord/colectoare cu supapă	112

5.5.2	Supapele de vacuum	113
5.5.3	Pompele de vacuum	113
5.5.4	Rezervorul de vacuum	113
5.5.5	Pompele de evacuare	114
6.	Concluzii generale, contribuții personale, perspective și recomandări	115
6.1	Conținutul lucrării	115
6.2	Contribuții personale și elemente de originalitate	118
6.3	Recomandări și perspective	120
Anexe	121
Anexa 1	Listă de cantități – sistem de canalizare gravitațional	121
Anexa 2	Listă de cantități – sistem de canalizare gravitațional cu pompăre	122
Anexa 3	Listă de cantități – sistem de canalizare vacuumat	124
Anexa 4	Detaliu cămin colector cu supapă de interfață	126
Anexa 5	Stația de vacuum din localitatea Borș, județul Bihor	127
Anexa 6	Stația de vacuum din localitatea Pericei, județul Sălaj	128
Anexa 7	Panou de control electric controlat de PLC, afișaj pentru monitorizarea supapelor, aparat înregistrator cu bandă și manometre de vid	129
Anexa 8	Conducta de evacuare (refulare) de la stația de vacuum spre stația de epurare	131
Anexa 9	Stație de vacuum – erori/greșeli de execuție	132
Anexa 10	Rețea vacuumată de canalizare – erori/greșeli de execuție	134
Anexa 11	Cămine colectoare/de vacuum – erori/greșeli de montare	135
Anexa 12	Defecțiuni cauzate de manipularea incorectă	136
Anexa 13	Lista lucrărilor științifice publicate	137
Anexa 14	Lucrare științifică reprezentativă publicată în Revistă indexată ISI	139
Bibliografie	148

1. Introducere

„Ingineria este practica aplicărilor sigure și economice ale legilor științifice care guvernează forțele și materialele din natură prin intermediul organizării, proiectării și construcției, pentru folosul general al umanității.”

(S. E. Lindsay)

Apa este indispensabilă vieții și activității omenești, iar după utilizare, poate avea diferite aspecte și compoziții. Folosirea apelor curate în cuprinsul unor colectivități umane, se produc ape de scurgere murdare, denumite ape uzate menajere.

În urma activităților umane resursele de apă se impurifică prin dizolvarea de substanțe poluante sau prin încărcările cu diferite tipuri de suspensii. Apele reziduale pot afecta în funcție de compoziția și de caracteristicile acestora, calitatea emisarilor.

Impurificarea resurselor de apă reprezintă schimbarea compoziției acestora sub influența unor substanțe poluante, reducându-se prin aceasta capacitatea lor de folosință.

Poluarea apelor poate fi naturală sau artificială și reprezintă procesul prin care acestea își modifică compoziția, aspectul fizic și chiar structura. Caracteristicile apelor reziduale variază în funcție de proveniența acestora (menajere sau industriale) și/sau de sistemul de canalizare existent (separativ, unitar sau mixt).[12],[13],[14],[15],[16]

Primele canalizări se pare că au fost făcute acum 5000 de ani la Mohenjo-Daro, pe valea Indusului. În Roma antică, celebra cloaca maxima deservea 1 milion de locuitori. Canale romane sunt și astăzi în funcțiune, din punct de vedere tehnic fiind excelent executate făcându-le să fie deversete în emisarii naturali (râuri, fluvii mări sau oceane). În evul mediu situația în orașele europene era dezastruoasă, fecalele fiind aruncate pe stradă, în cel mai bun caz în șanțul din mijlocul străzii.

Astăzi, în țările dezvoltate există sisteme performante de canalizare atât în zonele urbane, cât și în cele rurale, în schimb în marile orașe din lumea a treia fecalele sunt în continuare depuse pe stradă, unde sunt spălate de ploi, consumate de animale și păsări sau sunt uscate de soare și transformate în mase minerale organice și anorganice sub formă de praf. De exemplu, în Mexico City o mare parte din praful din atmosferă este de fapt format din fecale umane uscate, cu consecințe mai mult sau mai puțin grave asupra sănătății publice.

În zonele rurale fără sistem de canalizare centralizat, cu climat temperat, nu foarte rece și nu prea umed, se pot folosi cu succes sisteme pentru neutralizarea tancurilor septice cu câmpuri de absorbție pe sol. Mult mai sigure, dar mai scumpe, sunt tancurile septice închise, care se vidanjează periodic, fiind transportate cu întreg conținutul lor la o stație de epurare sau se fac sisteme centralizate de canalizare ca în mediul urban. O soluție ieftină, hibridă, este combinația între tancul septic care să rețină numai componenta solidă a apelor uzate fecaloid-menajere și canalizare centralizată, dar care să colecteze și să ducă la stația de epurare numai cu componenta lichidă. Avantajele unui astfel de sistem sunt date de faptul că

tancul septic trebuie golit mult mai rar, sistemul de canalizare fiind realizat cu conducte de diametre mult mai mici și deci cu costuri reduse. [32],[33],[35]

În zonele urbane s-au conceput și dezvoltat sistemele moderne de canalizare: gravitaționale cu nivel liber, cu pompare și vacuumate.[34],[36]

1.1 Definiții și clasificări ale sistemelor de canalizare

Canalizările sunt ansamble de construcții și instalații prin care se asigură, colectarea, transportul, epurarea și evacuarea apelor de scurgere, de pe vatra centrelor populate. Apele de scurgere pot fi: uzate menajere; meteorice și tehnologice.[13],[56]

Apele uzate menajere provenite de la obiectele sanitare ale instalațiilor interioare aferente clădirilor civile și industriale, sunt preluate prin intermediul coloanelor și a racordurilor de scurgere de către rețelele de canalizare exterioare pentru a fi transportate la stația de epurare, înainte de evacuarea acestora în emisarii naturali. [47],[56]

Obiectele interioare de canalizare sunt construite din: WC-uri; lavoare; dușuri; spălătoare; bideuri; sifoane de pardoseală; racorduri și coloane de scurgere.

Instalațiile exterioare de canalizare sunt construite din: racorduri; colectoare secundare; colectoare principale; cămine de vizitare; camine de spalare; cămine de rupere de pantă; stații de pompare; subtraversări și supratraversări de drumuri, vai, cursuri de apa, căi ferate; stații de epurare și guri de vărsare. [19],[56]

Apele de scurgere colectate de pe vatra centrelor populate, sunt surse importante de poluare a mediului înconjurător și de transmitere a unor boli contagioase (ciuma, holera, febra tifoidă etc).[19],[56]

Încă de pe vremea romanilor, a apărut necesitatea colectării apelor de scurgere și transportarea lor la distanțe cât mai mari de colectivitățile umane, pentru a se preîntâmpina efectele nocive ale acestora asupra mediului și a ființelor umane. [56]

Sistem public de canalizare reprezintă ansamblul de construcții și instalații prin care sunt colectate apele uzate provenite de pe vatra centrelor populate. Acesta cuprinde, de regulă, următoarele componente: racordurile de canalizare de la punctul de delimitare; rețelele de canalizare; stațiile de pompare a apelor uzate; stațiile de epurare; colectoare de evacuare spre emisar; guri de vărsare în emisar; depozite de nămol deshidratat;

În funcție de modul de colectare al apelor reziduale și cele meteorice, canalizarea se poate face în sistem divizor, unitar și mixt:

- Sistemul divizor - numit și separativ, este sistemul public de canalizare care asigură colectarea, transportul, epurarea și evacuarea separată în emisar a apelor uzate și a celor meteorice, în colectoare cu secțiuni circulare;
- Sistemul unitar - este sistemul public de canalizare care asigură colectarea, transportul, epurarea și evacuarea în emisar, în comun, atât a apelor uzate, cât și a apelor meteorice, în colectoare cu secțiune circulară, pentru debite mici (Dn 250 -500 mm) și cu secțiune ovală și de tip clopot, pentru debite de scurgere foarte mari pozate în terenuri cu structură rezistentă/stancoasă; [28],[29],[56],[58]
- Sistemul mixt - este sistemul public de canalizare de pe teritoriul unei localități, care se realizează atât prin sistem de canalizare divizor, cât și prin sistem de canalizare unitar;[5],[47]

Sistemul de canalizare este considerat ca fiind ansamblul de construcții și instalații prin care se asigură colectarea, transportul, epurarea și evacuarea apelor de scurgere în emisarii naturali. Sistemele vacumate de canalizare sunt construcții și instalații ce aparțin sistemelor alternative de canalizare, constituite din rețele gravitaționale cu nivel liber, respectiv sisteme gravitaționale cu pompare.

Aceste sisteme de canalizare sunt prevăzute cu stații de epurare de concepție modernă cu treaptă mecano – biologică avansată, prin care elementele poluatoare sunt reținute creîndu-se astfel condiții optime de protecție a emisarilor.

Tehnologiile moderne de colectare a apelor menajere pot fi de 3 tipuri: gravitaționale, sub presiune sau operate sub vid.

Este evident faptul ca nu există o soluție unică, astfel încât adoptarea unuia sau a altuia dintre sisteme, trebuie să corespundă exigențelor de calitate privind protecția mediului și sănătatea populației, reducerea consumului de energie, reducerea costurilor de investiție, exploatare și nu în ultimul rând, a siguranței și stabilității în timpul exploatarei.

Deja a intrat în tehnologia folosită de specialiștii din domeniu, atât noțiunea de sistem convențional de canalizare cât și cea de sistem alternativ de canalizare.

Apele ce urmează a fi evacuate prin sistemele alternative de canalizare (vacuumat, sub presiune sau gravitaționale cu conducte de diametru mic), au de cele mai multe ori debite variabile și încărcări organice diverse. O trecere în revistă, a apelor uzate după proveniență și calitate, ne duce la o ierarhizare a acestora după cum urmează: menajere; publice; industriale; agrozootehnice; proprii sistemelor tehnologice de tratare și epurare a apei; ape uzate aferente stropitului și udării străzilor; ape uzate diferențiate prin diverse substanțe reziduale conținute etc. [18],[24],[32],[33],[59],[76],[77]

Prin sistemele convenționale de canalizare mai pot fi evacuate apele meteorice, cele de suprafață și cele subterane datorate epuimentelor.

Soluției optimă de canalizare a unei localități trebuie să cuprindă și alte compatibilități cum ar fi cele legate de profilul terenului față de categoria de importanță a emisarului.

1.1.1 Sistemul de canalizare gravitațional

Acest sistem devenit clasic a căpătat în timp cea mai largă utilizare, de cele mai multe ori adaptarea lui fiind făcută fără analize cost-beneficiu în comparație cu alte sisteme. Astăzi este aproape de neconceput ca cel puțin în prima etapă - studiul de soluție - să se ia în considerare și alte variante în afara sistemului gravitațional.

Din analiza recomandărilor privind alegerea sistemului de canalizare rezultă clar că un astfel de sistem este prioritar pentru localități de mare importanță socială, cu suprafețe mari, cu un număr important de locuitori și cu o toleranță scăzută la intervenții în caz de avarii, cu traficul intens de pietoni și cu mijloace de transport. [19],[26],[44],[58]



Fig. 1.1 Execuție sistem de canalizare gravitațională

Sistemul de canalizare gravitațional (Figura 1.1) poate fi însă în unele cazuri costisitor și ar putea fi înlocuit cu alte sisteme alternative de canalizare, cu un cost specific mai mic pe metru liniar.

1.1.2 Sistemul de canalizare vacuumat

Sistemul de canalizare vacuumat (Figura 1.2) are în componență sa trei elemente principale: supapa de deschidere care se află pe un cămin colector, conductele de colectare a apei uzate și o stație de vacuum. Sistem de canalizare cu vacuum sau cu presiune negativă folosește pompe de vacuum pentru evacuarea aerului din conducte, creându-se astfel o diferență de presiune, determinată pentru transportul apelor reziduale.[7],[8],[62],[63],[67]



Fig. 1.2 Execuție sistem de canalizare vacuumat

1.1.3 Sistemul de canalizare sub presiune

Sistemul de canalizare sub presiune (Figura 1.3) se pretează acolo unde implementarea sistemului convențional este impracticabilă sau neeconomică (cazul în care panta terenului este în discordanță cu cota emisarului). Acest sistem s-a dezvoltat ca fiind alternativă la sistemul clasic de canalizare. [27],[57]



Fig. 1.3 Execuție sistem de canalizare sub presiune

Canalul sub presiune este o conductă de diametru mic (63-200 mm), îngropată în mod obișnuit la adâncimea de înghet, urmărind profilul terenului.

1.2 Evoluția sistemelor vacuumate de canalizare - scurt istoric

Sistemele vacuumate de canalizare sunt ansambluri de construcții și instalații prin care se asigură colectarea, transportul și evacuarea apelor uzate menajere provenite de la colectivități și unități, amplasate pe terenuri cu pante mici și foarte mici. Aceste sisteme, pot constitui sub aspect tehnic, economic și ecologic, alternative deosebit de avantajoase la canalizările clasice gravitaționale cu scurgere liberă sau a celor prin pompare sub presiune.

În secolul al 16-lea î.e.n. apa uzată a fost deja transportată printr-o conductă de la Palatul "Mari" în partea de nord a Mesopotamiei. De asemenea în perioada romană, apa proaspătă a fost distribuită în orașele și așezările romane, folosind așa-numita "Aqua-conducte"; apa uzată era colectată și transportată în același mod. În prezent, canalizarea este utilizată pe scară largă, cu toate acestea în multe țări, canalizarea există doar în zonele urbane. În multe țări, zonele rurale nu beneficiază de nici un fel de sistem de colectare al apelor uzate.

Primul sistem Liernur, redat în figura 1.4, a fost realizat în anul 1860 în Olanda, în orașele Amsterdam, Leiden și Dordrecht. De asemenea, de la Praga (Cehia), Trouville (Franța), Hanau (Germania) și Stansted din Anglia, sistemele de Liernur au fost în vigoare. Sistemul Liernur din Trouville (Franța) a fost în funcțiune chiar și până în anii '80. Capitanul Liernur a fost, de asemenea, un membru al instituției germane "Internationaler Verein gegen die Verunreinigung der Flüsse, des Bodens und der Luft" de la fondarea ei din 1877. În "Preussische Regierung" a

fost foarte mult împotriva descărcării apei uzate în râuri care rezultă din noile legi din 1875 și împotriva poluării râului enumerat în secțiunea "Ministerialverfügungen și Gutachten".[56],[67],[68]

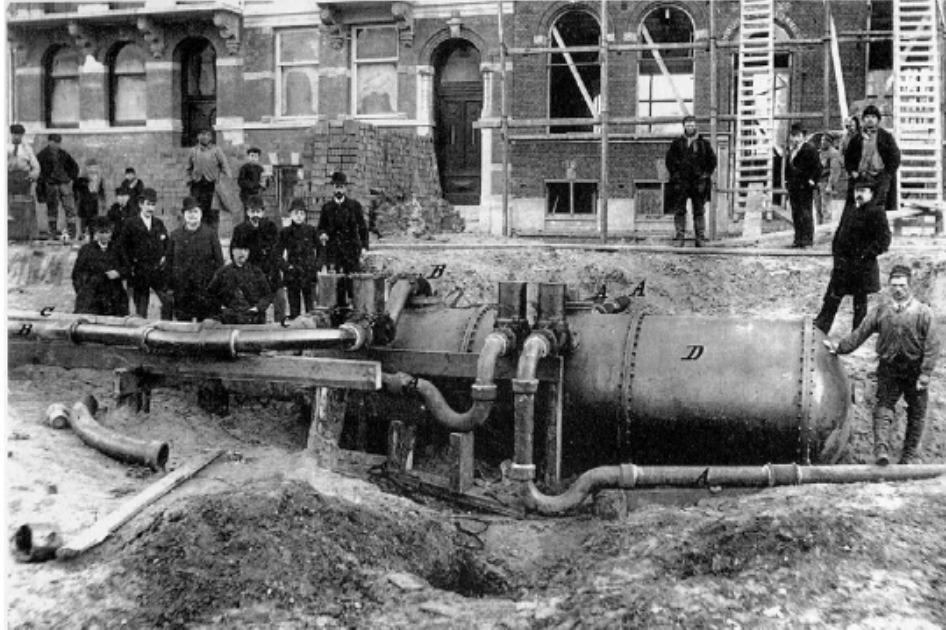


Fig. 1.4 Prima stație de vacuum a lui Liernur din Amsterdam

Pentru multe alte orașe din Europa ca Paris, Berlin, Stockholm, Munchen, Stuttgart, Zurich și Baltimore (SUA), desenele au fost făcute de către Liernur și uneori parțial instalate, dar nu complet executate. Eșecurile tehnice, standardul scăzut a tehnologiei și filosofia schimbate despre colectarea totală al apei uzate, au contribuit la faptul că, până în prezent, nici unul din sistemele vacuumate de canalizare Liernur nu sunt în funcțiune.

În 1956, mai mult de 100 de ani de la Liernur, inginerul suedez Joel Liljendahl a depus un brevet pentru sistemul vacuumat de colectare și transport al apei uzate cu ajutorul aerului. Sistemul introdus de Liljendahl avut mari asemănări cu principiul Liernur. Dezvoltarea tehnologică cunoscută într-o sută de ani de la invenția lui Liernur, a contribuit la o soluție mai viabilă pentru invenția lui Liljendahl. Sistemul de operare vacuumat al toaletelor, în conceptul lui Liljendahl, au fost utilizați numai 1,5 litri de apă per jet de apă de toaletă. Apa uzată a fost evacuată în sistem prin intermediul aerului, cca. 50 litri de aer per jet de apă de toaletă. Rețea de conducte a fost prevăzută cu așa-numitele "buzunare", un fel de sifoane pentru colectarea apelor uzate situația când nu era flux pentru a forma o priză de apă sau de blocare pentru a se asigura că apa uzată va fi împinsă în mod adecvat în continuare prin sistemul de conducte la următorul jet de apă de toaletă.[56],[69]

În anul 1968, Electrolux AB, Suedia a cumpărat drepturile asupra tehnologiei de canalizare vacuumate după cum specifică inventatorul Joel Liljendahl. Electrolux a dezvoltat și introdus pentru a fi utilizate în acest agreement și la bordul navelor.

Ulterior Electrolux a dezvoltat un sistem de canalizare cu vid pentru colectarea și transportul de apă „negru” și „gri” cu ajutorul aerului. Acest sistem este numit Vacuflow. De la începutul anilor 70 sistemul de Vacuflow este dezvoltat în continuare de către inginerul olandez Dietrich Gottreich Quatfass, care lucrează pentru grupul Electrolux în Țările de Jos.

În 1985, Electrolux a vândut întreaga divizie de vacuum inclusiv noile aplicații pentru trenurile de călători și aviație, la IFO Sanitair AB din Suedia, care a continuat afacerea de canalizare vacuumată sub numele de marcă de EVAC.

În 1990 Dietrich Gottreich Quatfass, încă activ în cadrul grupului EVAC ca Managing Director pentru operațiuni Benelux, a cumpărat toate drepturile Vacuflow la nivel mondial de la EVAC AB. și a continuat dezvoltarea tehnologiei Vacuflow prin QUA-VAC BV. În același timp QUA-VAC a fost numit distribuitor EVAC pentru domeniul de afaceri marine și de interior din Țările de Jos, Belgia și Luxemburg.

Din anul 1990 tehnologia Vacuflow este introdusă pe scară largă într-un număr de țări din întreaga lume. Sistemul vacuumat se bazează încă pe principiul lui Liljendahl pe așa numitul "dinte de ferăstrău" pe profilul conductei, deși la mijlocul anilor '80 a fost introdusă o nouă metodă de calcul, pe baza efectului de sifonare și a gradului de umplere a buzunarelor în secțiunile inferioare ale rețelei de conducte, dezvoltată de Dietrich G. Quatfass și inginerul suedez Sven Oldfelt.

Compania QUA-VAC a dezvoltat o gamă largă de noi supape de evacuare de operare sub vid și controlere de diferite dimensiuni și diferite aplicații, cum ar fi în zona protejată de apă dulce, în Țările de Jos, precum și în Germania. De asemenea, în unele zone ale orașelor mari, de exemplu, Hong Kong, cu suburbii vechi cu străzi foarte înguste, sunt canalizate prin intermediul acestei tehnologii. Orașul Veneția din Italia, din cauza străzilor / canalelor mici, cu cantități mari de apă și risc de inundații este utilizată tehnologia QUA-VAC Vacuflow.

De la începutul anilor '90 QUA-VAC în Olanda este principalul proiectant și furnizor de sisteme de vacuumate de canalizare pe piața mondială. Alte companii ar putea fi active din timp în timp pe piețele locale, folosind diferite tipuri de soluții să se ocupe de canalizare prin intermediul unor supape de operare pneumatice. Datorită brevetului depus de Liljendahl alți furnizori au avut de ales mijloace alternative de transport, în special prin schimbarea profilului de conductă și a metodei de calcul. QUA-VAC este singura companie de proiectare care a achiziționat și deține drepturile pentru aceste brevete. [38],[39]

În Ungaria, prima rețea de canalizare vacuumată s-a construit în anul 1987 în orașul Szentendre, la nord de Budapesta. În prezent, sunt 50 de localități cu sisteme vacuumate de canalizare, lungimea rețelelor de conducte fiind de peste 1.600 Km și deservesc peste 60.000 de clădiri.

În țara noastră, primele sisteme vacuumate de canalizate sunt realizate sau sunt în curs de finalizare în localitățile: Borș și Pericei - finalizate, Tileagd și Oșorhei din județul Bihor; Sântana și Diosig în județul Arad; Foghiu în județul Arad etc. [54],[55]



Fig. 1.5 Stația de vacuum din localitatea Bors

1.3 Avantajele și dezavantajele sistemului vacuumat de canalizare

Sistemele vacuumate de canalizare sunt construcții și instalații moderne prin care se asigură colectarea, transportul și evacuarea apelor uzate menajere, provenite de la colectivitățile rurale sau de la cele din vecinătatea marilor centre populate, situate în zonele, cu pante mici și foarte mici ale terenului. Aceste sisteme pot constitui, pentru anumite situații, alternative tehnice, economice și ecologice, mai avantajoase, comparativ cu sistemele gravitaționale de canalizare.

Sistemele vacuumate de canalizare, spre deosebire de sistemele clasice, se caracterizează prin următoarele avantaje: secțiuni și adâncimi de pozare reduse; în teren plat, pozarea conductelor este posibilă pe o lungime de mai mulți km fără stații suplimentare de pompare; viteze de transport ridicate care contribuie la eliminarea operațiilor pentru spălarea depunerilor; elimina complet infiltrațiile și exfiltrațiile de ape străine și de ape uzate; traversarea ușoară a obstacolelor (șanțuri, pârâuri, cabluri) peste pasarelele de conducte sau sub diferite obstacole; încărcări organice relativ constante pentru apele uzate transportate la stațiile de epurare; eliminarea căminelor de vizitare de pe traseul conductelor vacuumate; dimensiunile flexibile ale întregului sistem, pentru cazul debitului de apă uzată variabil, la stațiunile de weekend, campinguri și tabere de vacanță; cheltuieli de investiții și exploatare reduse; protecția mediului înconjurător, igiena și starea de sănătate a ființelor umane.[43],[62],[63]

Datorită multiplelor avantaje, tehnice, economice și ecologice, sistemele vacuumate de canalizare a apelor uzate s-au aplicat cu succes în Anglia, Suedia, Franța, Germania, Austria și Ungaria, fiind în curs de implementare în Serbia și România.

Sistemele vacuumate se pot aplica cu ușurință și în zonele colinare și chiar munte, cu ajutorul contrapantelor. România este o țară cu un relief destul de variat

și simetric, 31% munți, 33% dealuri și podișuri/zonă colinare, 36% câmpii și lunci, concentric și dispus în trepte spre exterior. Câmpiile țării noastre au o poziție periferică în partea de Sud-Vest, fiind caracterizate printr-un relief uniform și coborât (între 17 și 85 m în Câmpia de Vest și între 10 și 300 m în Câmpia Română).

Decizia de a utiliza un sistem vacuumat de colectare a apelor uzate, în locul gravitațional tradițional, este dat de următoarele trei avantaje:

1. Flexibilitatea în proiectare;
2. Reducerea cheltuielilor de investiție;
3. Reducerea cheltuielilor operaționale.

1.3.1 Flexibilitatea în proiectare

Versatilitatea inerentă a sistemelor vacuumate oferă clienților flexibilitatea necesară rezolvării problemelor de colectare a lichidelor cu care se confruntă.

Enumerăm în cele ce urmează câteva dintre beneficiile oferite de flexibilitatea în proiectare a sistemelor vacuumate de colectare a lichidelor: [53],[56]

- a) Lipsa restricțiilor privind linia sau nivelul canalelor colectoare vacuumate, conductele putându-se instala în funcție de cerințele terenului;
- b) Conductele de diametru mic, permit instalarea ușoară în condiții limitate de acces;
- c) Autocurățirea conductelor vacuumate face ca gurile de curățire și camerele de spălare să nu mai fie necesare;
- d) Efluentul este transportat prin intermediul presiunii negative, și nu prin curgere gravitațională, ceea ce face ca apele uzate să poată fi transportate și în terenurile cu contrapantă;
- e) Având în vedere (d) de mai sus, stațiile de vacuum nu trebuie să fie amplasate în porțiunile joase ale zonei rezidențiale. Această flexibilitate în amplasarea stației poate oferi importante avantaje dacă disponibilitatea terenului este limitată sau dacă au fost impuse restricții ecologice;
- f) Depășirea cu ușurință a obstacolelor, prin schimbarea traseului conductelor vacuumate, astfel încât acestea să treacă peste obstacolul sau prin ocolirea acestuia.

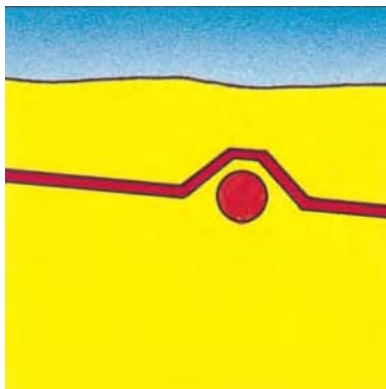


Fig.1.6 Evitare obstacol – sistem vacuumat

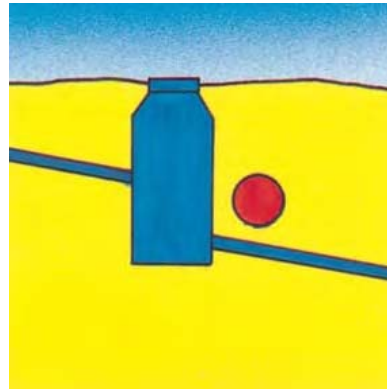


Fig.1.7 Evitare obstacol – sistem gravitațional

1.3.2 Reducerea cheltuielilor de investiție

Construirea sistemelor vacuumate de colectare a apelor uzate permite reducerea cu peste 40% a cheltuielilor de investiție datorită următoarelor caracteristici:[53]

- a) Tranșeele necesare pentru construirea rețelelor vacuumate de canalizare sunt înguste și puțin adânci (adâncimea maximă a unui canal colector este adâncimea de îngheț de 0,7 - 1,5 metri);
- b) Viteza de execuție este considerabil mai mare datorită lățimii și a adâncimii de pozare redusă;
- c) Pânzele freatice superficiale pot fi evitate datorită canalelor de colectare mai puțin adânci;
- d) Nu sunt necesare fundații pe piloți datorită construirii canalelor colectoră din conducte de polietilenă cu greutate mică;
- e) Nu sunt necesare guri de acces în punctele de schimbare a direcției canalului colector, ceea ce face ca numărul acestora să fie mai mic;
- f) Camerele vacuumate de colectare sunt instalate la o adâncime maximă de 2 metri pe tot cuprinsul rețelei de canalizare;
- g) Adâncimea redusă a fundațiilor stațiilor de vacuum (adâncime tipică fiind de 1 metru);
- h) Necesită o singură stație de vacuum pentru un proiect, în timp ce sistemele gravitaționale convenționale necesită de obicei mai multe stații de pompare;
- i) Suprafețele de teren ocupate sunt mai mici în cazul sistemelor vacuumate de canalizare comparativ cu sistemele gravitaționale convenționale.

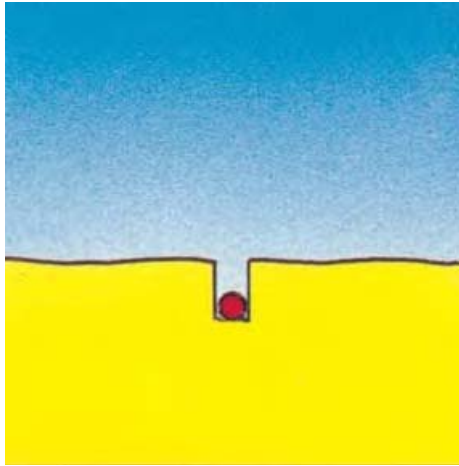


Fig.1.8 Săpătură pozare conductă
- sistem vacuumat de canalizare

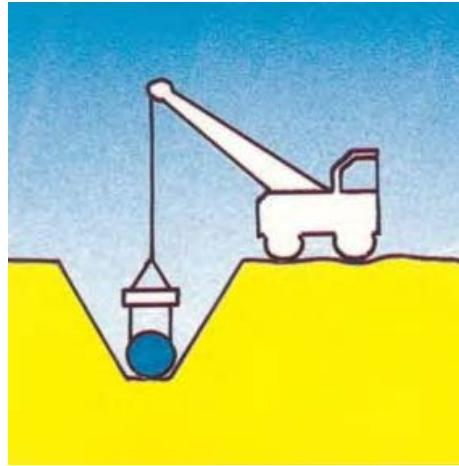


Fig.1.9 Săpătură pozare conductă
- sistem gravitațional de canalizare

1.3.3 Reducerea cheltuielilor operaționale

Cheltuielile operaționale pot fi reduse cu până la 30% datorită următoarelor caracteristici: [41],[53],[56],[69]

- Canalele colectoare vacuumate, datorită faptului că se autocurăță, nu necesită curățarea sau îndepărtarea sedimentelor din acestea;
- Stația de vacuum nu necesită site de filtrare și separare și în consecință nu se impun vizite săptămânale;
- Necesită întreținerea doar a unei singure stații de vacuum, în timp ce sistemul gravitațional ar include mai multe stații de pompare, care ar necesita verificări regulate;
- Apa freatică nu se infiltrează în canalele colectoare vacuumate și din acest motiv mărimea pompelor și în consecință consumul de energie electrică este mult mai mic/ă;
- Integritatea colectoarelor vacuumate se menține pe toată durata de viață a sistemului datorită rezistenței materialului din care acestea sunt construite (polietilenă);
- Nu sunt necesare reparații datorate sedimentării în conducte

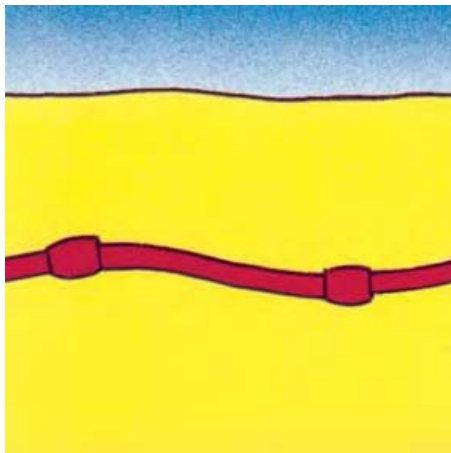


Fig.1.10 Fără posibilitatea de infiltrații sau exfiltrații – sistem vacuumat

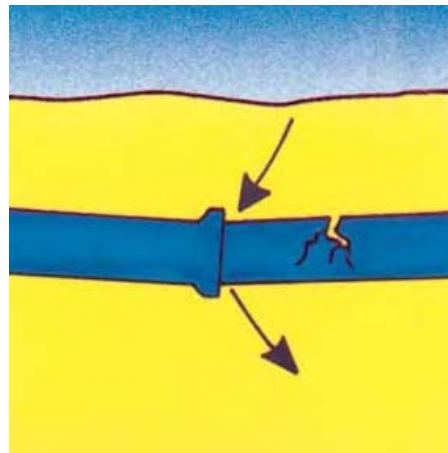


Fig.1.11 Posibile infiltrații sau exfiltrații nedetectate – sistem gravitațional

Sistemul vacuum de canalizare reprezintă o opțiune tehnico-economică foarte avantajoasă față de un sistem clasic, de transport gravitațional. [44],[45]

Experiența internațională, demonstrează că transportul vacuumat al apei menajere este o soluție avantajoasă din punct de vedere tehnic cât și economic.

Avantajele utilizării sistemelor vacuumate de canalizare sunt următoarele:

- Costurile de execuție a rețelelor de canalizare vacuumate sunt mai mici, datorită faptului că pozarea conductelor se face sub adâncimea de îngheț spre deosebire de rețelele de canalizare gravitaționale, la care adâncimile de pozare pot atinge 4 – 6 m;
- Diametrele conductelor de canalizare sunt mai mici pentru aceleași debite de transport în rețea: Dn 90 – 200 mm, față de sistemele gravitaționale la

1.3 Avantajele și dezavantajele sistemului vacuumat de canalizare 19

care Dn 160 — 600 mm. Acest avantaj este mai important în localități cu consumatori distribuiți pe distanțe relativ mari;

- Construcția rețelei de canalizare vacuumată nu presupune lucrări de anvergură, de obicei canalizarea se face în tranșee înguste (max. 60 cm), pe una sau pe ambele din laturile străzii, fără a bloca traficul rutier și fără a fi necesare lucrări de protejare a malurilor;
- Durata de execuție a rețelei de canalizare vacuumată este semnificativ mai mică față de cea gravitațională, construcția sistemului putându-se etapiza în funcție de disponibilitățile financiare deoarece presupune cheltuieli reduse pentru organizarea de șantier;
- Rețeaua de canalizare vacuumată se construiește din conducte flexibile (HDPE sau PVC), putând fi pozată fără întreruperi și fără cămine suplimentare la schimbarea direcției sau la ocolirea unor obstacole;
- Riscul de poluare în cazul apariției de fisuri la rețea este practic nul. Reparația presupune intervenție la maxim 1,5 m adâncime. Apariția unei fisuri este depistată după maxim o zi prin monitorizarea funcționării pompelor de vacuum;
- În rețeaua vacuumată nu se pot forma depuneri care ar provoca înfundarea conductei datorită efectului de autocurățire asigurat printr-o viteză de curgere de 3-5 m/s, față de viteza minimă de curgere din conductele de canalizare gravitațională, 0,5 m/s. Acesta este un mare avantaj în cazul spațiilor de utilitate publică cu variație mare a debitelor de apă uzată (săli de spectacole, cămine culturale, terenuri de sport, etc.);
- Recuperarea investiției se face mai ușor, costul investiției fiind cu minim 25-30% mai redus față de canalizarea gravitațională;
- Stația de vacuum deservește o lungime de rețea mare, de peste 16 Km. Astfel, într-o comună medie cu 3.000 — 4.000 de locuitori este prevăzută o singură stație sau maxim 2, în funcție de distanța dintre satele componente. În cazul unei avarii la alimentarea cu energie electrică a Stației de vacuum, devine convenabilă utilizarea unui singur grup electrogen la Stația de vacuum, care intră în funcțiune automat, eliminând riscul poluării zonei cu ape uzate. În plus, există un interval de timp de 2 - 4 ore, în care se utilizează energia pneumatică existentă în rețeaua de vacuum, timp în care sistemul poate funcționa fără energie electrică. Astfel, grupul electrogen va fi programat să intre în funcțiune după consumarea vacuumului existent, la 2 - 4 ore după apariția avariei la alimentarea cu energie electrică;
- Rețeaua de canalizare poate fi amplasată pe marginea drumului existent. Drumurile existente se păstrează fără intervenții, iar traficul nu se întrerupe;
- Rețelele de canalizare vacuumate, fiind ermetice, se pot utiliza în zonele cu terenuri nisipoase, stâncoase sau cu ape freatiche de suprafață, în care săpăturile adânci sunt greu de efectuat;
- Caracterul absolut ecologic al acestui tip de transport de apă menajeră este un alt avantaj. Fără infiltrații sau exfiltrații. Amestecul continuu care se face pe traseu între apă-aer-solid duce la o oxigenare mărită a amestecului, ceea ce reduce substanțial costurile de epurare. Sistemul fiind etanș, acesta nu permite accesul apelor pluviale, ceea ce înseamnă reducerea cantității de apă ce intră în stația de epurare.[45],[46]

Dezavantajul sistemului vacuumat de canalizare este cel determinat de faptul că nu se poate utiliza numai pentru depresiuni de max -0,7 bari, cu suprafața deservită care se dezvoltă pe ramificații cu lungimi de maxim 3.750 m.

1.4 Necesitatea și oportunitatea studiului efectuat

Necesitatea studiului este legată de stabilirea metodelor și a modalităților de proiectare, execuție și exploatare a sistemelor vacumate de canalizare, prin:

- stabilirea parametrilor determinanți (debit, presiune);
- alegerea materialelor, echipamentelor și instalațiilor aferente unui sistem viabil, robust și stabil în timp, cu o exploatare sigură și economică;
- stabilirea limitelor de funcționare și de exploatare, impuse de mărimea debitelor colectate și transportate, mărimea suprafețelor, lungimea ramificațiilor colectoare, configurația terenului (orizontală, în pantă sau în contrapantă);
- dimensionarea obiectelor componente ale sistemelor vacumate de canalizare comportă stabilirea debitelor, alegerea materialelor de conducte, diametrul acestora, lungimea și mărimea lifturilor în funcție de configurația terenului, mărimea vacuumului, capacitatea rezervorului de vacum, tipul și mărimea pompelor de vacum;
- verificarea;
- întreținerea;
- intervențiile care se impun;
- numărul de echipamente de rezervă (supape și pompe de vacum)

Sistemul vacuumat de canalizare menajeră este o tehnologie modernă, economică și ecologică, care se pretează perfect la canalizarea multor localități din România. Practic, pentru soluțiile de realizare a rețelelor de canalizare se pot analiza trei variante: sistem gravitațional, sub presiune și vacuumat.

Acest tip de analiză este recomandat în cazul studiilor de fezabilitate.

2. Caracteristicile sistemului vacuumat de canalizare

2.1 Stadiul actual a sistemului vacuumat de canalizare

Principiul folosirii presiunii negative pentru colectarea apelor uzate și a altor lichide a început să fie aplicat încă din anii 1860 și mulți din pionierii sistemului au fost implicați în dezvoltarea acestei tehnologii, cel mai cunoscut dintre aceștia fiind Charles T. Liernur.

Sistemul lui Liernur, redat în Figura 2.1, a fost folosit pentru colectarea apelor uzate din gospodăriile particulare și consta dintr-un rezervor subteran de colectare în care efluentul ajungea prin curgere gravitațională în conducte de oțel.

Conductele erau conectate la toaletele speciale, instalate în fiecare gospodărie, iar în fiecare noapte se aplica asupra rezervorului subteran o presiune negativă pentru a se realiza evacuarea apelor uzate din toalete și colectarea acestora în rezervor.

O cisternă mobilă era apoi folosită pentru golirea rezervorului de apă uzată cu ajutorul unei presiuni negative, aceasta fiind repartizată în butoaie și vândută fermierilor locali ca fertilizator pentru culturile agricole.

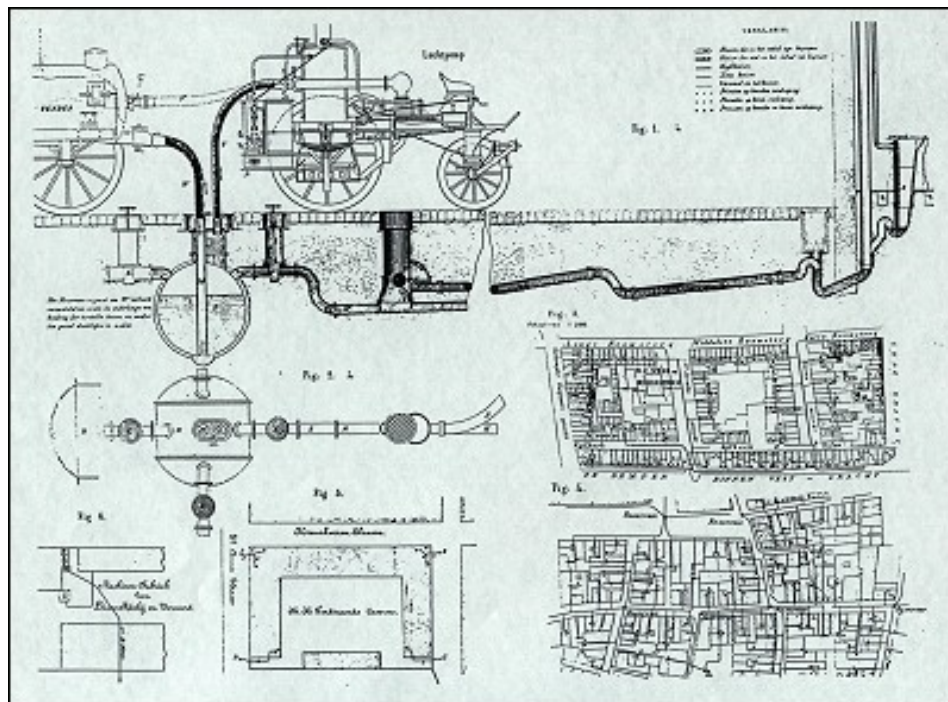


Fig. 2.1 Funcționarea sistemului vacuumat de canalizare Lierner

Următoarele progrese în tehnologia vacuumului au fost făcute în anii 1920 de către francezul Henri Gandillon.

Atât apele uzate cât și cele de suprafață erau colectate de la cel mult 4 gospodării și transportate gravitațional într-o cameră de colectare situată în stradă. Căminul colector sau camera colectoare era prevăzută cu o conductă centrală de canalizare, conectată la o stație de vacuum.

În momentul în care apele uzate intrau în cameră/cămin, flotorul de etanșare aplicat expunea gura deschisă a conductei de evacuare. După ce se aplică o presiune negativă în această conductă prin deschiderea manuală a supapei de separare aflată în conducta centrală de canalizare, ceea ce ducea la aspirarea apelor uzate din cameră.

Nu există dovezi ale altor progrese în tehnologia vacuumului până în anii 1950 când suedezul Joel Liljendhal a perfecționat toaleta cu vacuum inventată de Liernur.[69]

În ultimile decenii, în nenumărate țări ale lumii, printre care Japonia, Marea Britanie, Irlanda, Venezuela, Emiratele Unite, Australia, Hong Kong, Malaezia, Insulele Filipine, S.U.A., Ungaria, Polonia, România, au fost implementate aceste sisteme de canalizare prin vacuumare.[69],[89]

Sistemele moderne de azi sunt construite din conducte de polietilenă elastică, îmbinate prin fittinguri cu electrofuziune, vidul necesar fiind produs cu cele mai moderne pompe de vacuum în stații computerizate, iar noile supape de vacuum funcționează pneumatic și au fiabilitate mare în exploatare.

În Ungaria prima rețea de canalizare vacuumată s-a construit în orașul Szentendre, la nord de Budapesta, în anul 1987. Astăzi sunt deja 50 de localități în care funcționează sisteme similare. Lungimea rețelelor de conducte a ajuns la peste 1.600 Km și deservesc peste 60.000 de clădiri. Majoritatea sistemelor funcționează cu supape cu Dn 90 mm.[10]

În România, primul sistem de canalizare vacuumat a fost dat în funcțiune în anul 2012 în localitatea Borș, din județul Bihor, iar în prezent se află în curs de implementare lucrările de canalizare vacuumată în localitatea Salonta-jud. Arad.

2.2 Componentele sistemelor vacuumate de canalizare

Sistemul de canalizare cu vacuum este în esență un sistem mecanizat pentru transportul hidraulic a apelor uzate din centrele populate.

Spre deosebire de canalizarea gravitațională clasică, sistemul vacuumat folosește presiunea diferențială de aer pentru transportul apelor uzate, rețeaua de canalizare fiind sub vacuum.

Descrierea funcțională a unui sistem este prezentată schematic în figura 2.2, în care sunt vizualizate cele trei componente principale ale sistemului: [7],[8],[9],[10]

- Camera de colectare (camera vanelor, valva pneumatică de vacuum și controlerul supapei);
- Liniile conductelor de canalizare cu vacuum, care includ fitting-urile specifice;
- Stația centrală de vacuum cu rezervoare și pompe de vacuum, pompe de canalizare, robinete, senzori de nivel și presiune, panou de comandă și control.

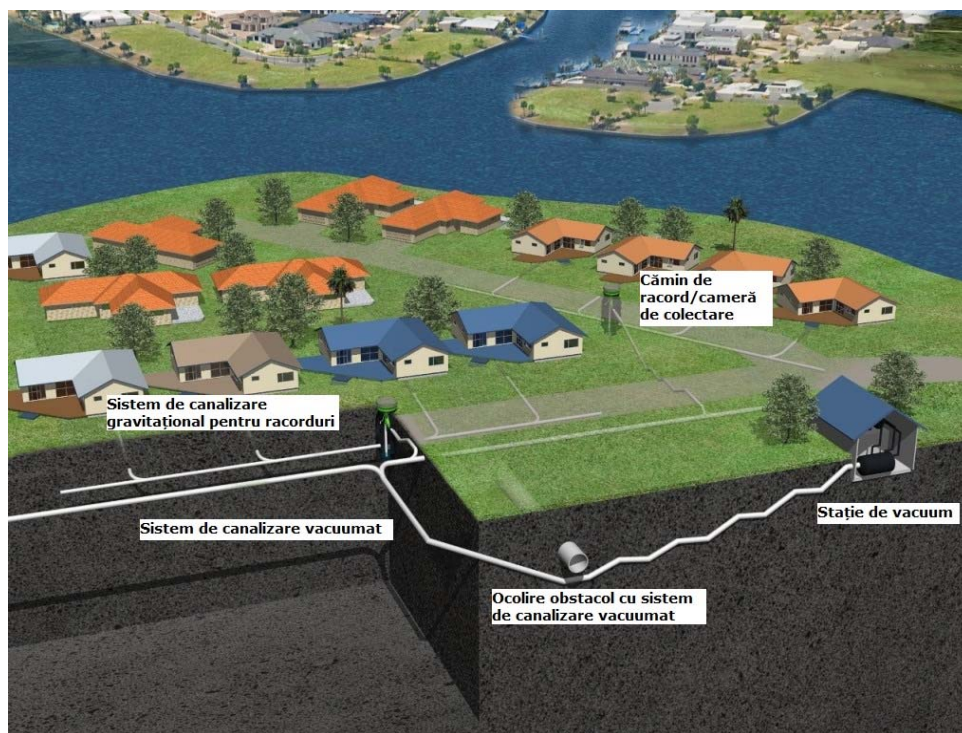


Fig. 2.2 Sistem de canalizare vacuumat

Traseul apei uzate menajere în cazul unui sistem vacuumat de canalizare este constituit din: racordurile gravitaționale de scurgere a apelor uzate de la gospodăriile/unitățile deservite; căminele colectoare echipate cu supapele de vacuum; rețele de conducte vacuumate, prevăzute cu diferite tipuri de lifturi; rezervorul de vacuum cu stația pompelor de vacuum și a celor de evacuare a apelor uzate menajere; stația de epurare a apelor uzate menajere.

2.2.1 Racordurile gravitaționale

Racordurile asigură preluarea apelor uzate menajere de la utilizatori în rețeaua publică de canalizare, redat în Figura 2.3 (gospodăriile/unitățile deservite).

Canal de racord se execută din tuburi circulare cu $DN \geq 150$ mm. Racordurile se execută conform prevederilor SR EN 295-2:1997 și SR EN 295-2:1997/A1:2002 sau în cămine de vizitare de canalizare publică. [95]

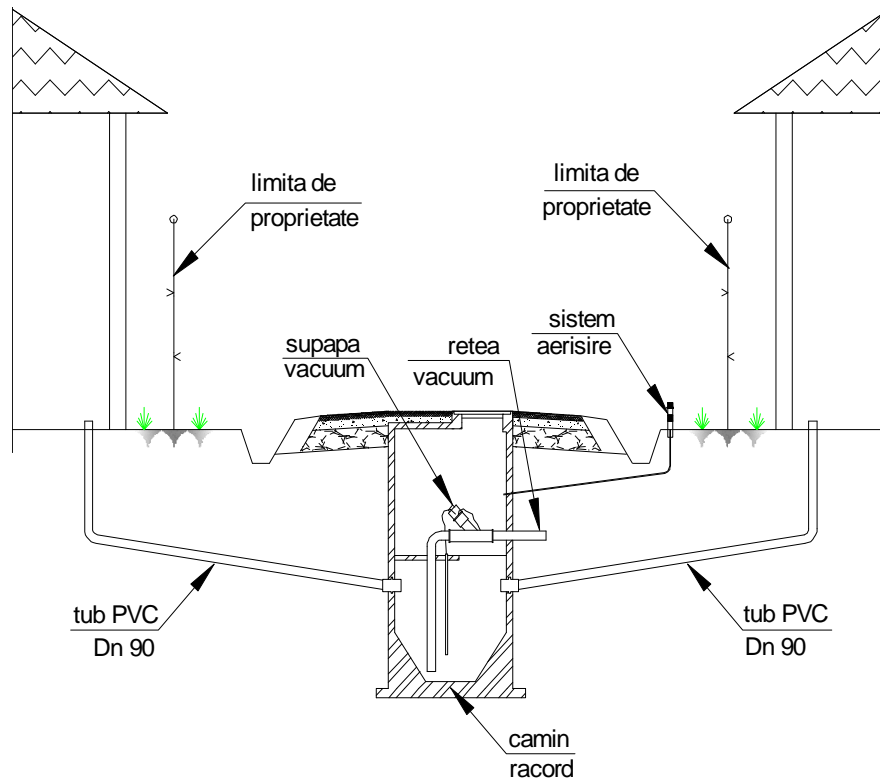


Fig.2.3 Racord canalizare în sistem de canalizare vacuumat

2.2.2 Camera de colectare

Camera de colectare/ căminul de colectare reprezintă interfață dintre rețeaua de canalizare aflată sub vacuum și gospodăriile individuale. Apa uzată este colectată gravitațional de la consumator, iar apoi introdusă în sistem prin intermediul camerei de colectare, fiind apoi transportată prin rețeaua de conducte etanșe până în rezervorul de vacuum aflat lângă sau în stația de generare a depresiunii (stație de vacuum). Numărul de gospodării racordate la o cameră de colectare este cuprins între 1 și 5, în funcție de deschiderea acestora la stradă și de numărul de evacuatori.

Există diferite tipuri de camere de colectare, care variază în funcție de design (aspect și dimensiune) și de condițiile de încărcare cu capacecarosabile sau necarosabile. [95]

2.2.2.1 Căminele prefabricate din beton

În mod obișnuit acestea vor avea diametre de 1050 mm și 1200 mm.

Căminele trebuie să fie suficient de grele pentru a nu necesita luarea de măsuri antiplutire, ceea ce constituie un avantaj în zonele cu pânză freatică ridicată.

Îmbinările căminelor vor fi etanșate, prin folosirea cauciucului hidrofîl sau a altor materiale similare de etanșare aprobate și a unor garnituri inelare la intrările conductelor. Unitățile vor trebui să fie capabile să suporte diferite tipuri de încărcări date de utilajele carosabile, de apa subterană cu nivel ridicat și cele de transport.

Jompul colector necesită o secțiune conică de sprijin și un fund care în mod ideal ar trebui să aibă diametrul de 400 mm, dimensiunea optimă pentru ca apa care intră în conducta de aspirație să spele jompul.

Secțiunea de sprijin va fi proiectată astfel încât solidele să nu adere la ea, rezultatul fiind un jomp curat și absența mirosurilor din mediu. Peretele jompului se va găuri pentru a se putea monta racordurile laterale în pozițiile radiale necesare.

În căminul supapei vor fi prevăzute trepte din fier pentru a se asigura accesul liber și ușor al muncitorilor. Platelajul camerei supapei trebuie să fie prevăzut cu o cale de acces până în zona jompului de colectare, prevăzută cu un capac care să se poată ridica ușor. Îmbinările corect etanșate între unități, precum și o gura de vizitare bine montată vor asigura etanșeitarea unității față de apele de infiltrații.[19],[24],[27]

2.2.2.2 Căminele din fibră de sticlă

În zonele cu climat deșertic a fost prevăzută o unitate alternativă din fibră de sticlă cu diametrul de 1200 mm, cu protecție împotriva apei freatică saline corozive și dure, dar și împotriva temperaturilor ridicate.

2.2.2.3 Căminele duale din beton montate în situ

Acestea pot fi instalate în zone cu acces limitat, unde este nevoie de o varietate de forme și dimensiuni de jompuri pentru a se putea realiza racordarea în funcție de utilitățile și obstacolele existente.

Camerele de colectare **ROEVAC** de tip G (figura 2.4) se amplasează în afara zonelor de trafic auto, putându-se folosi și camere de colectare destinate exclusiv pentru astfel de zone (camere de colectare tip Z).

Tipurile de încărcări pot fi: pietonale; cu protecție împotriva inundațiilor și încărcări pietonale; cu protecție împotriva inundațiilor și încărcări de trafic (până la 40 tone).

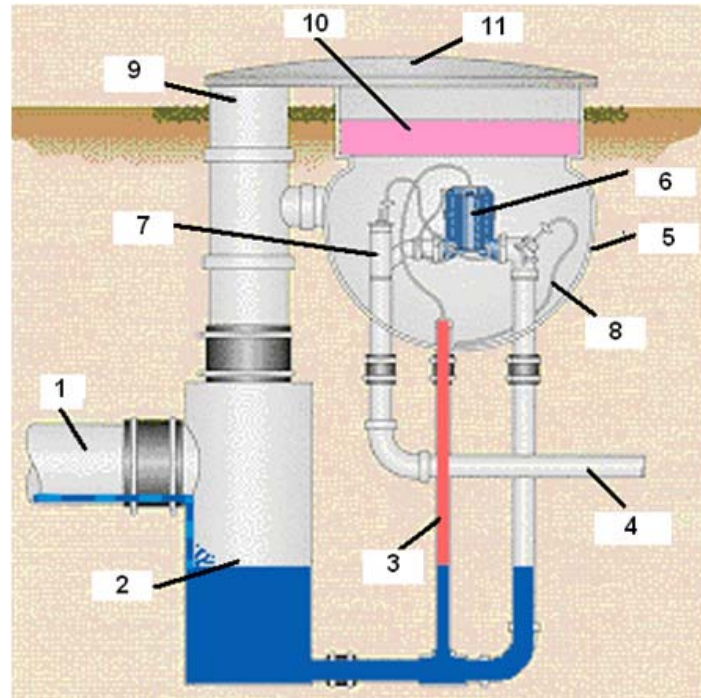


Figura 2.4 Camera de colectare cu supapa de interfață
 1 - conexiunea la consumator; 2 - bazin de colectare; 3 - conducta senzor; 4 - conexiunea la conducta de serviciu; 5 - camera vanei; 6 - vana pneumatică și controler; 7 - conexiune pentru dispozitivul de curățare; 8 - tub admisie aer; 9 - conducta de acces la bazinul de colectare; 10 - izolație termică; 11 - capac.

Toate tipurile de camere colectoare cuprind: camera vanei, bazinul de colectare (care sunt complet separate) și sunt confecționate din polietilena (PE) pentru a evita infiltrările.

Apa colectată gravitațional de la consumator este stocată în bazinul de colectare al camerei de vacuum (Figura 2.5). Pe baza principiului vaselor comunicante nivelul apei uzate din bazin crește și în conducta senzor și în cea de aspirație. Conducta senzor este închisă cu un dop etanș prevăzut cu un tub între acesta și controlerul vanei de vacuum. Pe măsură ce crește nivelul apei în conductă, la partea superioară aerul se comprimă generând o presiune simțită de controler. Acesta deschide vana de vacuum punând în contact vacuumul din rețea cu bazinul de colectare. [41],[42],[45],[50]

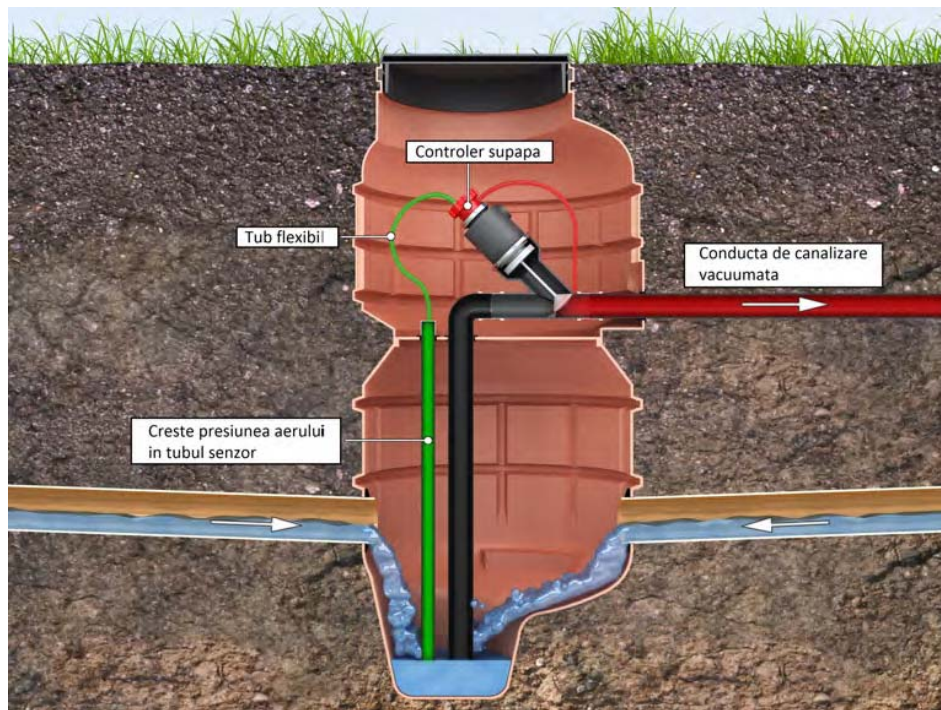


Fig. 2.5 Modul de funcționare a camerei colectoare

În acest mod, apa uzată este colectată și transportată de la căminul colector la rezervorul stației de vacuum. Scurgerea gravitațională de la casă la bazin are diametrul DN 200 mm. Secțiunea diametrului de DN 200 din linia de scurgere a casei servește ca volum de stocare în caz de urgență. Lungimea acestei secțiuni este ajustată pentru a furniza volumul necesar pentru stocarea de urgență.

În cazul camerelor de colectare **ISEKI** (Figura 2.6), apele uzate sosesc, prin conducte gravitaționale normale, în secțiunea inferioară a bazinului sau a camerei de colectare ca pentru căminul de acces dintr-un sistem gravitațional convențional.

Pe măsură ce nivelul efluentului din secțiunea inferioară a bazinului se ridică, aerul este captat într-o conductă denumită „conductă senztor”, presiunea lui crescând odată cu nivelul efluentului.

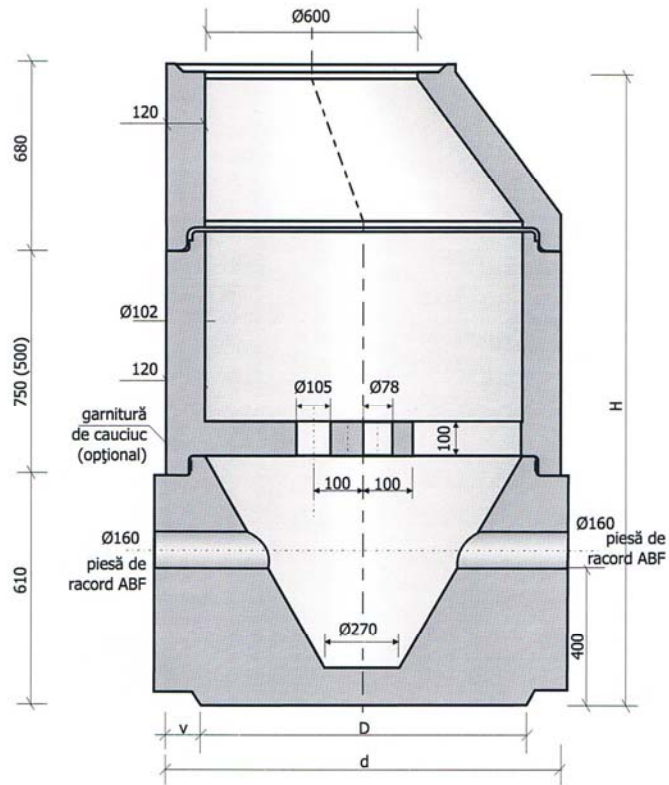
Această creștere a presiunii aerului este apoi transferată, printr-un tub flexibil, în secțiunea superioară a supapei de interfață, denumită „controler”.

În timp, această presiune devine suficient de mare pentru a opera un întrerupător aflat în interiorul controlerului, care apoi permite transferul presiunii negative în partea principală a supapei, cauzând deschiderea acesteia.

Cu supapa în poziție deschisă, aerul la presiune atmosferică acționează la suprafața lichidului din bazinul de colectare, forțând accesul apelor uzate în „conducta de aspirare”, pe lângă supapa de interfață și spre rețeaua conductelor de canalizare.

Atunci când toate apele uzate au fost evacuate din bazinul de colectare, supapa rămâne deschisă o scurtă perioadă de timp pentru a permite accesul aerului la presiune atmosferică să intre în rețeaua de conducte de canalizare.

Supapa se închide acționată fiind de un arc, încheindu-se astfel un ciclu de funcționare. [69],[89]



Denumire	cămin de vid
Diametrul interior (D)	1000
Diametrul exterior (d)	1300
Adâncime de montaj (H)	2040/1790
Grosime perete	150
Greutate (kg)	2600/2350

Notă: cămin de vid folosit la sisteme ISEKI

Fig. 2.6 Cameră de colectare ISEKI

2.2.3 Vana de vacuum

Vana de vacuum se află amplasată într-o cameră separată deasupra bazinului de colectare și este controlată pneumatic (fără energie electrică pentru

funcționare), fiind montată separat de bazinul de colectare pentru a rămâne curată, uscată și a fi ușor accesibilă pentru întreținere. Când vana este deschisă apa uzată este aspirată din bazin și trimisă către stația de vacuum. [69]

2.2.4 Conducele sistemului vacuumat de canalizare

Conducele sistemului de canalizare vacuumat (Figura 2.7) creează o rețea ce conectează camerele de colectare la o stația centrală de vacuum. [84],[91]

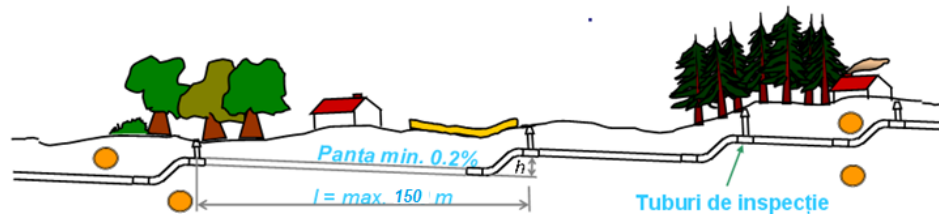


Fig. 2.7 Rețeaua de conducte a canalizării vacuumate

Pentru rețelele de canalizare vacuumată este necesară proiectarea conductelor cu profil de "dinți de fierăstrău" (Figura 2.8), deoarece acest profil garantează un mijloc sigur de transport al apelor uzate și asigură crearea dopurilor/pungilor de apă necesare funcționării sistemului.[56]

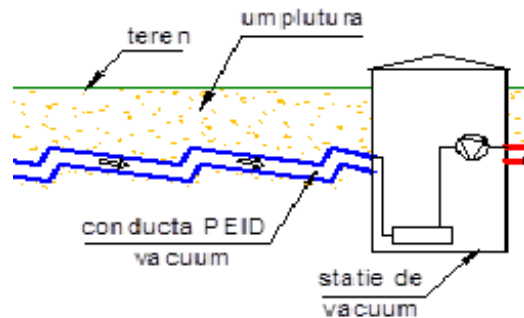


Fig.2.8 Profil longitudinal teoretic al sistemului vacuumat de canalizare cu stație de vacuum

Conducele canalizării cu vacuumate urmărește profilul terenului. Acestea sunt pozate sub adâncimea de îngheț, cu o pantă de minim 0,2 %. Profilul creat de aceste conducte capătă forma unor dinți de fierăstrău cu ajutorul lifturilor plasate pe rețea din maxim 150 în 150 m. Aceste lifturi sunt realizate atât pentru revenirea la adâncimea de îngheț, cât și pentru refacerea dopurilor de apă necesare transportului optim prin rețea. Cu ajutorul lor se poate evita cu ușurință obstacolele apărute pe

rețea. Acest lucru nu este ușor de realizat în cazul canalizării gravitaționale, unde pentru evitarea unor obstacole mai mari se poate apela la instalarea unor stații de pompare, necesare și în cazul în care se ajunge la adâncimi mari de săpătură.

Căminele de vizitare în cazul canalizării gravitaționale sunt înlocuite, în cazul canalizării cu vacuum, de conducte de inspecție amplasate din 100 în 100 m. Conducele au diametrul mic și sunt necesare pentru diagnosticarea cu precizie de până la 1 m a eventualelor avarii apărute pe rețea.

Îmbinările și fittingurile rețelei sunt sudate cu solvent sau sunt îmbinate cu inel de cauciuc pentru conductele de PVC sau sudate prin electrofuziune pentru conductele din PEHD pentru a evita crearea de inele interioare ce duc la pierderi de presiune prin frecare.[91],[92],[93],[94]

Conducele au o pantă descendentă generală față de stația de vacuum, cu excepția ridicărilor verticale, care ajută la menținerea adâncimilor mici ale șanțurilor de pozare. Nu există cămine de vizitare și nici stații de pompare pe întreg sistemul canalizării cu vacuumte.

2.2.5 Stația de vacuum

Stația de vacuum, redată în Figura 2.9, este alcătuită din clădirea care adăpostește pompele de vacuum și tabloul electric de comandă și control, rezervorul de vacuum și un sistem de purificare a aerului evacuat din sistemul de canalizare, asigurat de un biofiltru.[69]



Fig. 2.9 Stația de generare a depresiunii (stația de vacuum) 1 - clădirea stației de vacuum; 2 - Rezervor de vacuum ingropat; 3 - biofiltrul de aer; 4 - camera de colectare condens rezultat din biofiltru

Stația de vacuum este considerată ca fiind inima sistemului de colectare cu vacuum. Echipamentul instalat este similar cu cel al unei stații convenționale de

pompare a apei uzate sau a unei stații de ridicare a presiunii, excepție fiind dată de faptul că vacuumul este aplicat rezervoarelor de vacuum etanșe.

Stațiile de vacuum asigură vacuumul necesar în sistemul de colectare prin intermediul pompelor de vacuum, colectează apele uzate în unul sau mai multe rezervoare și le deversează apoi apele uzate colectate către stația de epurare din apropiere sau către o altă rețea de canalizare gravitațională din vecinătate.

Rezervoarele de vacuum sunt executate din oțel cu straturi de protecție. Acestea sunt terminațiile sistemului de canalizare cu vacuum deoarece apa uzată este evacuată din ele forțat, cu ajutorul pompelor de apă uzată.

Pompele de vacuum crează o presiune negativă de aproximativ $-60 \div -70$ kPa. Rezervoarele cu vacuum pot fi localizate în interiorul clădirii sau sunt îngropate în afara stației de vacuum. Din punct de vedere constructiv, acestea pot fi verticale sau orizontale și în mod uzual se montează îngropat sau semiîngropat lângă stația de vacuum. Sunt confecționate din oțel de 10 mm vopsite epoxi, iar interiorul lor este realizat cu o vopsea cauciucată. Recipienții sunt autoportanți și se pot îngropa direct în pământ.

Temperatura în clădirea stației de vacuum trebuie să fie sub 35°C pentru a preveni deteriorarea echipamentelor electrice sau mecanice. În consecință este necesar un sistem de ventilație al camerei sau un sistem de aer condiționat.

Lângă clădirea de vacuum se montează biofiltrul și camera colectoare, ambele fiind îngropate. Biofiltrul este o construcție cilindrică sau rectangulară cu adâncime mică de 1,5 m, care este umplut cu materiale absorbante (scoarța de copac sau zegras), care nu aduc prejudicii mediului înconjurător. Condensul din biofiltru este captat de o camera colectoare și care vor fi reintroduse în sistem.

Obiectele vitale din stația de vacuum sunt întotdeauna dublate pentru a se asigura funcționarea acestora în orice împrejurare. Întotdeauna pompele de vacuum și cele de evacuare vor fi prevăzute cu câte o rezervă.



Fig. 2.10 Sistem de canalizare cu vacuum realizat în Borș, județul Bihor

În România sistemul de canalizare cu vacuum este relativ nou. O aplicație se regăsește în județul Bihor, în localitatea Borș (Figura 2.10), sistemul fiind realizat cu o lungime de aproximativ 8,5 km și cu racorduri pentru aproximativ 130 de gospodării.

2.2.6 Pompele de evacuare

Pompele de evacuare au rolul de a refula apele uzate menajere colectate în bazinul vacuumat din stația de vacuum, către:

- o stație de epurare proprie localității;
- o rețea de canalizare gravitațională clasică cu stație de epurare.

2.2.7 Stația de epurare

Stația de epurare reprezintă ansamblul de construcții și instalații, în care apele de canalizare sunt supuse proceselor tehnologice de epurare, care le modifică în așa mod calitățile, încât să îndeplinească condițiile prescrise, de primire în emisar și de îndepărtare a substanțelor reținute din aceste ape.

Obiectivul principal al epurării apelor uzate menajere îl constituie îndepărtarea substanțelor în suspensie, coloidale și în soluție, a celor toxice, a microorganismelor etc. din apele uzate, în scopul protecției mediului înconjurător (aer, sol, emisar etc.).

În prezent, stațiile de epurare pot fi clasificate în următoarele mari categorii:

- Orășenești / comunale;
- industriale.

Stațiile de epurare orășenești/comunale primesc spre epurare ape uzate menajere, apele industriale preepurate și meteorice, apele de drenaj și de suprafață, în proporții variabile. O dată cu industrializarea puternică a centrelor populate, se poate considera că nu mai există stații de epurare care tratează numai ape uzate menajere.

Stațiile de epurare industriale tratează numai apele industriale.

Epurarea în comun a apelor uzate orășenești / comunale cu cele industriale este avantajoasă uneori, mai ales atunci când ultimele sunt în cantități mult mai mari decât cele ce intră, în mod normal, în apele uzate orășenești.

În condițiile în care poluanții evacuați în apele de suprafață nu sunt prea mari, în apele receptorului se desfășoară un proces natural de epurare (autoepurare). Acest proces este în general lent și are loc în mod diferit în funcție de debitul/volumul de apă uzată evacuat, tipul și cantitatea/concentrația poluanților, debitul/volumul receptorului și de condițiile specifice pe care le prezintă receptorul. Pentru protecția apelor de suprafață receptoare, evacuarea apelor uzate este permisă, în cele mai multe cazuri, numai după ce acestea au fost epurate în instalații speciale de epurare.

Aceste instalații (construite sau adaptate pentru acest scop) realizează accelerarea proceselor de epurare naturală și/sau folosesc diverse procedee fizico-chimice pentru diminuarea cantității/concentrației poluanților pe care îi conține apa uzată, astfel încât să fie respectate condițiile de evacuare impuse prin reglementările în vigoare (NTPA001/2005 sau prin avizul/autorizația de gospodărire a apelor).

În funcție de tipul și tehnologia de epurare folosită, se pot întâlni instalații de epurare a apelor uzate, cu costuri și performanțe de epurare diferite. Pentru a respecta condițiile de evacuare impuse, o sursă de poluare trebuie să se aleagă tehnologiile și instalațiile adecvate, astfel încât efluentul stației de epurare să aibă caracteristici cantitative și calitative corespunzătoare.

Schema tehnologică a unei stații de epurare pentru apele uzate menajere și a celor meteorice este redată în figura 2.11.[19],[28],[48],[64],[75],[80],[81]

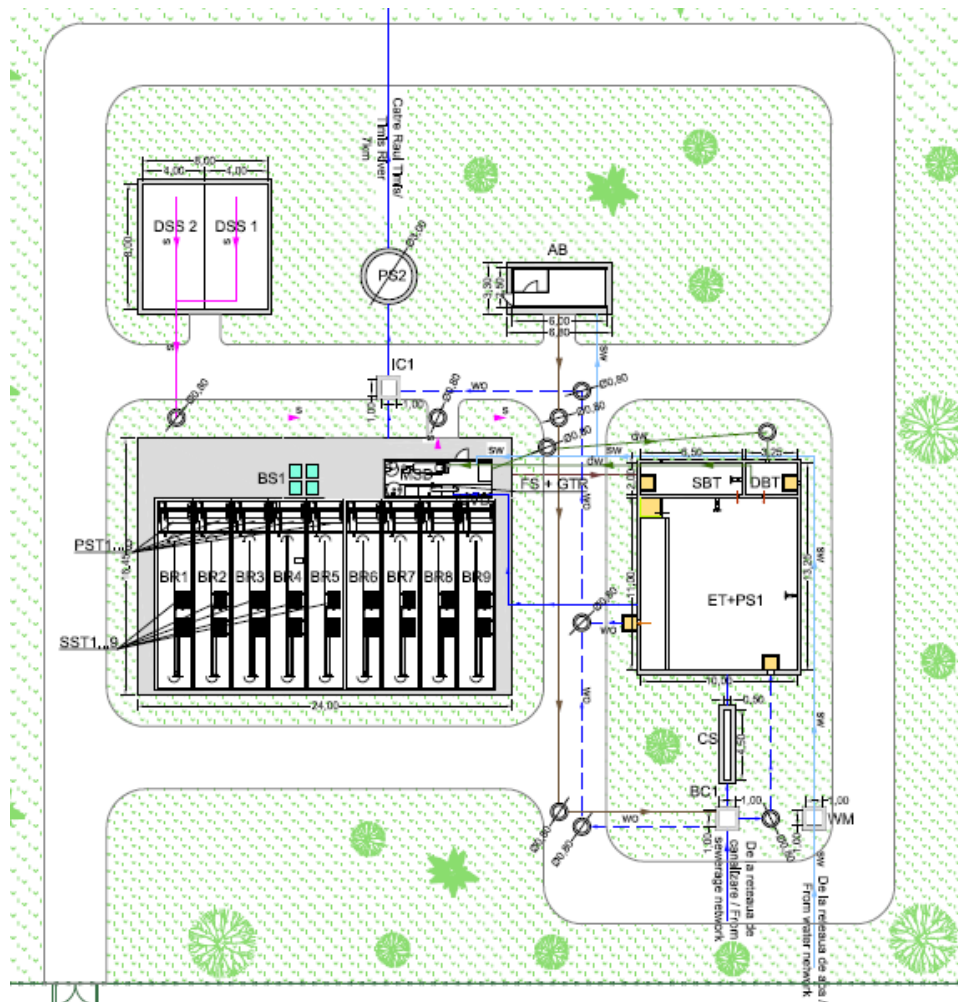


Fig. 2.11 Plan Stație de epurare

2.2.7.1 Grătarele dese

Grătarul des este un obiect tehnologic prevăzut cu curățare mecanizată, iar evacuarea materiilor sitate se va face într-un container mobil amplasat deasupra canalului de grătar.

Funcționarea grătarului va fi automatizată, proces făcut cu ajutorul unui temporizator și a unui traductor de nivel amplasate în canal.

Apa uzată va trece prin canalul de grătar mare cu curățare automată spre bazinul de egalizare/omogenizare, iar în momentul în care acest canal va fi scos din funcțiune apa uzată va fi direcționată printr-o conductă, direct în bazinul de egalizare-omogenizare.

2.2.7.2 Bazin de egalizare/omogenizare + Stație de pompare apă uzată

Pentru ca stația de epurare să fie alimentată cu un debit cât mai constant posibil, s-a luat în calculul de dimensionare al stației de epurare debitul uzat zilnic mediu, în timp ce variațiile și fluctuațiile de debit din timpul zilei și al nopților vor fi preluate și transformate în debite constante de un bazin de omogenizare/egalizare.

Bazinul de omogenizare/egalizare a fost prevăzut pentru a prelua variațiile de debite influente în stația de epurare, pe timpul unei zile, pentru a asigura un debit continuu influent în obiectele tehnologice din aval și pentru a evita perioadele fără debite de apă uzată.

Bazinul de egalizare va avea un volum V , construit îngropat și acoperit cu placă din beton prevăzută cu guri de acces. Bazinul va fi echipat cu un grătar cu curățare manuală, tip coș, pentru by-passul canalului de grătar, un mixer submersibil pentru omogenizare și evitarea procesului de sedimentare. Pentru pomparea apei uzate vor fi montate pompe. Pentru ajustarea și controlul debitului de apă, pompele vor fi prevăzute cu convertizoare de frecvență și debitmetre.

2.2.7.3 Unitate compactă de degrosare: Unitate de sitare și desnisipator

Scopul acestei unități este acela de a îndepărta particulele de materii solide mai mari de 0,2 mm, într-un procent de cel puțin 70-90%. După ce apa uzată parăsește grătarul des, aceasta intră prin intermediul bazinului de egalizare și a stației de pompare în unitatea de degrosare, prin unitatea de sitare, urmată de camera de desnisipare, unde toate materiile solide sunt reținute și îndepărtate. Unitatea integrată de presare și transport, reduce umiditatea materiilor sitate reținute cu peste 15% și le evacuează într-un container mobil. Apa uzată fără materii solide grosiere este evacuată într-un bazin de stocare apă de unde prin pompare este trimisă în modulul mecano-biologic. În timp ce un șurub transportor extrage nisipul reținut în desnisipator, acestuia i se reduce umiditatea și la final este evacuat prin intermediul unui container.

Instalația compactă va fi poziționată suprateran, într-un modul tehnologic formă containerizată. În același container vor fi montate instalația de deshidratare a nămolului, instalația de dozare precipitat și instalația de dezinfecție cu UV.

2.2.7.4 Decantoare primare

Decantoarele primare vor fi incluse în modulele de epurare mecano-biologice și vor avea o eficiență de îndepărtare a materiilor solide de 50 – 60%. Decantoarele primare vor fi alimentate prin pompare din bazinul de stocare apă sitată. Aceasta va avea rolul și de îndepărtare a grăsimilor flotante. Nămolul primar va fi îndepărtat prin pompare de către o pompă cu $Q = 2.5mc/h$, $H = 4$ m. Evacuarea grăsimilor se va face gravitațional către bazinul de stocare nămol.

2.2.7.5 Epurarea Secundară – Bioreactor

Bioreactorul epurării secundare are rolul de a asigura încadrarea parametrilor de calitate la cerințele impuse prin NTPA 001/2005 și NTPA 011/2005.

Epurarea biologică a apei uzate se va realiza în unități containerizate, prevăzute cu:

- sistem de aerare cu bule fine pentru îndepărtarea substanței organice biodegradabile și nitrificarea apei uzate
- sistem de mixere pentru circulație și denitrificare
- sondă de oxigen dizolvat
- sondă de materii solide

Vor fi prevăzute mai multe module biologice pentru a asigura epurarea biologică a apei uzate.

2.2.7.6 Decantoarele secundare

Amestecul de apă uzată și nămol biologic trece în decantoarele secundare lamelare unde au loc procese de sedimentare. Decantoarele secundare vor fi integrate în modulul mecano-biologic și vor fi echipate cu blocuri lamelare. Evacuarea apei se va face gravitațional, continuu, iar evacuarea nămolului va fi ciclică, automatizată prin pompare în bazinul de stocare nămol. Nămolul sedimentat este recirculat parțial în bazinul cu nămol activat, iar nămolul în exces este evacuat automat în bazinul de stocare nămol.

Modulele în care vor fi amplasate cele 3 obiecte tehnologice (decantoare primare, bazine biologice și decantoarele secundare) sunt tip container, izolate termic și montate pe o fundație cu radier din beton armat. Fiecare modul va funcționa independent și deci punerea în funcțiune a stației poate fi făcută etapizat.

2.2.7.7 Dezinfecția cu ultraviolete

Pe conducta de evacuare a apei de la decantoarele secundare, va fi prevăzută o unitate de dezinfecție cu UV, amplasată în modulul tehnologic de echipamente. Apa epurată este evacuată gravitațional din unitatea de dezinfecție și va fi măsurată cu ajutorul unui debitmetru amplasat înainte de evacuarea în căminul de evacuare și mai departe în stația de pompare a apei epurate.

2.2.7.8 Stația de suflante pentru Bioreactor

Stația de suflante pentru bioreactor va fi amplasată în vecinătatea modulelor mecano-biologice și asigură necesarul de aer pentru procesele biologice din zona de nitrificare. Aerul va fi asigurat de mai multe suflante cu rotoare profilate active, plus o suflantă de rezervă, prevăzute cu convertizoare de frecvență pentru reglarea debitului de aer. Debitul de aer va fi ajustat în funcție de concentrația de oxigen dizolvat din bazinele de nitrificare, astfel ca în timpul funcționării trebuie menținută o concentrație de 2 mg/l pe toată durata de funcționare, în zona aerobă. Distribuția aerului de la stația de suflante la panourile de aerare se realizează prin țevi de oțel inoxidabil.

2.2.7.9 Cămin de intersecție și evacuare apă epurată

Căminul de intersecție și evacuare apă epurată va fi o structură construită cu scopul de a prelua apa uzată din canalul general de ocolire al stației de epurare, dar și de a prelua apa epurată evacuată din stația de epurare.

2.2.7.10 Stația de pompare apă epurată

Stația de pompare a apei uzate epurate va fi amplasată după căminul de intersecție și evacuare a apei epurate. Stația de pompare va fi construită din beton armat, de formă circulară sub cota terenului natural. Ea va fi echipată cu pompe submersibile active plus una de rezerva, ce vor evacua apa în emisar. Pompele vor fi prevăzute cu convertizoare de frecvență, iar pe conducta de refulare se va monta un debitmetru electromagnetic pentru măsurarea debitelor efluente din stația de epurare.

2.2.7.11 Prelucrarea Nămolului – Bazin tampon pentru nămolul primar și în exces

Pentru ca procesul de deshidratare să aibe loc continuu, fără să fie afectat de ciclurile de alimentare ale utilajelor, a fost prevăzut un bazin cu rol de stocare (tampon). Bazinul propus are o capacitate de stocare pentru o zi și va fi executat din beton armat, acoperit cu o placă de beton, prevăzută cu capac metalic pentru acces.

2.2.7.12 Deshidratarea mecanică a nămolului

Deshidratarea mecanică a nămolului va fi asigurată de o unitate de deshidratare, ce va crește conținutul de substanță uscată până la 35%. Pompa de alimentare a unității de deshidratare va pompa nămolul acumulat în bazinul tampon, în instalația de condiționare chimică și apoi în instalația de deshidratare.

Nămolul deshidratat se va evacua direct în containere, acestea fiind descărcate ulterior în depozitul de stocare temporară a nămolului deshidratat.

Instalația de deshidratare împreună cu instalația de preparare și dozare polielectrolit vor fi amplasate în modulul tehnologic împreună cu instalația de sitare și desnisipare.

Supernatantul va fi colectat prin canalizarea din incinta stației de epurare și reintrodus în treapta de epurare.

2.2.7.13 Stocarea nămol deshidratat

Suprafața de stocare a nămolului deshidratat a fost dimensionată astfel încât să asigure depozitarea temporară a nămolului pentru o perioadă de aproximativ 2 luni. Această zonă va fi acoperită, astfel încât apa rezultată din precipitații să nu se infiltreze în nămolul deshidratat, generând volume semnificative de supernatant și crescând umiditatea nămolului deshidratat mecanic. Suprafața

depozitului va fi împărțită în două compartimente, iar înălțimea selectată pentru depozitarea nămolului va fi de 1.0 m.

Supernatantul drenat de pe suprafața de stocare va fi colectat împreună cu supernatantul generat de procesul de deshidratare și condus către grătarul des pentru a fi epurată.

Apa necesară preparării polielectrolitului (numită și apă tehnologică), spălării instalației de deshidratare, cât și apa de spălare pentru grătarele dese din compartimentul de degrosare, este furnizată de la rețeaua de apă potabilă.

Pentru deservirea rutiera a obiectivelor proiectate în cadrul stației de epurare se prevede amenajarea terenului în jurul acestora. În incinta stației de epurare se prevede amenajarea unor platforme cu îmbrăcăminte din beton de ciment. În jurul fiecărui obiect se prevede realizarea unui trotuar, pentru circulația pietonală.

Sistemul rutier al platformelor din incinta stației de epurare este alcătuit din: 6 cm beton de ciment, 10 cm beton de ciment, 24 cm fundație din balast, 10 cm strat filtrant din nisip.

Scurgerea apelor pluviale de pe platforma din incinta stației de epurare se va face prin lucrări de sistematizare pe verticală.

Împrejmuirea stației se va face din panouri din plasă de sârmă zincată, montate pe stâlpi din beton, la distanțe de 4 m. Zona de protecție ecologică a amplasamentului stației de epurare se va realiza prin intermediul unei plantații cu pomi fructiferi. Plantațiile se vor realiza de-a lungul gardului, din interiorul stației.

Alimentarea cu energie electrică se va face din Postul de Transformare din interiorul stației de epurare prin intermediul unui cablu armat îngropat CYAby 5 x 4.

2.3 Colectarea apelor uzate în sisteme vacuumate

Sistemul de **canalizare vacuumat**, asigură transportul apelor uzate menajere la presiuni mai mici decât presiunea atmosferică ($p < p_{at}$). Acest sistem se recomandă în zonele de șes, pentru cartierele rezidențiale dezvoltate în vecinătatea centrelor populate urbane, în spațiile înguste cu construcții sensibile, în terenurile cu nivelul ridicat a apelor freatice sau în zonele istorice din cadrul centrelor populate [11],[19],[41],[42],[49],[51],[52]

2.3.1 Schemă al sistemului vacuumat de canalizare în funcție de dispunere

Sistemele vacuumate de canalizare se dispun în sistem ramificat (Figura 2.12), soluție avantajoasă sub aspectul investițiilor inițiale cât și al extinderilor ulterioare.

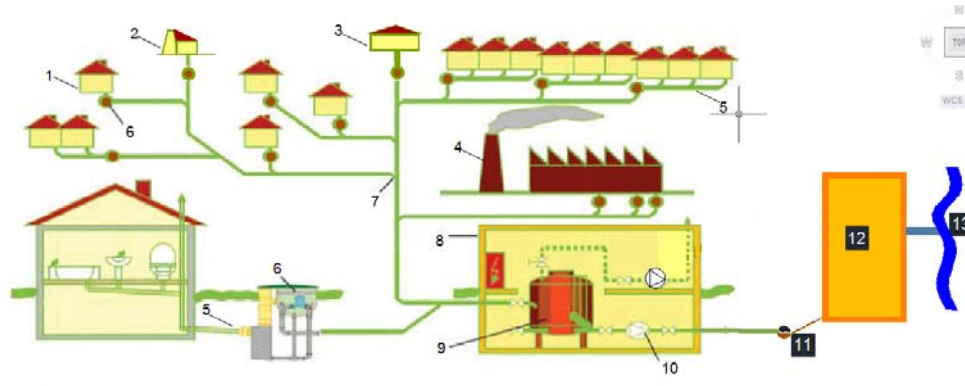


Fig. 2.12 Sistem ramificat de canalizare vacuumat

1 - gospodarii individuale; 2 - cladire social administrativa; 3 - complex agrozootehnic; 4 - unitate industiala; 5 - racorduri gravitaționale; 6 - cămine colectoare echipate cu supape de vacuum; 7 - rețea de canalizare vacuumată; 8 -stația de vacuum; 9 - rezervor de vacuum și stația pompelor de vacuum; 10 - pompe de evacuare apă uzată; 11 - conductă de refulare; 12- stație de epurare; 13 - emisar.

2.3.2 Scheme ale sistemului vacuumat de canalizare în funcție de tipul de racord

În funcție de amplasamentul imobilelor în planul de situație și de spațiul disponibil, racordurile pot să fie:

- În sistem direct de colectare (Figura 2.13) – cu racorduri individuale pentru fiecare imobil

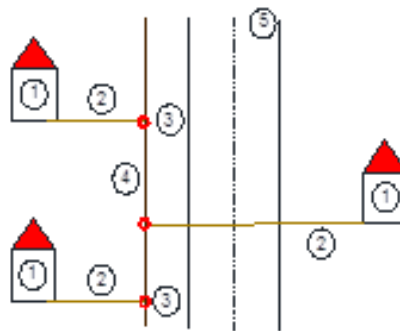


Fig. 2.13 Racord individual

1 - imobil de racordat; 2- conducta de racord gravitațional; 3- cămin de racord/ cameră de colectare; 4- conducta de canalizare vacuumată; 5- șosea/drum

- În sistem indirect de colectare – cu racorduri tip “pieptăne” (Figura 2.14), cu racordarea a 2-4 imobile la un singur cămin de racord/ cameră de colectare.

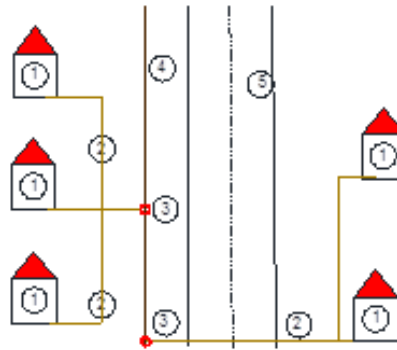


Fig. 2.14 Racord tip “pieptăne”
1- imobil; 2- conducta de racord gravitațional; 3- cămin de racord/ cameră de colectare; 4- conducta de canalizare vacuumată; 5- șosea/drum

Un cămin de racord/ cameră de colectare poate prelua apa uzată menajeră de la 1-5 gospodării sau 1-2 vile de tip P+1E, aferente a 1-15 persoane. În cazul unui bloc de locuințe de tip P+4E teoretic este necesar câte un cămin de racord/cameră de colectare/ coloana.

În funcție de pozarea conductei de canalizare vacuumată, aceasta poate fi pozată:

- conductă de canalizare vacuumată pe o parte a drumului/șoselei, cu racorduri care adună apa menajeră uzată de pe ambele părți;
- conductă de canalizare vacuumată pe ambele părți a drumului/șoselei, care colectează apa uzată menajeră de pe fiecare parte individual;
- conductă de canalizare vacuumată cu tronsoane aleatorii pe ambele sensuri a drumului/șoselei, cu subtraversare de drum/șosea și racorduri individuale, respectiv tip “pieptăne”.

3. Considerații teoretice

3.1 Dispoziția și amenajarea conductelor vacuumate

Dispozițiile de amenajare a conductelor vacuumate, în raport cu pantele naturale ale terenului (plat, cu pantă coborâtoare și în contrapantă) sunt redată sugestiv, în figura 3.1. Terenurile plate și cele în contrapantă, necesită, în cazul transportului vacuumat, un anumit tip de lifturi, pentru formarea și deplasarea dopului de apă și deci a vidului necesar deschiderii supapei de vacuum din căminul colector.

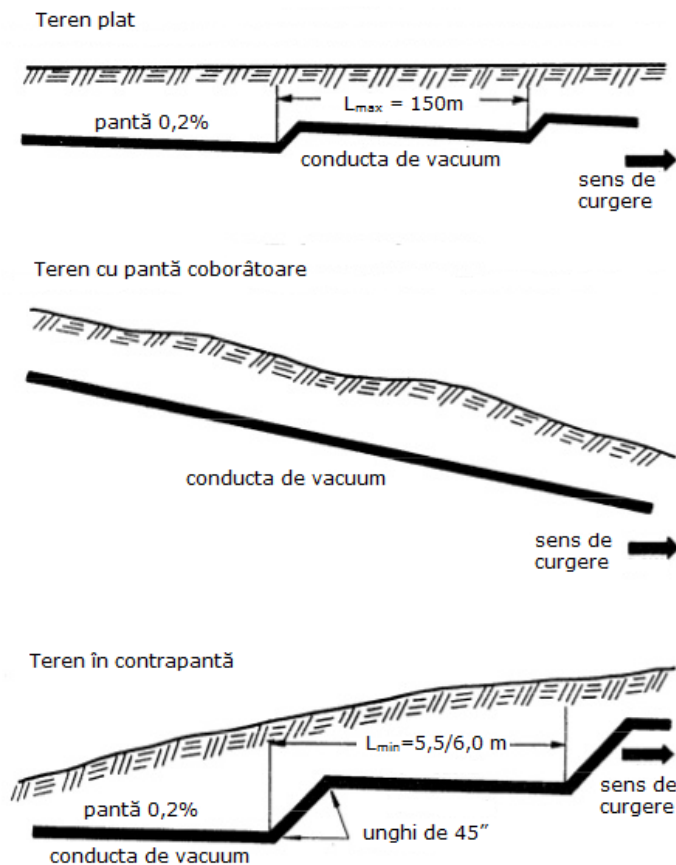


Fig. 3.1 Dispoziția conductelor vacuumate în raport cu panta terenului

Atunci când lifturile sunt pline cu apă, până la cota de deversare, la aspirația unei anumite cantități de aer, dopurile de apă se vor deplasa succesiv spre stația de vacuum, până când, la capătul de linie se va asigura vidul necesar (0,75 bar) pentru deschiderea supapelor.

Funcționarea sistemelor vacuumate de canalizare este determinată de mărimea pierderile de vacuum, în regim static și dinamic de funcționare, produse de lifturile amenajate (închise și deschise), de frecările apei cu pereții conductelor de transport și de aerul aspirat la deschiderea supapelor de vacuum.

3.2 Pierderi de presiune în sistemele de lifturi

Pierderile de vacuum, în regim dinamic de funcționare, sunt cauzate de frecările dintre fluidul transportat cu peretele conductei, dar și de aspirația aerului, la deschiderea supapelor de vacuum din căminele colectoare de ape uzate.[56]

Pierderile de vacuum, în regim static, sunt determinate de mărimea vacuumului, în cazul în care apa staționează, supapele de vacuum sunt închise și dopul de apă a cedat.

Pierderile totale ale presiunii vacuumetrice, în regim static de funcționare sunt date de diferența dintre presiunea din rezervorul de vacuum și presiunea din punctul de colectare, cel mai îndepărtat, situat înainte de supapa de vacuum.

Sistemele de lifturi pot fi închise (Figura 3.2) sau deschise (Figura 3.3). Liftul se consideră închis dacă $v >= d / \cos \alpha$

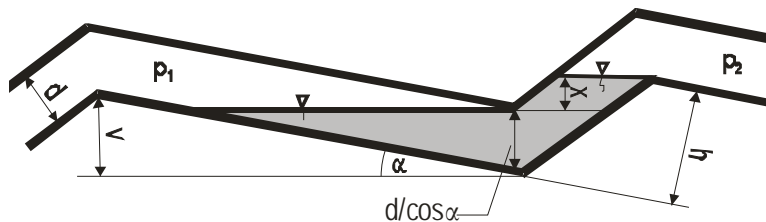


Fig. 3.2 Sistem de lift închis/înecat – teren plat orizontal

Liftul se consideră deschis dacă $v <= d / \cos \alpha$

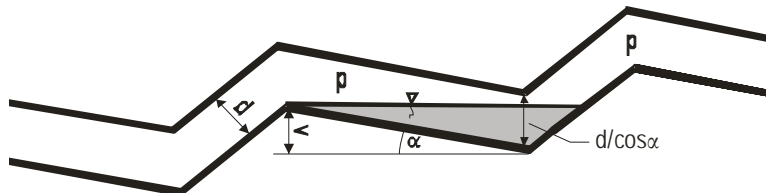


Fig. 3.3 Sistem de lift deschis/neînecat – terenuri plate și cu contrapantă

În cazul sistemelor deschise, diferența de presiune, între nivelele din amonte și aval, nu se formează datorită faptului că apa nu acoperă întreaga secțiune a conductei. [7],[8],[9],[11]

Pentru calculul pierderilor totale de vacuum, în regim static, trebuie luate în considerare numai pierderile de vacuum realizate la fiecare lift. Se presupune că pe o ramura dată, în care se realizează aceleași nivele ale „dopurilor” de apă, pierderile totale de vacuum fiind aceleași, la proiectare, se vor lua în considerare numai situațiile nefavorabile.

Lifturile pot funcționa înecate sau neînecate.

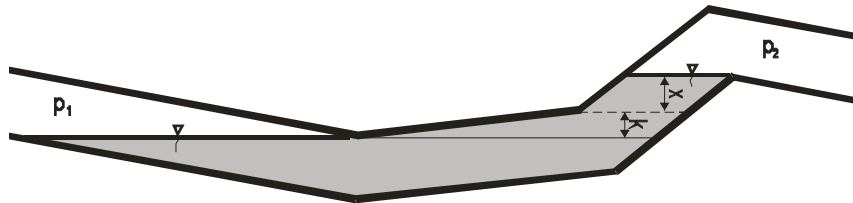


Fig. 3.4 Schema de calcul pentru pierderea de presiune, la un tronson cu contrapantă, racordat la un sistem de tip lift

Pierderea de presiune vacuumată în regim static de funcționare pentru sistemele de lifturi închise (Figura 3.2), se poate determina cu relația:

$$\Delta p_{stat} = \rho \cdot g \cdot x = \rho \cdot g \cdot [\cos(45 + \alpha) \cdot \sqrt{2} \cdot (h - d) - \sqrt{2} \cdot d \cdot \sin \alpha] \quad (1)$$

În cazul lifturilor deschise (Figura 3.3) nu au loc pierderi de presiuni vacuumte. Dacă au loc modificări de nivel, neconectate la un sistem de tip lift, în cazul în care $k \leq d$, pierderea de presiune vacuumată în regim static se poate determina cu relația:

$$\Delta p_{stat} = \rho \cdot g \cdot (k - d) \quad (2)$$

Dacă modificarea de nivel este mai mică decât diametrul conductei ($k < d$), va avea loc o pierdere de presiune, în cazul în care modificarea de nivel este urmată de un sistem de lift.

Modificările de nivel de pe fațetele unui lift vor determina pierderi ale presiunilor vacuumetrice, dependente de nivel k , care se pot stabili cu relația:

$$\Delta p_{stat} = \rho \cdot g \cdot (k + x) \quad (3)$$

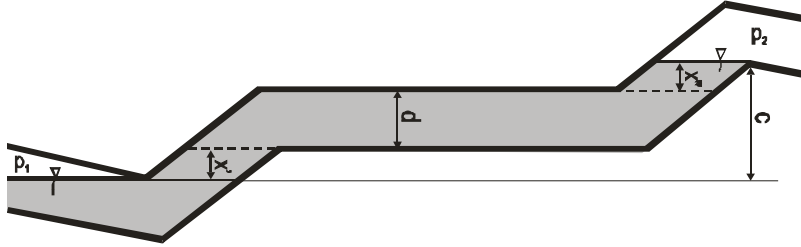


Fig. 3.5 Schema de calcul pentru pierderea de presiune la doua sisteme de tip lift, racordate la un tronson orizontal de conductă

În cazul lifturilor racordate printr-o conductă orizontală (Figura 3.5), ascendentă (Figura 3.4) sau descendentă (Figura 3.2), sistemul va funcționa ca un sistem de lift complet, pierderea presiunii vacuumertice, în regim static de funcționare va fi influențată de diferența de nivel c , calculată cu relația:

$$\Delta p_{stat} = \rho \cdot g \cdot c \quad (4)$$

Valoarea totală a pierderilor de presiune vacuumetrică, în regim static de funcționare se va stabili ca fiind suma a pierderilor de presiuni vacuumetrice de la lifturi, de modificările de nivel și de cele rezultate din diferitele combinații, conform relației:

$$\begin{aligned} \sum \Delta p_{stat} &= \sum_{i=1}^n \rho \cdot g \cdot x_i + \sum_{j=1}^m \rho \cdot g \cdot k_j - l \cdot \rho \cdot g \cdot d + \sum_{k=1}^z \rho \cdot g \cdot c_k = \\ &= \rho \cdot g \cdot \left\{ \sum_{i=1}^n \left[\cos(45 + \alpha_i) \cdot \sqrt{2} \cdot (h_i - d) - \sqrt{2} \cdot d \cdot \sin \alpha_i \right] + \sum_{j=1}^m k_j - l \cdot d + \sum_{k=1}^z c_k \right\} \end{aligned} \quad (5)$$

în care: ρ este densitatea apei uzate;
 g – accelerația gravitațională;
 x_i – nivelul apei reziduale care va determina pierderea de presiune vacuumetrică în cazul unui lift "i";
 k_j – valoarea modificării nivelului;
 c_k – valoarea modificării nivelului în cazul a două sisteme tip lifturi cuplate între ele cu o treaptă de conductă;
 n – numărul tipurilor de lifturi închise;
 m – modificările de nivel care determină pierderi de presiuni vacuumetrice;
 l – modificările de nivel conectate la un sistem tip lift care determină pierderi de presiuni vacuumetrice;
 z – numărul sistemelor de lifturi interconectate;
 h_i – distanța dintre treptele paralele în cazul unui sistem de tip „lift”;

α – unghiul dintre tubulatură și orizontala terenului.

În cazul în care raportul apa-aer se deplasează mai mult în favoarea apei, pierderea de presiune vacuumetrică depinde numai de distanța măsurată între cele două capete ale dopului de apă, iar pentru accelerarea dopurilor de apă, devenite mai grele se recomandă luarea unor timpi de staționare mai mari.[9],[11],[39]

3.3 Regimurile de transport în colectoarele vacuumate

Regimurile de transport în colectoarele vacuumate sunt următoarele:[1],[2],[3],[4],[20],[21],[22],[25]

- Transport cu conducta plină
- Transport în valuri
- Transport cu dopuri și blocuri
- Transport bifazic/ cu două faze

3.3.1 Transportul cu conducta plină

În acest caz conducta este plină de lichid, care este aspirat sub forma unei coloane continue, sub presiunea vidului care acționează în partea frontală și a presiunii atmosferice care acționează în partea posterioară. În acest tip de transport, lichidul este transportat încet, mare parte din presiunea hidrostatică existentă pierzându-se datorită fricțiunii.[4],[6],[17]

Dezavantajele acestui tip de transport sunt date de lungimea mică a conductelor de vid, lipsa presiunii și riscul de depunere a materiilor solide.

Transportul cu conducta plină este greu de realizat în practică, întrucât de multe ori din lichid se degajă gaze, care sunt transportate datorită presiunii negative. De asemenea, este dificil să se împiedice pătrunderea aerului în conducte la momentul intrării lichidului în sistem. Adeseori așa-numitele sisteme cu conducta plină sunt în realitate sisteme de transport cu 2 faze, cu un raport aer/lichid scăzut.

3.3.2 Transportul în valuri

Acest tip de transport apare acolo unde debitele mici și continue intră în canalele colectoare cu vid cu o capacitate de câteva ori mai mare decât supapa de admisie. Transportul lichidului se face datorită vitezei inițiale, ajutată de forța de frecare dintre aerul care se mișcă mai repede deasupra lichidului. Acest tip de curgere este asociat adeseori cu sistemele marine, în cadrul cărora sunt pompate sau aspirate cantități mari de apă din rezervoarele de stocare cu ajutorul unei supape de interfață cu Dn 90 mm, cu un canal colector cu diametru mult mai mare.

3.3.3 Transportul cu „dopuri” și „blocuri”

Avantajul principal al sistemelor mai vechi care foloseau transportul cu dopuri era dat de faptul că un astfel de „dop” sau „bloc” de lichid curgea prin conductă la viteză mare și se dezintegra rapid, formând o spumă. Aceste sisteme

cuprindeau în mod obișnuit „reformatoare de dopuri” sau „buzunare de transport”, adică de fapt regenerare de transport cu 2 faze.

Modelele de transport mai vechi cu dopuri erau sisteme în care dopurile se dezintegrau rapid în spumă (transport cu două faze). Chiar dacă luăm în considerare doar microsecunda în care „dopul” era împins cu o mare accelerație în afară, în esență acesta rămâne tot un sistem cu două faze. Expresia „transport cu dopuri” descrie simplist acest mod pentru transportul lichidului.

3.3.4 Transportul bifazic

Toate tipurile de transport experimentate într-un sistem de colectare a apei uzate cu vid vor fi considerate în mod strict ca fiind transport bifazic. Totuși, în trecut această expresie se aplica numai sistemelor de transport cu vid unde raportul aer/lichid era mai mare de 2:1. În sistemul Iseki acest raport variază de la 6:1 în unele instalații până la 7,5:1 în altele. [36],[62],[63],[66]

Raportul aer/lichid este ajustat prin varierea timpului cât este menținută deschisă supapa de vid. Ajustarea timpului se face printr-o supapă cu ac, integrată în sistemul de control cu supape.

3.4 Regenerarea transportului bifazic

Transportul cu 2 faze este generat inițial la supapa de vacuum de interfață și căminul colector. Vizual transportul cu 2 faze se prezintă sub forma unei spume care se mișcă în interiorul unui canal colector cu vacuum cu o viteză de până la 6 m/s. Aerul trece treptat în spumă, după care spuma redevine lichid, care trece gravitațional către una dintre secțiunile joase ale sistemului.

Profilul este proiectat în general astfel încât lichidul care ajunge în secțiunile joase ale sistemului să umple complet orificiul conductei. Aceste secțiuni joase sunt denumite „regeneratoare ale transportului cu 2 faze”. În anumite situații, de exemplu atunci când este necesară o „scară”, formată din câteva trepte/lifturi apropiate una de cealaltă într-o pantă ascendentă, toate treptele sunt proiectate astfel încât porțiunile lor joase să nu fie umplute complet cu lichid. În general, dacă într-o astfel de „scară” sunt necesare mai mult de 3 lifturi, distanța minimă dintre ele va fi de 6 metri.

Se observă și că prin folosirea atât a unor porțiuni joase închise, cât și libere/neînchise, se poate realiza un echilibru al regenerării transportului bifazic (porțiuni joase închise) și o optimizare a transferului de vacuum (porțiuni joase libere/deschise).[7],[8],[11],[63],[69]

3.5 Refacerea vacuumului

La fiecare deschidere a unei supape cu diametru de 90 mm, pătrunde o cantitate proaspătă de aer în canalul colector cu vacuum. Aerul, proaspăt introdus la presiunea atmosferică, ridică presiunea absolută din interiorul canalului colector cu vacuum, care trebuie să scadă rapid pentru ca restul supapelor de vacuum de interfață să funcționeze la cerere în restul sistemului.[10],[56],[63]

Factorii care influențează timpul de refacere a vacuumului sunt:

- 1) Capacitatea pompele de vid/vacuum;

- 2) Volumul intern al sistemului de canalizare cu vacuum;
 - 3) Cantitatea efluentului din canalele colectoare.
- La proiectarea unui sistem se iau în considerare toți factorii de mai sus.

3.6 Curgerea inversă

Curgerea inversă este fenomenul hidraulic care apare la ramificațiile dispuse în T întors, cu unghi de 90° , dar și la cele dispuse în Y, cu unghi de 45° , situate după un cot de întoarcere, la o distanță mai mică decât lungimea minimă admisă.

Fenomenul de curgere inversă, întâlnit în deosebi la ramificațiile în teu întors, a determinat multe probleme în funcționarea sistemelor vacuumate mai vechi.

În cazul în care considerăm un canal colector cu vid/vacuum cu o supapă închisă racordată la el printr-un teu, presiunea vidului din cele 3 brațe ale teului se află în echilibru (Figura 3.6). Când supapa este deschisă, lasă să pătrundă un dop de spumă în curgerea bifazică. Datorită coliziunii lichidului de peretele conductei și a vidului egal pe ambele părți ale teului, cantitatea de lichid se împarte în două părți aproximativ egale în cele două direcții. Jumătate va curge către stația de vacuum, iar restul va curge în sens invers. De aici termenul *curgere inversă* sau *curgere înapoi*.

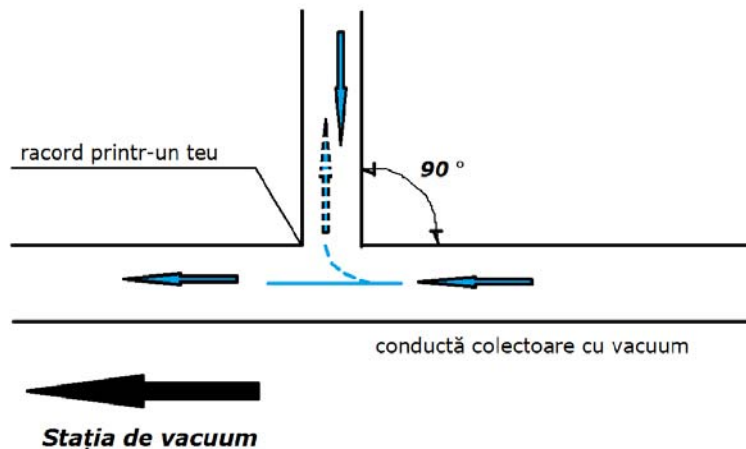


Fig. 3.6 Curgere inversă la coturi dispuse în teu întors, cu unghi de 90°

Ramificația în Y (Figura 3.7) nu elimină complet curgerea înapoi, dar o reduce la aproximativ 20% din cantitatea de lichid absorbită. O pantă mică în direcția de curgere contribuie și ea la reducerea efectelor curgerii inverse.

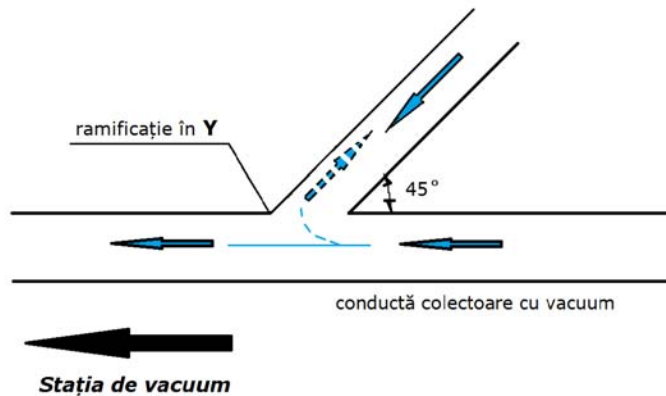


Fig. 3.7 Curgerea inversă la un racord dispus în **Y**, cu unghi de 45°

Curgerea inversă la racorduri dispuse în **Y**, cu unghi de 45°, poate să apară și atunci când amplasamentul acestuia se află după un cot de întoarcere la o distanță mai mică decât lungimea admisă pentru două lifturi consecutive la terenurile în contrapantă ($L < L_{\min} = 6,5$ m). Acest fenomen a fost observat în cadrul poligonului experimental (Figura 3.8) din hala/laboratorul Departamentului Hidrotehnica al Facultății de Construcții, din cadrul Universității Politehnica Timișoara.



Fig. 3.8 Curgere inversă la racordurile în **Y**, cu unghi de 45°, cu cot de întoarcere cu $L < 6,5$ m

Lichidul care curge invers poate parcurge distanțe considerabile de la punctul în care a pătruns în sistem și poate provoca inundarea sistemului, o situație în care sistemul conține mai mult lichid decât este de dorit.[6],[40],[84]

3.7 Stația de vacuum

3.7.1 Sistemul de conducte și supapele stației de vacuum

În general, sistemul de conducte din cadrul stației de vacuum poate fi împărțit în: segmentul de evacuare, format din conducte și fittinguri din fontă ductilă, ABS sau polietilenă, și segmentul de vid, realizat din ABS sau PVC.

Segmentul de evacuare cuprinde rețeaua de conducte dintre: vasul colector și intrările pompei pentru apa uzată și ieșirile pompei pentru apa uzată și conducta principală.

Ieșirile pompei trebuie prelungite cu 1 metru de la peretele stației de vacuum, astfel că materialul din care sunt făcute să se poată schimba în funcție de materialul ales pentru conducta principală.

Conductele și fittingurile vor fi îmbinate cu flanșe standard cu seturi de bolțuri galvanizate. Între toate flanșele se vor monta garnituri din cauciuc EPDM, conductele vor fi ancorate corespunzător prin brățări și suporturi din beton.

Sistemul conductelor din plastic vor cuprinde:

- Sistemul de conducte de la vasul colector până la pompele de vacuum;
- Conductele de evacuare a aerului de la pompele de vacuum până în atmosferă sau până la un biofiltru;
- Conductele instalate în jurul pompelor de vacuum;
- Conducta auxiliară de aspirație folosită pentru golirea jompului de drenaj din clădirea stației.

Sistemul va fi realizat din conducte din PVC sau din ABS. În sistemul conductelor de vacuum se vor folosi supape de oprire cu bilă și supape de reținere tip cu bilă. Conductele vor fi ancorate corespunzător cu ajutorul unor brățări de susținere.

Conducta suplimentară de aspirație se folosește pentru a permite evacuarea apei de spălare a jompului din clădirea stației. Jompul are în mod obișnuit dimensiunile de 400 mm x 400 mm x 300 mm adâncime. În mod normal nu este necesară instalarea unei supape de interfață în jomp. Este bine să se folosească o supapă acționată manual, care ar trebui să fie o supapă de oprire cu bilă, montată în poziția corespunzătoare pentru a fi ușor accesibilă pentru a fi acționată.

3.7.2 Vacuumetrele și dispozitivul de înregistrare cu bandă

Se vor monta vacuumetre la vasul colector și la fiecare canal colector cu vacuum care intră în acesta. Acestea vor avea diametrul de 150 mm și vor fi amplasate în așa fel încât să poată fi citite în timpul funcționării supapelor de pe canalele colectoare.

Vacuumetrele se montează adiacent supapelor de izolare racordate la vasul colector și indică presiunea vidului în fiecare canal colector, permițând monitorizarea vacuumului din sistem.

3.7.3 Pompele de vacuum

Este recomandată folosirea atât a pompelor cu inel de apă, cât și a pompelor de vacuum cu palete culisante.

3.7.3.1 Pompa de vacuum cu inel de apă

Pompele de acest fel pot funcționa continuu și au o productivitate absolută de -0,92 bar.

La pompa de vacuum cu inel de apă sau cu compresor se recomandă ca mișcarea să se facă numai într-un sens, deoarece funcționarea pistoanelor mecanice și a paletelor se realizează prin inelul de apă rotativ comprimant.

Acest principiu de funcționare face ca pomparea să se facă fără pulsații sau vibrații. Vitezele de rotație moderate, asigură o funcționare sigură și cu o întreținere minimă.

Pompa va fi fabricată cu un corp din fontă și un rotor din fier grafit sferoidal. Pompele vor fi montate cu o singură garnitură de etanșare.

3.7.3.2 Pompa de vacuum cu palete culisante

Pompele de vacuum cu palete culisante produc o gamă foarte largă de presiuni ale vidului.

Compresorul constă esențialmente dintr-un rotor montat excentric în interiorul unui cilindru. Paletele mobile sunt aranjate în așa fel încât să culiseze în șanțurile din rotor. Pe măsură ce rotorul se învâрте, sub efectul forței centrifuge, paletele vin în contact cu pereții cilindrului, formându-se o serie de celule de volume variabile. Într-o parte, prin creșterea în volum a celulelor, se creează vid, în timp ce în cealaltă parte, prin reducerea volumului celulelor aerului antrenat de palete este comprimat.

3.7.4 Rezervorul colector pentru apa uzată

Rezervorul colector pentru apa uzată din interiorul stației de vacuum va fi fabricat din oțel sudat sau din fibră de sticlă.

Rezervorul colector va fi proiectat ținându-se seama de următoarele criterii:

- Presiunea proiectată Vid complet
- Presiunea de lucru -0,8 bar
- Testat hidraulic la 1,5 bar G
- Temperatura proiectată între 0°C și 50°C
- Toleranța la coroziune 1 mm
- Finisajul protector minim Șlefuire interioară și exterioară cu alic
- Un strat de grund aplicat la interior și la exterior

Dacă se alege un vas din fibră de sticlă, specificațiile cu privire la performanța acestuia vor fi aceleași ca și pentru vasul din oțel, dar acesta nu va trebui șlefuit și vopsit.

3.7.5 Pompele de evacuare a apelor uzate

Pentru evacuarea apelor uzate sunt necesare (1A+1R) pompe de evacuare identice. Fiecare pompă va putea evacua apa uzată la o rată egală sau mai mare decât debitul de vârf de proiectat, calculat în condițiile de presiune hidrostatică în cadrul sistemului.

Se recomandă ca pompele să fie montate orizontal, în cămin uscat, din categoria modelelor cu șurub centrifugal. După fabricare și testare, fiecare pompă va fi grunduită și vopsită, cu un strat final de vopsea lucioasă pe bază de cauciuc clorinat sau cu o altă vopsea echivalentă cu aceasta.

Pompele vor fi montate într-o carcasă din fontă cu rulmenți, cu role, fie cu bile. Acești rulmenți trebuie proiectați în așa fel încât să suporte toate presiunile axiale și radiale pentru întreaga plajă de funcționare a pompei.

Elicea va fi în mod normal fabricată din fontă și va fi anti-colmatare, echilibrată static și dinamic și capabilă să lase să treacă sfere de cel puțin 75 mm. Elicea va fi atașată unui arbore motor din oțel foarte rezistent la întindere, fixat cu un cilindru din oțel călit care poate fi înlocuit.

Pompa va fi fixată cu garnituri de ulei spate în spate, cu șaibă de rezistență atât în fața cât și în spatele presetupei. Carcasa elicei va fi fabricată din fontă și va avea încorporată o gură de vizitare pentru curățarea pompei. Pompele vor avea extensii din fontă pentru a purta motoarele montate direct pe locașurile din oțel.

Dimensiunea motorului va fi hotărâtă de furnizorul pompei, în funcție de condițiile de presiune hidrostatică existentă. Modelul pompei va fi ales cu grijă astfel încât pompa să aibă puterea de pompare necesară în funcție de presiunea vidului. Producătorul va trebui să acorde o garanție de performanță.

3.7.6 Panoul electric de control

Echipamentele de pompare din interiorul stației de vacuum sunt controlate prin intermediul unui panou electric de control. Acesta va fi realizat conform comenzii clientului și va respecta standardele locale și naționale în ce privește tehnologia și componentele folosite.

4. Cercetări experimentale și studii de caz

4.1 Poligonul experimental pentru studiul și cercetarea sistemelor vacuumate de canalizare

Poligonul experimental, redat în Figura 4.1, pentru studiul și cercetarea sistemelor vacuumate de canalizare este realizat în hala laboratorului **Departamentului Hidrotehnica, din cadrul Facultății de Construcții al Universității Politehnica Timișoara.**



Fig. 4.1 Poligonul experimental pentru studiul și cercetarea sistemelor vacuumate de canalizare - **Departamentul Hidrotehnica, Facultatea de Construcții, UPT**

Are în componența sa următoarele construcții și instalații:
[37],[40],[41],[42],[56]

- 2 cămine de racord din beton ($D=1,00\text{m}$) cu inel inferior și de mijloc (Figura 4.2);
- 2 supape de vacuum ISEKI, montate în căminele de racord;
- tuburi PVC transparente ($D_n = 90 \text{ mm}$, $L = 100 \text{ m}$);

- 18 lifturi deschise și 4 lifturi închise;
- o ramificație;
- 48 coturi la 45 și 90° din PVC (Dn = 90 mm);
- 15 mufe din PVC, tip G (Dn = 90 mm);
- 78 coliere de îmbinare și de susținere;
- 2 tuburi de aspirație din PE cu cot Dn = 90;
- 2 tuburi senzor cu capace conice (Dn = 50 mm);
- racord apă rezervor (Dn = 90 mm);
- rezervor vacuum V = 1500 l, D = 1000 mm, H = 2,0 m (Figura 4.3);
- o pompă submersibilă EBARA (P= 0,2 kW) montată în rezervor, pentru recircularea apei în rețeaua de conducte;
- o pompă de vacuum (NASH tip 2bv7 070) cu inel de apă acționată de un motor electric (P=2,4 kW) cu capacitatea de absorbție de 75 mc/h, care menține vacuumul dorit, prin reglarea acestuia cu ajutorul unei supape mecanice de absorbție (Figura 4.5);
- 3 vacuumetre;
- 2 contoare de apă;
- clapete de reținere pe racordurile de la cămine;
- debitmetru general de apă;
- debitmetru de aer (Figura 4.4);
- racorduri electrice la pompele de vacuum și de apă.



Fig. 4.2 Cămin colector de ape uzate



Fig. 4.3 Rezervor vacuum



Fig. 4.4 Debitmetru aer



Fig.4.5 Pompa de vacuum tip NASH

Pentru studiile și cercetările experimentale sa utilizat apă de la rețeaua publică, în amestec cu un colorant special, ales astfel, ca să nu afecteze transparența conductelor.

Apa, în amestec cu colorantul, colectată în caminele de racord este preluată de rețeaua de conducte și transportată la rezervorul de vacuum, fiind apoi, reintrodusă în sistem, cu ajutorul pompei submersibile de recirculație montată în rezervor. Vacuumul din sistem ($P_v = -0,6$ la $-0,7$ bar), necesar pentru transportul apei, este asigurat de o pompă de vacuum, tip NASH. Ciclurile de pornire-oprire sunt comandate prin senzorii de nivel, care acționează deschiderea și închiderea automată a supapelor de vacuum din căminele colectoare.

În cazul sistemelor reale, apa uzată din rezervorul de vacuum este refulată direct la o stație de epurare compactă sau într-o rețea de canalizare din apropiere, care dispune de o stație de epurare modernă.

Buna funcționare a sistemelor vacuumate de canalizare este determinată de: numărul, înălțimea și distanța dintre lifturi; tipul și locul de formare a dopurilor/acumulărilor de apă; timpul de revenire și de refacere a vidului; modul în care se face execuția, întreținerea și exploatarea instalațiilor.

Parametri pentru proiectarea și exploatarea optimă a sistemelor vacuumate de canalizare se stabilesc prin investigații teoretice și cercetări experimentale pe instalații pilot.

Poligonul experimental de canalizare vacuumată a apelor uzate menajere, realizat la Departamentul Hidrotehnica, Facultatea de Construcții din cadrul Universitatii Politehnica Timișoara, reprezintă o importantă bază materială pentru studii și cercetări, cât și pentru instruirea studenților și a cadrelor de specialitate care activează în cadrul unităților pentru proiectarea, execuția, exploatarea și întreținerea sistemelor vacuumate de canalizare. Acest Poligon Experimental, fiind realizat la scara 1:1, poate modela o rețea vacuumată de canalizare de circa 3,3 km lungime, echivalentă cu o colectivitate de șes, cu circa 200-300 gospodări,

asigurându-se, prin aceasta, suportul tehnic pentru derularea unor studii și cercetări experimentale aplicative.[40]

4.2 Cercetări experimentale

Pentru studiul și cercetarea sistemelor vacuumate de canalizare s-a utilizat poligonul experimental, redat în Figura 4.1, existent în hala-laborator a Departamentului Hidrotehnica, Facultatea de Construcții de la Universitatea "Politehnica" din Timișoara.

Cercetările efectuate au servit pentru studiul hidraulicii fluidelor bifazice prin rețelele de conducte cu scurgere vacuumată, cu scopul de a stabili parametri optimi pentru proiectarea, execuția, optimizarea și exploatarea sistemelor vacuumate de canalizare specifice colectivităților rurale sau a zonelor rezidențiale din vecinătatea centrelor mari populate, din zone cu pante mici și foarte mici ale terenului (Fábry s.a., 2008) (Fábry, 2009).

Funcționarea sistemului poate fi continuă în ansamblul său, dar intermitentă pe zone sau ramificații, funcție de numărul și categoria consumatorilor racordați, dar și de anotimp. Intervalele medii de funcționare sunt de 3...5 zile, putând ca vara acestea să se reducă la 2 zile. Evacuarea intermitentă, determină pe ansamblu, o reducere a secțiunilor de scurgere pentru toate categoriile de conducte. Sistemele vacuumate de canalizare sunt prevăzute cu dispozitive de automatizare, ce vor funcționa pe baza unor programe, care țin cont și de gradul de încărcare al sistemului pe durata fiecărui anotimp.[11],[36],[37],[39],[40],[41],[42],[43]



Fig. 4.6 Poligonul experimental în funcțiune

Poligonul experimental pentru studiul și cercetarea sistemelor vacuumate ne ajută pentru evidențierea modul în care se asigură transportul apelor uzate generate de la gospodăriile individuale (Figura 4.7), situațiile speciale care pot să apară prin creșterea depresiei, respectiv prin scăderea depresiei față de limitele admise,

modalitatea de a reduce pierderile de depresiune vacuumatică în cazul unei ramificații scurte, prin care curentul bifazic absorbit prin ramura principală poate optura aspirația pe o ramură/coloană secundară de dimensiuni mici; succesiunea lifturilor pe terenurile în contrapantă; comportarea materialelor a conductelor utilizabile pentru sistemele vacuumate.



Fig. 4.7 Transportul lichidului în Poligonul experimental

Studiile și cercetările experimentale au urmărit: evidențierea consumului specific de energie necesar pentru transportul apelor uzate; pierderile de sarcină în rețelele vacuumate pentru transportul apelor uzate în funcție de raportul apa-aer și presiunea vacuumetrică; stabilirea parametrilor optimi pentru proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor vacuumate de canalizare.

Pentru sistemul vacuumat de canalizare din cadrul laboratorului, redat în Figura 4.6, prevăzut cu o conductă din tuburi PVC transparente (Figura 4.7), cu $L = 110\text{m}$ și $D_n = 90\text{ mm}$, s-au stabilit: mărirea debitelor transportate ($Q = 13,3 - 26,6\text{ l/s}$); vitezele pentru transportul apei ($v = 2,09 - 2,18\text{ m/s}$); raportul aer/apă ($r = 0,55 - 3,7$); consumul specific de energie ($f = 0,15 - 0,35\text{ kWh/m}^3$); presiunea vacuumetrică ($P_v = 0,28 - 0,55\text{ bar}$); pierderea de presiune vacuumată în regim static ($\Delta p_{\text{static}} = 0,04 - 0,38$).

Pentru proiectarea sistemelor vacuumate de canalizare se impun a fi respectate următoarele cerințe: tuburile de canalizare se vor realiza din PEHD PE 100 SDR 13,5 cu diametre $D_n = 90 - 200(250)\text{ mm}$; panta tuburilor între două lifturi consecutive $I = 0,002$; înălțimea lifturilor $\Delta X = 30\text{ cm}$; numărul maxim al lifturilor pe o ramificație $n_{\text{max}} = 25(30)$; numărul minim al lifturilor pe o ramificație $n_{\text{min}} = 6$; distanța maximă între două lifturi consecutive $l_{\text{max}} = 150\text{ m}$; distanța minimă între două lifturi consecutive $l_{\text{min}} = 5-6\text{ m}$; lungimea maximă a unei ramificații $L_{\text{max}} = 25 \times 150 = 3750\text{ m}$; lungimea minimă a unei ramificații $L_{\text{min}} = 6 \times 25 = 150\text{ m}$; depresiunea maximă admisă în rețeaua de canalizare vacuumată $\Delta p_v = -0,6 - 0,7\text{ bar}$; depresiunea minimă admisă pentru deschiderea supapei $\Delta p_v = 0,25\text{ bar}$; numărul maxim de case racordate la un cămin colector $N = 4 - 5$ case; raportul aer/apă $r = 2 - 7,5$; volumul rezervorului de vacuum $V = 1.500 - 20.000$ litri; supape tip ISEKY, cu $n = 250.000$ cicluri de funcționare.[41],[42],[43],[49]

4.3 Studii de caz

4.3.1 Sistemul vacuumat de canalizare, din localitatea Borș, județul Bihor

Comuna Borș este o localitate de frontieră între România și Ungaria, amplasată în nord-vestul județului Bihor, în Regiunea de Dezvoltare Nord - Vest. Situată la 12 km de Municipiul Oradea.

Această localitate are în componența sa patru sate: Borș (reședință), Sântion, Santaul Mic și Santaul Mare. Din punct de vedere demografic, cele mai dezvoltate dintre acestea sunt localități Borș și Sântion. Cele două comune sunt traversate de drumul european E60.[87]

Suprafața totală a comunei Borș este de 43,41 km², din care aproximativ 81% sunt terenuri agricole.

Comuna Borș (Figura 4.8) este situată în Câmpia Crișurilor, în zona joasă a acesteia. Câmpia joasă constituie rezultatul procesului de acumulare și de eroziune prin divagare a rețelelor hidrografice care coboară din regiunea mai înaltă a județului Bihor, cu precădere a Crișului Repede. Râurile, care drenează câmpia din această zonă, au alții puțin adânci și nu sunt însoțite de terase. Altitudinea medie în cadrul Câmpiei Crișurilor în zona joasă este de 110 m.

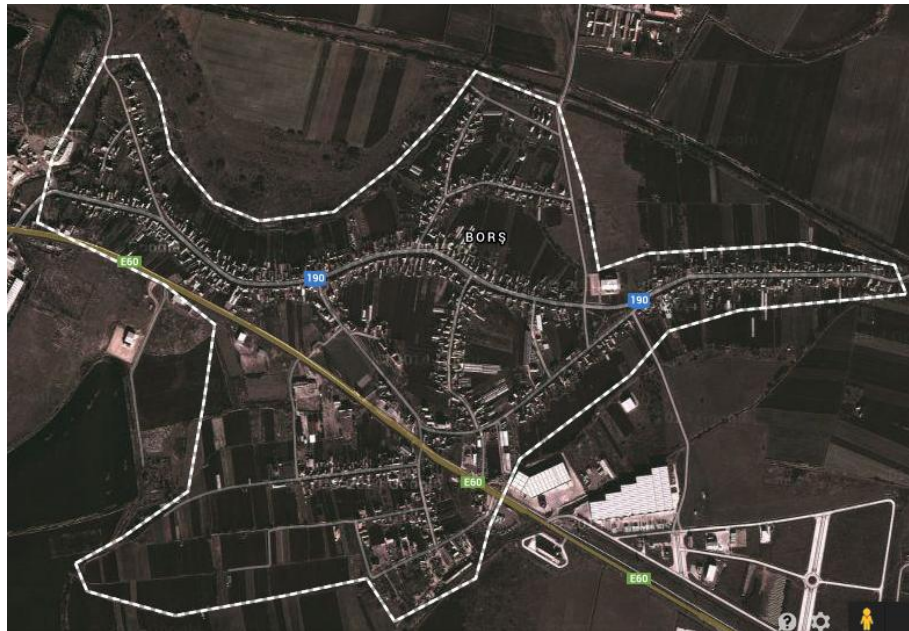


Fig. 4.8 Situație de plan comuna Borș, județul Bihor

În urma studiilor efectuate, din punct de vedere tehnico-economic, a rezultat ca oportună implementarea unui sistem vacuumat de canalizare, fiind cea

mai avantajoasă soluție pentru canalizarea centralizată a apelor uzate provenite de pe vatra comunei Borș.

Sistemul vacuumat de canalizare din localitatea Borș reprezintă prima realizare de acest gen din România, dat în funcțiune la începutul anului 2013.

Elementele fundamentale pentru proiectare, execuție și exploatarea sistemului vacuumat de canalizare de la localitatea Borș sunt rezultatul observațiilor din cadrul cercetărilor experimentale, efectuate în cadrul poligonului experimental din laboratorul Departamentului de Hidrotehnică al Facultății de Construcții de la Universitatea Politehnică Timișoara.

Sistemul de canalizare din cadrul acestei localități, redat în Figura 4.9, are o lungime de 8,7 km și este constituit din 5 ramificații, echipate cu 131 cămine de vacuum și cu o stație de vacuum. Sistemul este complet automatizat, putându-se urmări de la distanță, funcționarea acestuia, de către toți factorii responsabili în urmărirea exploatării acestui sistem.

Putem aprecia că acest sistem se constituie ca fiind o realizare remarcabilă în țara noastră, caracterizat printr-o multitudine de atribute tehnice, economice, sociale și ecologice.

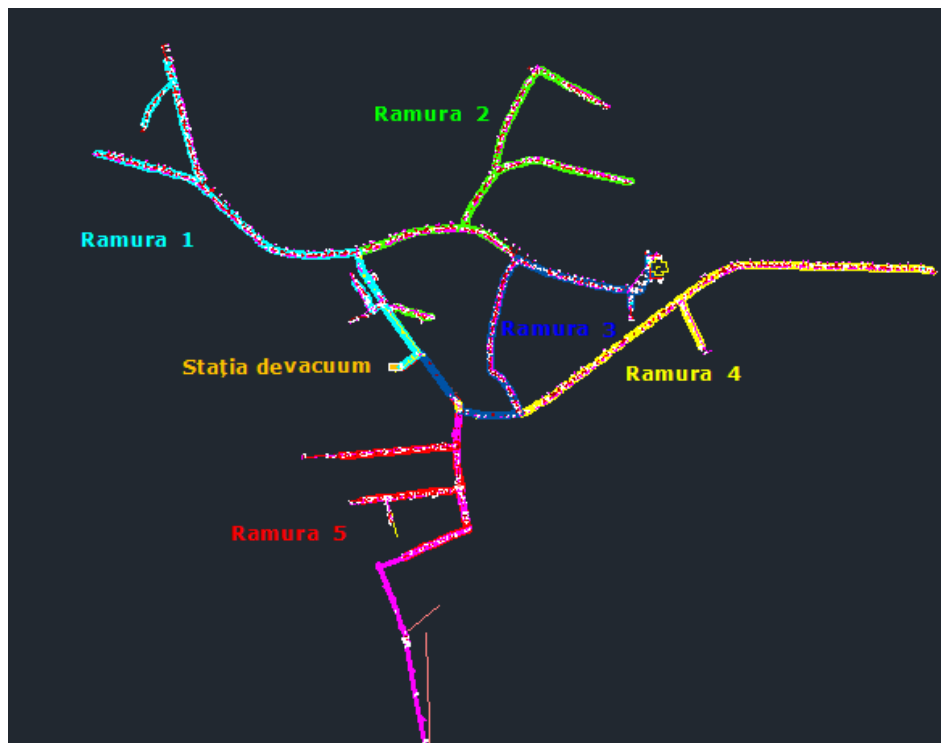


Fig. 4.9 Ramificațiile sistemului vacuumat de canalizare de la localitatea Borș, județul Bihor

Caracteristicile tehnice și funcționale ale sistemului vacuumat de canalizare din localitatea Borș sunt următoarele:

- Rețeaua gravitațională, aferentă racordurilor, asigură legătura între gospodăria și căminele de vacuum, aceasta fiind constituită din 5 ramificații din tuburi PVC De 160 mm cu o lungime totală de 7,7 km;
- Căminele colectoare/de vacuum (Figura 4.10) asigură legătura între modulele de canalizare gravitațională și rețeaua de canalizare vacuumată. Sunt executate 131 cămine colectoare din care: 30 bucăți pe ramificația nr. 1; 34 bucăți pe ramificația nr. 2; 20 bucăți pe ramificația nr. 3; 28 bucăți pe ramificația nr. 4 și 21 bucăți pe ramificația nr. 5;



Fig. 4.10 Cămin colector/ de vacuum în localitatea Borș, județul Bihor

- Rețeaua de canalizare vacuumată asigură posibilitatea evacuării apei uzate menajere de la utilizatori/gospodăria – căminele de vacuum până la stația de vacuum. Conductele au diametre cuprinse între $De\ 90\div 160$ mm. Lungimea rețelei pe ramificația nr. 1 este de 1.802 ml, pe ramificația nr. 2 este 2.395 ml, pe ramificația nr. 3 este de 1.348 ml, pe ramificația nr. 4 este de 1.822 ml și pe ramificația nr. 5 este de 1.360 ml;
- Stația de vacuum (Figura 4.11) asigură condițiile fizice în vederea colectării și evacuării apei uzate menajere de la utilizatori și până la stația de epurare, reprezentând obiectul de bază al oricărui sistem vacuumat de canalizare. Totodată este și singurul element component din sistem consumator de energie electrică.



Fig. 4.11 Stația de vacuum – localitatea Bors, județul Bihor

- Pompele de refulare a apei uzate menajere asigură evacuarea apei uzate menajere de la stația de vacuum la stația de epurare în condiții optime. Conducta de refulare este executată din tuburi de PE De 160 mm și are o lungime de 1,5 km.

În figurile 4.12 și 4.13 sunt redată pompele de vacuum și rezervorul de vacuum din cadrul stației de vacuum din localitatea Bors, județul Bihor.



Fig. 4.12 Pompele de vacuum de la stația de vacuum din localitatea Bors

Pompele de vacuum (Figura 4.12) sunt conectate la rezervorul de colectare, ele fiind cele care creează presiunea negativă atât în interiorul rezervorului de vacuum, cât și în cele 5 ramificații de vacuum conectate. În general, pompele de vacuum lucrează alternativ, dar sunt și situații în care ele funcționează simultan. Funcționarea acestora este controlată de către panoul de control, care monitorizează depresiunea din sistem cu ajutorul unui senzor electronic de vacuum. De regulă un sistem vacuumat funcționează cu depresiuni cuprinse între -600 și -700 mbar, funcționarea pompelor fiind cu intermitență pentru menținerea depresiunii în acest interval.

Un sistem bine realizat și echilibrat poate funcționa cu valori ale vacuumului cuprinse între 550 și 620 mbari, economisindu-se o cantitate semnificativă de energie electrică. Valoarea de regim a vacuumului pentru un sistem se poate stabili definitiv numai după realizarea probelor de vacuum la capăt de ramificație, înainte de punere în funcțiune.

Condițiile climaterice din România fiind cu temperatura moderată și la funcționarea cu intermitență a pompelor de vacuum, s-au ales pompe de tipul celor cu inel de apă. În cazul acestor tipuri de pompe, apa fiind atât fluidul de lucru dar și lichidul de răcire.

Se recomandă pompele de vacuum cu rotor tronconic prelungit, deoarece sunt mai puțin sensibile la inundațiile accidentale cu apă uzată menajeră sau la obiectele absorbite accidental din rezervor în timpul realizării/menținerii vacuumului din sistem și nu intră în cavitație.

Înainte de punerea în funcțiune a sistemului, se verifică duritatea apei captate din rețeaua publică, iar în cazul în care aceasta depășește 10 grade germane devine imperios necesară montarea unui dedurizator pentru protejarea pompelor împotriva depunerilor de calcar.

După montarea pompelor pe postament, înaintea punerii în funcțiune, se verifică și se reglează coaxialitatea între pompele de vacuum și motoarele electrice de acționare.



Fig. 4.13 Rezervorul de vacuum din cadrul stației de vacuum, localitatea Borș

Rezervorul de vacuum (de colectare) este fabricat din tablă de oțel cu grosime de 10 mm și este protejat anticoroziv atât la interior cât și la exterior. Este prevăzut cu șasiu de montaj pe pardoseală. S-a montat în interiorul stației de vacuum, fiind accesibil permanent pentru control și întreținere. Rezervorul a fost fixat pe postament de beton cu suprafață plană, dimensionate corespunzător pentru a susține și greutatea rezervorului plin cu apă. Pentru a preveni riscul de flotabilitate în caz de inundație accidentală (ape freactice, avarii, etc) este recomandată fixarea / ancorarea șasiului de postament.

Rezervorul de vacuum (Figura 4.13) este echipat cu:

- gură de acces DN600;
- pasarella de acces superior protejată cu balustradă;
- ștuț aspiratie vacuum;
- ștuțuri aspiratie ape uzate pentru 5 ramificații de vacuum;
- ștuțuri de montare pentru aparatura de control cu senzori de nivel, senzor de vacuum și cu vacuummanometru analogic;
- ștuțuri pentru racordul tubului indicator al nivelului apei uzate din interiorul rezervorului.

Se recomandă o revizie anuală a rezervorului, care presupune spălarea pereților interiori, inspectarea acestora de zgârâieturi, dacă ele există se vor repara cu vopsea epoxidică, îndepărtarea din interior a eventualelor obiecte (inclusiv de pe tijele sondelor de nivel), care nu au fost evacuate de către pompele de evacuare, curățarea tubului indicator de nivel (montat pe capătul rezervorului).



Fig.4.14 Pompele de evacuare apă uzată de la baza rezervorului - Borș

Pompele de evacuare (Figura 4.14) au rolul de a evacua apele uzate din rezervorul de colectare când acestea ating un nivel prestabilit. Sunt prevăzute două pompe de evacuare, în funcție de nivelul apei din rezervor, una funcționează, iar cea de-a doua care stă, dar niciodată pompele de evacuare nu vor avea o funcționare simultană.

Se recomandă montajul uscat. În cazul în care se intervine asupra unei pompe pentru diferite operații sau revizii, aceasta se va izola cu ajutorul vanei de separare, ne fiind necesară depresurizarea rezervorului colector, ca atare funcționarea sistemului de canalizare nu va fi afectată.

Se recomandă montarea pe linia de evacuare a unui debitmetru electromagnetic de apă uzată, ce va fi utilizat pentru monitorizarea în permanență a debitului evacuat către stația de epurare, cât și pentru scop statistic.



Fig.4.15 Panou automatizare a sistemului vacuumat de canalizare Borș

Panoul electric de comandă și control asigură funcționarea sistemului de vacuum fără deficiențe. Alimentarea se face de la o rețea trifazică cu putere instalată necesară funcționării simultane a două/trei pompe de vacuum cu pornire lină, cu ajutorul convertizorului de frecvență, respectiv o pompă de vacuum cu pornire directă.

Pentru urmărirea și supravegherea fenomenelor, prelucrarea, respectiv stocarea datelor, stația de vacuum va fi dotată cu un calculator (PC), pentru asigurarea accesibilității (unitate HMI) cu un ecran tactil (Figura 4.16), iar pentru mentenanță (transmiterea mesajelor de avertizare în timpul penelor de curent de scurtă durată max 1 h) cu un UPS.

Pentru a obține informațiile necesare și de a asigura o funcționare fără deficiențe, sistemul are următoarele elemente principale de interfață: senzori de nivel; senzori de vacuum; senzori de temperatură; contoare pentru înregistrarea orelor de funcționare a tuturor pompelor.

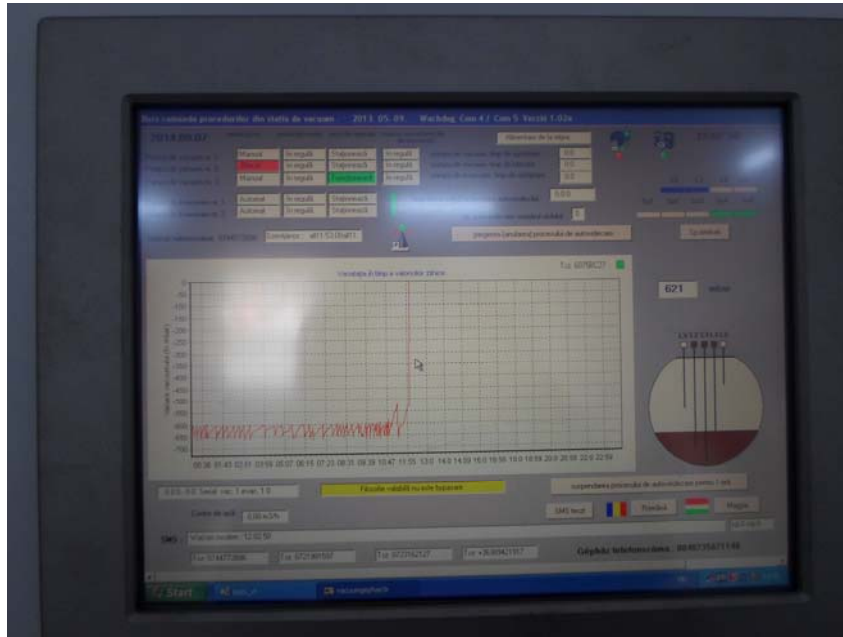


Fig.4.16 Ecranul panoului automatizare a sistemului vacuumat de canalizare - Bors

Aerul extras din rezervor, în timpul funcționării pompelor de vacuum conține vapori de apă (cu miros), respectiv apă recirculată, motiv pentru care acesta va fi trecut printr-un rezervor separator, înainte de a fi evacuat în exteriorul stației.

Evacuarea finală a aerului se face printr-un **biofiltru** (Figura 4.17) amplasat lângă stația de vacuum, ce constă dintr-o rețea de tuburi PVC/PP multistrat cu perforații sub formă de fante/ orificii, pozate pe fundul unui bazin de dimensiuni aproximative de $L \times l \times h = 2000 \times 2000 \times 1000$ mm. Tuburile sunt înglobate într-un strat de cca. 300 mm grosime de pietriș sort 4 (16-30 mm), urmat de un strat de

geotextil de separare, respectiv de material filtrant biologic (ex: scoarță de copac, turbă).

Grosimea totală trebuie să asigure protecția la îngheț a tuburilor perforate din interiorul biofiltrului.

În cazul în care sistemul vacuumat este corect dimensionat, iar funcționarea se face în parametri normali de funcționare, cu viteze mari de circulație a fluidului de până la 5 – 6 m/s și prin faptul că timpul de staționare în rezervorul de vacuum/colectare este limitat, apa uzată nu va fi supusă proceselor de fermentație, aerul evacuat în apropierea stației de vacuum nu va avea un miros deranjant, datorită faptului că acesta a fost neutralizat și de acțiunea bacteriilor dezvoltate în biofiltru.



Fig. 4.17 Biofiltru – Stația de vacuum din localitatea Borș, județul Bihor

Cerințele minime pentru buna funcționare a sistemului vacuumat de canalizare din localitatea Borș, impuse sunt:

- controlul, protecția și comanda pompelor de vacuum în funcție de valoarea vacuumului din sistem;
- controlul, protecția și comanda pompelor de refulare/evacuare în funcție de nivelul apei din rezervorul de vacuum;
- menținerea temperaturii apei din rezervorul separator între limitele prestabilite;
- contorizarea orelor de funcționare a pompelor de vacuum și de evacuare;
- avertizarea personalului de servare în cazul apariției unor anomalii în funcționarea sistemului (pană de curent, pierdere de vacuum, etc.), totodată posibilitatea accesării informațiilor de bază de către personalul de servare instantaneu;
- înregistrarea și stocarea datelor de pe parcursul funcționării sistemului;
- posibilitatea de accesibilitate prin internet a parametrilor caracteristici, în vederea vizualizărilor în timp util (instantaneu);

- posibilitate de bransare la o sursă alternativă de energie electrică (în caz de avarie îndelungată la rețeaua de alimentare), cu conditii speciale.

De asemenea este de menționat faptul că în timpul execuției conductei de refulare, la punctul de intersecție între conducta de refulare de la stația de vacuum Borș cu conducta de refulare de la stația de vacuum Sântion, era prevăzută instalarea unei stații de pompare apă uzată, la care în timpul execuției s-a renunțat.

Această legătura s-a executat prin intermediul unui cămin de vane, interconexiune în care cele două conducte de refulare care intră și conducta de refulare care iese spre stația de epurare, formându-se în formă de T (Figura 4.18) cu aceleași diametru (DN 160 mm). Această situație soluție a condus la apariția unor probleme în funcționarea sistemului când cele două stații de vacuum evacuaau simultan apa uzată spre stația de epurare.



Fig.4.18 Intersecție conductă de refulare Borș - Sântion

Pentru a se elimina neajunsurile în funcționarea simultană a cele două stații de pompare/evacuare (Borș și Sântion), s-au instalat transmițătoare cu unde radio (Figura 4.19), care acționează funcționarea pompelor pentru evacuarea apelor uzate spre stația de epurare de la cele două locații, prioritate având stația de pompare de la Borș pentru faptul că refularea are o lungime mai mare.



Fig.4.19 Sistem de transmitere prin unde radio

4.3.2 Sistemul vacuumat de canalizare, din localitatea Pericei, județul Sălaj

Comuna Pericei (Figura 4.20) este situată în partea central vestică a județului Sălaj, în Depresiunea Șimleului și este străbătută de valea Crasnei. Comuna Pericei se află situată pe DN 1H, la 24 km de Municipiul Zalău și la 4 km de orașul Șimleu Silvaniei.

Situată în zona colinară a depresiunii Crasnei și cea a Zalăului. Comuna Pericei se întinde pe o suprafață de 59,60 km² și are în componență sa patru localități: Pericei-sat reședință de comună situat la o distanță de 25 km de Zalău și la 5 km de Șimleu –Silvaniei, Bădăcin, Periceiu-Mic și Sici.[88]

Teritoriul comunei Pericei este situat în Depresiunea Șimleului, care este mărginită de dealurile Silvaniei cu altitudini între 200 – 400 m, teritoriul fiind străbătut de la sud-est la vest de râul Crasna. Apele râului Crasna au o scurgere cu caracter permanent, cu producerea de inundații a zonelor limitrofe în perioadele de precipitații abundente și la topirea zăpezilor. Ca urmare acestui fapt s-au luat măsuri de regularizare a văii încă din anul 1935, iar după inundația din anul 1974 s-au executat lucrări de îndiguiri a râului Crasna, precum și construirea barajului de la Vârșolț în anul 1975, au contribuit la înlăturarea stihilor apei.



Fig. 4.20 Planul de amplasament a comunei Perice din județul Sălaj

Analiza tehnico-economică prin considerarea condițiilor din teren – geotehnice și hidrologice, a amplasamentului și a structurii comunei, a determinat ca avantajoasă promovarea unui sistem de canalizare centralizat de tip vacuumat.

Rețeaua de canalizare a acestei localități are o lungime totală de 7,4 km, constituită din 4 ramificații, prevăzută fiind cu 134 cămine de vacuum, o stație de vacuum și o conductă de refulare de la stația de vacuum spre stația de epurare a orașului Șimleu Silvaniei, cu o lungime de 4,3 km.

Elementele sistemului vacuumat de canalizare ale localității Perice sunt constituite din:

- Racorduri gravitaționale, prin care se face legătura între gospodăriile individuale cu căminele de vacuum/colectoare, fiind executate din tuburi PVC cu diametru 160 mm, având lungimea totală 7.783 ml;
- Căminele colectoare/de vacuum (Figura 4.21) reprezintă legătura între canalizarea gravitațională pentru racorduri și rețeaua de canalizare vacuumată. Sunt prevăzute 134 cămine de racord dispuse pe cele 4 ramificații, după cum urmează: ramificația nr. 1 cu 32 cămine de racord, ramificația nr. 2 cu 39 cămine de racord, ramificația nr. 3 cu 33 cămine de racord și ramificația nr. 4 cu 30 de cămine de vacuum;



Fig. 4.21 Cămin colector/ de vacuum în localitatea Pericei, județul Sălaj

- Rețeaua de canalizare vacuumată prin care se evacuează apele uzate menajere al gospodăriilor individuale de la căminele de vacuum până la stația de vacuum. Materialul conductelor este tub PE 100 SDR 17 , cu diametre cuprinse între DN 90 ÷ 160 mm. Lungimea rețelei pe ramificația nr. 1 este 1.900 ml, pe ramificația nr. 2 este 2.186 ml, pe ramificația nr. 3 este 2.330 ml și pe ramificația nr. 4 este 1.014 ml. Racorduri la circuite (ramuri) sunt executate din tuburi PE 100 SDR 17 cu DN 90, cu o lungime totală 510 ml;
- Stația de vacuum, redată în Figura 4.22, este elementul de bază al sistemului vacuumat de canalizare care asigură colectarea și evacuarea apei uzate menajere de la gospodăriile individuale la stația de epurare. Stația de vacuum este singurul element component din cadrul sistemului vacuumat, consumator de energie electrică.



Fig. 4.22 Stația de vacuum – localitatea Pericei, județul Sălaj

- Conducta de refulare/ evacuare a apei uzate menajere, de la stația de vacuum la stația de epurare al localității Șimleu Silvaniei, s-a prevăzut din tuburi de PE 100 SDR 26, cu diametre cuprinse între 140 ÷ 180 mm, cu lungime totală 4.356 ml, după cum urmează:
 - o țeavă PE 100 SDR 26 Dn 180 mm, cu L= 3.393 ml
 - o țeava PE 100 SDR 26 Dn 160 mm, cu L= 282 ml
 - o țeava PE100 SDR 26 Dn 140 mm, cu L= 681 ml

Pentru a evita apariția unor evenimente neplăcute și pentru a asigura o perioadă lungă de viață întregului sistem este necesar să avem în vedere că dotările tehnice din sistem au nevoie de o întreținere regulată (planificată) conform cărții tehnice date de furnizor pentru fiecare obiect în parte.

Componentele principale ale stației de vacuum ale localității, Pericei, județul Sălaj, redate în Figura 4.22, sunt constituite din următoarele obiecte: rezervorul de vacuum/colectare, pompele de vacuum, pompele de evacuare apă menajeră, instalația de dedurizare apă răcire, obiecte amplasate sub nivelul terenului, iar tabloul electric de comandă și control, împreună cu grupul sanitar fiind amplasate în spațiul situat la nivelul terenului.

Rezervorul de vacuum/de colectare, redat în Figura 4.23, cu o capacitate de 12 mc este amplasat în spațiul situat sub nivelul terenului. Asemenea celui de la stația de vacuum al localității Borș, acesta este fabricat din tablă de oțel cu grosime de 10 mm și este protejat anticoroziv atât la interior cât și la exterior. Este prevăzut cu șasiu de montaj pe pardoseală. S-a montat în interiorul stației de vacuum, fiind accesibil permanent pentru control și întreținere.



Fig.4.23 Rezervorul de vacuum – localitatea Pericei, județul Sălaj

Se recomandă ca la inspectarea obiectelor din interiorul rezervorului să se facă parcurgera următoarelor etape:

- se izolează ramurile de intrare prin închiderea vanelor de separare;
- se oprește funcționarea pompelor de vacuum (toate comutatoarele de pe panoul de comandă în poziția "BLOCAT", iar cheile de blocare de lângă motoare în poziția "0")
- se elimină vacuumul din rezervor prin deschiderea vanei de pe racordul de vidanjare;
- se desface blindul de pe gura de acces, ce se află la partea superioară a rezervorului;
- se golește complet rezervorul, astfel încât unul din pompele de evacuare să fie pe poziția "MANUAL", iar cheia de blocare aferentă, de lângă motor, în poziția "1". Se apasă butonul verde de pe panoul de comandă și se ține apăsat până la oprirea motorului pompei;
- se blochează funcționarea tuturor pompelor, cheile de blocare în poziția "0";
- se aerisește interiorul rezervorului;
- se inspectează și se curăță interiorul rezervorului, folosind echipament adecvat de protecție. Această intervenție trebuie realizat de o echipă instruită în acest domeniu și cu maximă prudență pentru evitarea eventualelor evenimente ce pot apărea din cauza gazelor ce se pot afla în interiorul rezervorului;
- se curăță de depuneri interiorul rezervorului, sondele de nivel, tubul transparent etc. și se repară cu vopsea specială eventualele zgârâieturi de pe suprafața interioară a rezervorului;
- se montează la loc blindul pe gura de acces, după care se repune în funcțiune sistemul după cum urmează: Se pun sub tensiune pompele de

evacuare și de vacuum, prin comutarea întrerupătoarelor, de pe panoul de comandă, în poziția „AUTOMAT”, iar cheile de blocare, de lângă motoare, în poziția “1”;

- după realizarea vacuumului în rezervor se verifică etanșeitățile;
- se deschid cu atenție vanele de separare a ramurilor de intrare.

Această intervenție se face planificat o dată pe an, de preferință în timpul nopții când scoaterea din uz a sistemului pentru 2–3 ore nu creează disconfort (perturbări mari) în funcționarea sistemului.

În stația de vacuum de la localitatea Pericei s-au prevăzut **3 pompe de vacuum** conectate la rezervorul de vacuum, ele fiind cele care creează presiunea negativă atât în interiorul rezervorului de vacuum/colectare, cât și în cele 4 ramuri colectoare de vacuum conectate. În general lucrează alternativ, dar există situații în care ele funcționează simultan. Funcționarea pompelor de vacuum este controlată de către panoul de control, care monitorizează depresiunea din sistem cu ajutorul unui senzor electronic de vacuum.



Fig.4.24 Pompele de vacuum din cadrul stației de vacuum din localitatea Pericei, județul Sălaj

Pompele de vacuum sunt cu inel de apă, care nu necesită intervenții deosebite, totuși pentru a preveni apariția unor evenimente neplăcute, pe lângă cele evidențiate în cartea tehnică, trebuie avut în vedere ca duritatea apei să fie ținută sub un control permanent și verificarea cu atenție coaxialitățile între pompă și motor, operațiune care se realizează de către personal de specialitate, o dată la șase luni, pentru a preveni distrugerea cuplajului elastic dintre acestea.

Instalația de dedurizare a apei de răcire (Figura 4.25), care este montat în cadrul stației de vacuum, are un rol deosebit de important și care trebuie

să funcționeze non -stop. Scăderea de sub control a valorii durtății apei poate duce în scurt timp (în max. două luni) la blocarea pompelor de vacuum, respectiv la scoaterea din uz a acestora, motiv pentru care se recomandă respectarea programului de întreținere dat de fabricant în cartea tehnică.



Fig. 4.25 Instalația de dedurizare a apei de răcire din stația de vacuum, Pericei

În cazul în care se observă nereguli în funcționarea pompelor de vacuum, în cel mai scurt timp se solicită intervenția personalului de specialitate.

Pompele de evacuare (două bucăți) a apei menajere, redată în Figura 4.26, sunt montate la baza rezervorului de vacuum. Acestea funcționează intermitent și asigură fluxul apei uzate menajere colectate prin intermediul sistemului vacuumat de canalizare spre stația de epurare a localității Șimleu Silvaniei, situat la o distanță 4.356 m. Sistemul vacuumat a fost ales în baza unui studiu tehnico-economic.



Fig.4.26 Pompele de evacuare – localitatea Pericei

Pentru buna funcționare a acestor pompe trebuie avut în vedere schimbul de ulei din pompe în funcție de nr. de ore de funcționare în conformitate cu recomandările prevăzute în Carte tehnică a utilajului. De asemenea, trebuie să se ajusteze distanța dintre con și carcasă în funcție de necesități, operațiuni efectuate de către personal tehnic autorizat.

Panoul electric de comandă și control, redat în Figura 4.27, asigură funcționarea sistemului de vacuum fără deficiențe. Alimentarea cu energie electrică se face de la o rețea trifazică cu putere instalată necesară funcționării simultane a două/trei pompe de vacuum cu pornire lină, cu ajutorul convertizorului de frecvență, respectiv o pompă de vacuum cu pornire directă.



Fig. 4.27 Panoul electric de comandă și de control din stația de vacuum Pericei

Panoul electric de comandă și control din cadrul stației de vacuum de la localitatea Pericei este dotat cu un calculator (PC) pentru urmărirea și supravegherea fenomenelor și prelucrarea datelor, respectiv pentru stocarea datelor este dotat cu un calculator (PC). Pentru asigurarea accesibilității panoul este dotat cu un ecran tactil (Figura 4.28), iar pentru mentenanță (transmiterea mesajelor de avertizare în timpul penelor de curent de scurtă durată max 1 h) cu un UPS.

Pentru a obține informațiile necesare și de a asigura o funcționare fără deficiențe, sistemul este prevăzută cu următoarele elemente principale de interfață: senzori de nivel, de vacuum, de temperatură și contoare pentru înregistrarea orelor de funcționare a tuturor pompelor.

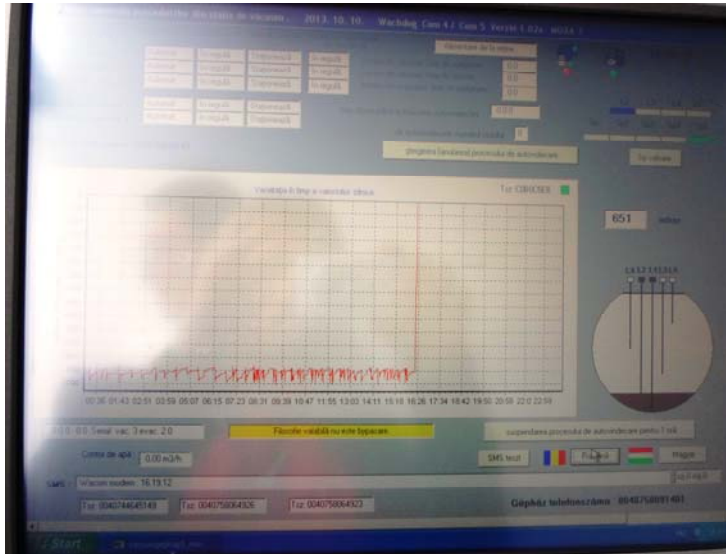


Fig.4.28 Ecranul panoului de comandă și control al sistemului vacuumat de canalizare din localitatea Pericei, județul Sălaj

Biofiltrul, redat în Figura 4.29, utilizat pentru tratarea aerului extras din rezervor în timpul funcționării pompelor de vacuum, constă dintr-o rețea de tuburi PVC/PP multistrat cu perforații, fante și orificii, pozate pe fundul unui depozit de materiale granulare. Tuburile sunt înglobate într-un strat de cca. 300 mm grosime de pietriș sort 4 (16-30 mm), urmat de un strat de geotextil de separare, respectiv de material filtrant biologic (ex: scoarță de copac, turbă).

Grosimea totală trebuie să asigure protecție la îngheț a tuburilor perforate din interiorul biofiltrului.



Fig. 4.29 Biofiltrul din cadrul stației de vacuum din Pericei

4.4 Analiză comparativă între sistemele de canalizare

4.4.1 Avantajele și dezavantajele sistemului vacuumat de canalizare

Avantajele sistemului vacuumat de canalizare, constau din:

- cost de investiție redus;
- cost de exploatare redus;
- durata de viață lungă;
- excluse infiltrații și exfiltrații, datorită etanșeității;
- traseul rețelei este elastic, permițând evitarea obstacolelor orizontale și verticale fără probleme;
- poate fi aplicat la teren plan;
- diametre mici a conductei;
- lățimea șanțului de pozare a conductei, redusă;
- timp de execuție redus;
- sistemul nu permite racorduri ilegale;
- apa uzată ajunge repede în stația de epurare.

Dezavantajele sistemului de canalizare prin vacuum, sunt:

- nu poate fi aplicat la localități mai mari de 10.000 locuitori;
- nu se poate aplica sistemul în cazul în care panta terenului este descrescătoare. [10], [37], [51]

4.4.2 Compararea sistemelor vacuumate de canalizare cu cele gravitaționale cu nivel liber

Compararea sistemelor de canalizare vacuumată în raport cu cele gravitaționale, s-a făcut pe baza următoarelor criterii:

- adâncimea de pozare a conductei;
- elasticitatea conductei pe traseu;
- tipul de material și îmbinare a conductei.

4.4.2.1 Adâncimea de pozare în tronson a conductei

În figura 4.30 sunt prezentate comparativ adâncimile de pozare a conductei, în tronson, la cele două sisteme.



Fig.4.30 Adâncimea de pozare în tranșee a conductei

La sistemul vacuumat de canalizare, adâncimea de pozare a conductei este în medie de 1,2 m. Conducta folosită este din polietilenă cu diametre mici, cuprins

între Dn 90 și 200 mm. În execuție se folosesc utilaje ușoare pentru săpatul șanțurilor, prin urmare rezultă cheltuieli minime pentru lucrările de terasamente, pentru umplerea șanțurilor și aducerea terenului la starea inițială.



Fig. 4.31 Diametre de conductă

La sistemul de canalizare gravitațional adâncimea de pozare a conductei în teren este în medie de 3 - 5 m, iar conducta folosită este din PVC cu diametre mari.

Se folosesc în execuție, utilaje cu gabarit mare pentru lucrările de excavații, iar cheltuielile de săpătură și de umplere a șanțului sunt foarte ridicate în terenurile pietroase și/sau cu pânză freatică ridicată.

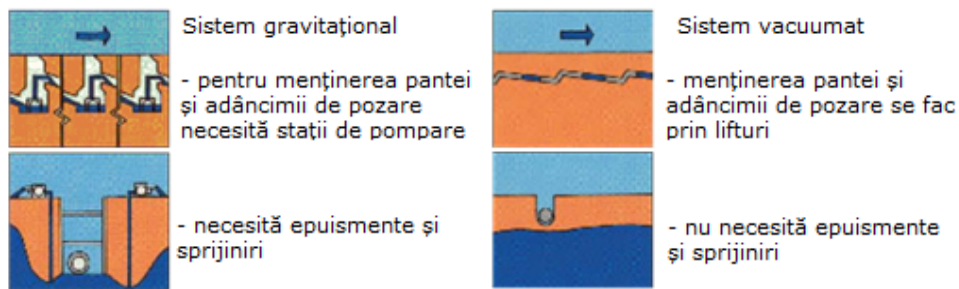


Fig. 4.32 Necesitatea epuimentelor și a sprijinirilor

4.4.2.2 Elasticitatea conductei pe traseu

În figura 4.33 este prezentată comparația celor două sisteme de canalizare, în funcție de elasticitatea conductei pe traseu.

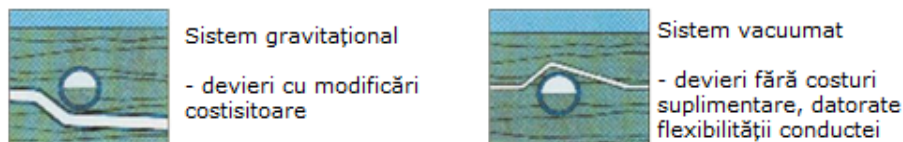


Fig. 4.33 Elasticitatea conductei pe traseu

La sistemul vacuumat de canalizare se folosește conductă din polietilenă, aceasta oferind o flexibilitate mare în pozare, prin adaptabilitate la diverse condiții de sol și de teren. Datorată flexibilității conductei și a tipului de rețea, aceasta poate ocoli cu ușurință obstacolele întâlnite, putând funcționa și în contrapantă. Sistemul nu necesită montarea de cămine de vizitare pentru evitarea obstacolelor.

La sistemul de canalizare gravitațional, în general, se folosesc conducte din PVC. Sistemul este rigid în alegerea traseului în plan orizontal și vertical, iar la intersecția cu rețelele subterane, se necesită cămine de rupere de pantă. În sistemul gravitațional de canalizare sunt necesare cămine de vizitare la distanțe de 50 – 60 m.

4.4.2.3 Tipul de material și îmbinare a conductei

La sistemul vacuumat de canalizare se folosesc conducte din polietilenă. Îmbinările tuburilor de polietilenă se fac prin sudură, asigurându-se astfel etanșeitătea. Datorită elasticității această conductă nu se fisurează. Sistemul vacuumat de canalizare datorită sudurii și a flexibilității conductei, sistemul este unul etanș și nu admite infiltrații și/sau exfiltrații.

La sistemul de canalizare gravitațional se folosesc în general conducte din PVC. Îmbinarea conductei din PVC se realizează prin mufare. Deoarece la conductele din PVC rigide, pot apărea fisuri și ruperi, prin urmare la acest sistem pot apărea infiltrații din apa freatică și/sau exfiltrații din conducta cu apă uzată. Datorită infiltrațiilor în conducta de canalizare, se măresc cheltuielile de epurare a apei uzate menajere transportate la stația de epurare, care pot afecta într-o mare măsură procesele de epurare. [56],[89]

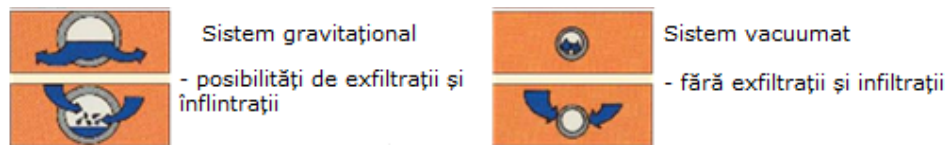


Fig. 4.34 Posibilitatea de exfiltrații și/sau infiltrații în diferite sisteme de canalizare

De asemenea, merită subliniat faptul că datorită vitezelor mari de deplasare a fluidului (6 m/s) sistemul vacuumat de canalizare nu se colmatează, spre deosebire de sistemul gravitațional de canalizare, care datorită vitezelor mai mici de 0,7 m/s este predispus la colmatări și înfundări. Datorită proprietății de autocurățare, sistemul vacuumat de canalizare comportă cheltuieli minime de întreținere.

4.4.3 Impactul produs asupra factoriilor de mediu [52],[60],[82]

4.4.3.1 Impactul produs asupra apelor subterane și de suprafață

În perioada de execuție - Apa subterană este parțial afectată de execuția lucrărilor de canalizare. Impurificarea apelor freactice poate să apară din cauza eventualelor scurgeri accidentale de la mașinile și utilajele de construcții, scurgeri care pot fi evitate prin utilizarea unor utilaje performante. În perioada de execuție poluarea apelor subterane este limitată și de scurtă durată. Apele de suprafață nu vor fi afectate de realizarea rețelelor de canalizare.[80],[81]

Perioada de exploatare - Buna funcționare a canalizării menajere este influențată de prezența apelor subterane și a precipitațiilor atmosferice, care se pot infiltra în rețelele de canalizare, determinând deteriorarea proceselor de epurare. Exfiltrațiile de apă uzată pot contribui la degradarea apelor subterane, în cazul utilizării lor ca sursă de apă potabilă. Infiltrațiile și exfiltrațiile pot apărea accidental în cazul sistemelor de canalizare gravitaționale datorită imbinării necorespunzătoare a conductelor din PVC.[80],[81]

4.4.3.2 Impactul produs asupra aerului

Perioada de execuție - Pentru realizarea obiectivului se vor executa lucrări care implică utilizarea mijloacelor de transport grele, excavatoare, buldozere, utilaje la care emisiile de gaze pot contribui la poluarea aerului în zonele de activitate. Impactul asupra calității aerului, datorat lucrărilor de realizare a rețelei de canalizare, este limitat în timp, doar pe durata desfășurării lucrărilor de execuție.

Perioada de exploatare - Apa uzată este colectată și epurată în diferite moduri. În cazul colectării apelor uzate menajere prin sistem gravitațional, se dezvoltă volatilizarea compușilor organici din apa uzată în contact cu aerul atmosferic. Concentrația emisiilor de compuși organici volatili depinde de mulți factori, precum proprietățile fizice ale poluanților, concentrația poluantului, debitul și temperatura apei uzate. Acești factori în schema generală de colectare și epurare a apelor uzate au un efect major asupra emisiilor de compuși organici volatili. Mirosurile neplăcute se datorează prezenței compușilor de azot, sulf și fosfor din materiile organice, care sunt degradate biologic de către bacterii în condiții aerobice sau anaerobice, determinând creșterea nivelului compușilor urât mirositori. Concluzia generală care se desprinde, este că lucrarea nu va conduce la o variație a condițiilor ambientale în zonă. Impactul surselor de poluare nepunctiforme din zonă, precum și mirosurile care apar cu caracter local și nu au un efect major asupra calității aerului atmosferic din zona.

4.4.3.3 Impactul produs de zgomot și vibrații

Expunerea ființelor umane la nivele ridicate de zgomot duce la scăderea nivelului de confort și la deprecierea calității vieții. Lucrările de construcții pentru realizarea rețelelor de canalizare, afectează mediul într-o măsură redusă și pe timp limitat.

4.4.3.4 Impactul produs asupra vegetației și faunei terestre

Perioada de execuție - În perioada de execuție spațiile verzi vor fi afectate de lucrările de realizare a rețelei de canalizare. Refacerea zonelor verzi se va face după terminarea lucrărilor de construcții.

Perioada de exploatare - În perioada de exploatare, vegetația și fauna terestră poate fi afectată de exfiltrații apelor uzate din rețeaua de canalizare gravitațională, prin desprinderea imbinărilor sau deteriorarea conductelor din PVC.

4.4.3.5 Impactul produs asupra solului și subsolului

Perioada de execuție - Vor fi afectate temporar unele suprafețe de teren aferent pozării conductelor de canalizare. Terenurile situate pe traseele rețelelor de canalizare vor fi aduse la stare inițială. Pe durata execuției lucrărilor, nu se vor

utiliza substanțe cu caracter poluant pentru sol, însă se pot înregistra scăpări accidentale de ulei și carburanți de la utilajele folosite. Pentru a preveni poluarea solului și a subsolului (inclusiv a apelor subterane), se va evita amplasarea directă pe sol a materialelor de construcție.

Perioada de exploatare - În perioada de exploatare, poate fi afectat solul și subsolul, datorită exfiltrațiilor din rețeaua de canalizare menajeră gravitațională, prin desprinderea îmbinărilor sau deteriorarea conductelor din PVC.

4.4.3.6 Impactul produs asupra așezărilor umane

Perioada de execuție - În perioada de execuție, datorită funcționării echipamentelor și utilajelor se înregistrează un impact negativ moderat pe perioadă limitată asupra zonelor locuite.

Perioada de exploatare - În perioada de exploatare, impactul dominant este pozitiv, prin crearea de locuri de munca.

4.5 Analiza sintetică a costurilor de investiție

Înainte de începerea procesului de evaluare, trebuie clarificat dacă metoda comparației de costuri oferă sau nu ajutor suficient în luarea unei decizii.[56],[73]

Aplicabilitatea metodică depinde, în esență, de faptul:

- dacă este suficientă o evidențiere relativă a rentabilității proiectului,
- dacă alternativele/soluțiile tehnice care urmează a fi comparate sunt echivalente din punct de vedere al utilității lor și a costurilor sociale.

Prima condiție se referă la obiectivele impuse ce urmează a fi atinse (sarcini obligatorii), care se aplică cu precădere în cazul alimentărilor cu apă și evacuărilor de ape uzate. Al doilea aspect implică faptul că, comparația aritmetică de cost ar sprijini îndeajuns procesul de luare a deciziilor numai în cazul în care alternativa cu costuri minime aduce totodată beneficiul cel mai mare comparativ cu alte soluții luate în discuție. Dacă acesta nu este cazul, trebuie luate în considerare evaluări ulterioare. Pentru a lămurii această problemă, toate alternativele studiate vor trebui supuse unei comparații critice, detaliate, în ceea ce privește utilitatea și eficiența fiecăreia.

Procesului de determinare a costurilor trebuie să cuprindă, pentru toate alternativele, atât pentru costurile de investiții (I_c), cât și pentru cheltuielile de exploatare/costuri curente (R_c). Costurile de investiție sunt cuprinse în tabelul 4.1.

Tab. 4.1 – Costuri estimative de investiție pentru localitatea Pericei

Denumirea costuri de investiție	Sistem de canalizare gravitațional		Sistem de canalizare gravitațional cu pompare		Sistem de canalizare vacuumat	
	lei	euro	lei	euro	lei	euro
TOTAL GENERAL	5,294,763.2	1,203,355.3	4,906,016.3	1,115,003.7	4,095,499.5	930,795.4
din care C+M	5,294,763.2	1,203,355.3	4,843,034.7	1,100,689.7	2,227,699.5	506,295.4
din care Utilaje + Echipamente	-	-	62,981.6	14,314.0	1,867,800.0	394,500.0

1 Euro=4,4 lei

Cheltuielile de exploatare (**R_c**) sunt:

Opțiunea 1: Sistem de canalizare gravitațional G

- Cheltuielile cu reparațiile și mentenanța – bazate pe cote procentuale din valoarea investiției. Volumul cheltuielilor este de 0,5% din C+M și 0,1% din valoarea utilajelor.

$$C_{rm\ G} = 0,005 \times 1.203.355,3 \text{ euro} + 0,001 \times 0,0 \text{ euro} = \mathbf{6.016,77 \text{ euro}}$$

- Cheltuielile cu salariile – determinate pe baza estimării salariilor pentru doi angajați noi:

$$C_{pers\ G} = 2 \text{ pers.} \times 250 \text{ euro/luna} \times 12 \text{ luni} = \mathbf{6.000 \text{ euro/an}}$$

Opțiunea 2: Sistem de canalizare gravitațional cu pompare P

- Cheltuielile cu reparațiile și mentenanța – bazate pe cote procentuale din valoarea investiției. Volumul cheltuielilor este de 0,5% din C+M și 0,1% din valoarea utilajelor.

$$\begin{aligned} C_{rm\ P} &= 0,005 \times 1.100.689,7 \text{ euro/an} + 0,001 \times 14.314,0 \text{ euro/an} \\ &= \mathbf{5.517,76 \text{ euro/an}} \end{aligned}$$

- Cheltuielile cu salariile – determinate pe baza estimării salariilor pentru doi angajați noi:

$$C_{pers\ P} = 2 \text{ pers.} \times 250 \text{ euro/luna} \times 12 \text{ luni} = \mathbf{6.000 \text{ euro/an}}$$

- Cheltuielile cu energia electrică – determinate pe baza condițiilor de exploatare.

Pe baza volumelor de apă pompate și a puterii instalate în echipamentele de pompare în stațiile de pompe, consumul de energie electrică este de:

$$C_{2\ P} = 3.241,0 \text{ kWh/an/buc} \times 4 \text{ buc} = \mathbf{12.964,0 \text{ kWh/an}}$$

Prețul energiei electrice consumate este de 0,401 lei/kWh (exclusiv TVA)

$$C_{ee\ P} = 0,131 \text{ euro/kWh} \times 12.964,0 \text{ kWh/an} = \mathbf{1.698,3 \text{ euro/an}}$$

Opțiunea 3: Sistem vacuumat de canalizare V

- Cheltuielile cu reparațiile și mentenanța – bazate pe cote procentuale din valoarea investitiei. Volumul cheltuielilor este de 0,5% din C+M și 0,1% din val. Utilaje.

$$C_{rm\ v} = 0,005 \times 506.295,4 \text{ euro} + 0,001 \times 394.500 \text{ euro} = \mathbf{2.926 \text{ euro}}$$

- Cheltuielile cu salariile – determinate pe baza estimării salariilor pentru doi angajați noi:

$$C_{pers\ v} = 2 \text{ pers.} \times 250 \text{ euro/luna} \times 12 \text{ luni} = \mathbf{6.000 \text{ euro/an}}$$

- Cheltuielile cu energia electrică – determinate pe baza condițiilor de exploatare.

Pe baza volumelor de apă pompate și a puterii instalate în echipamentele de pompare din stațiile de pompe, consumul de energie electrică este:

$$C_{v\ v} = 6.570,0 \text{ kWh/an/buc} \times 5 \text{ buc} = \mathbf{32.850 \text{ kWh/an}}$$

Prețul energiei electrice consumate este de 0,401 lei/kWh (exclusiv TVA)

$$C_{ee\ v} = \mathbf{0,131 \text{ euro/kWh}} \times 32.850 \text{ kWh/an} = \mathbf{4.303,35 \text{ euro/an}}$$

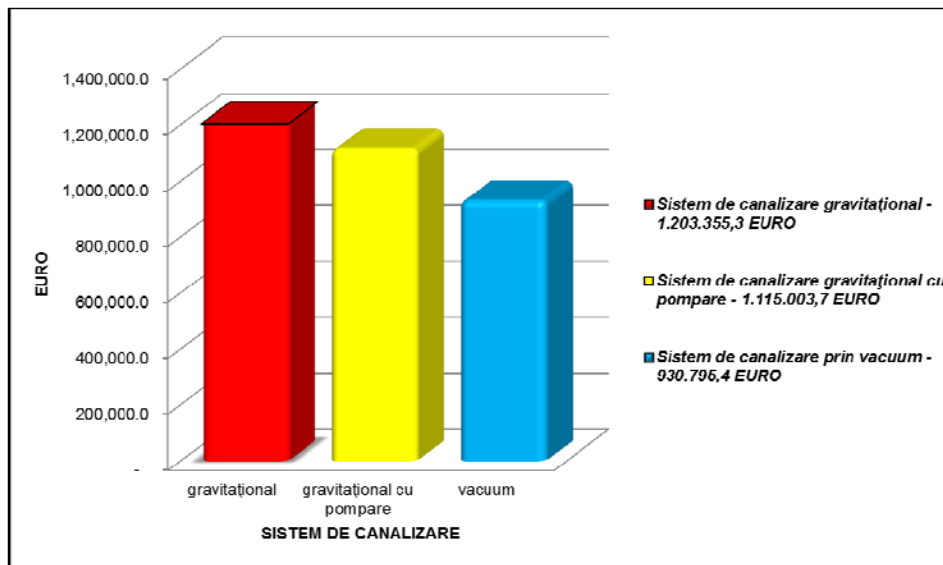


Fig. 4.35 Grafic comparativ – valoarea de investiție a sistemului de canalizare

Tab. 4.2 – Opțiunile G,P și V privind alcătuirea costurilor

Tipuri de sisteme	Denumire	Cantitate	Pret unitar	Costuri
Sistem de canalizare gravitațional - G -	Costuri de Investiție - IC1			
	Colector DN 250	7,939.7 ml	79.6 euro/ml	631,896.6 euro
	Racorduri DN 200 (360 buc)	6,279.0 ml	91.0 euro/ml	571,458.7 euro
	TOTAL Costuri de Investiție - IC1			1,203,355.3 euro
	Costuri curente (de operare) - RC1			
	Cheltuielile cu reparațiile și mentenanța			6,016.8 euro/a
	Cheltuielile cu salariile			6,000.0 euro/a
TOTAL Costuri de Investiție - RC1			12,016.8 euro/a	
Sistem de canalizare gravitațional cu pompare - P -	Costuri de Investiție - IC2			
	Colector DN 250	6,231.3 ml	57.86 euro/ml	360,551.3 euro
	Colector DN 300	1,708.4 ml	63.87 euro/ml	109,107.3 euro
	Stație de pompare SP1, SP2, SP3 și SP4	4.0 buc	3,578.50 euro/buc	14,314.0 euro
	Conductă refulare D 110	440.0 ml	25.81 euro/ml	11,356.6 euro
	Racorduri DN 200 (360 buc)	6,279.0 ml	98.69 euro/ml	619,674.5 euro
	TOTAL Costuri de Investiție - IC2			1,115,003.7 euro
	Costuri curente (de operare) - RC2			
	Cheltuielile cu reparațiile și mentenanța			5,517.8 euro/a
	Cheltuielile cu salariile			6,000.0 euro/a
Cheltuielile cu energia electrica			1,698.3 euro/a	
TOTAL Costuri de Investiție - RC2			13,216.1 euro/a	
Sistem de canalizare vacuumat - V -	Costuri de Investiție - IC3			
	Colector D 90	734.5 ml	8.70 euro/ml	6,389.7 euro
	Colector D 110	3,075.5 ml	16.58 euro/ml	50,984.8 euro
	Colector D 125	2,421.4 ml	24.30 euro/ml	58,840.0 euro
	Colector D 160	1,708.4 ml	27.30 euro/ml	46,638.0 euro
	Statie de vacuum	1.0 buc	200,000.00 euro/buc	200,000.0 euro
	Pompa de vacuum	3.0 buc	10,000.00 euro/buc	30,000.0 euro
	Supapa de vacuum	125.0 buc	1,500.00 euro/buc	187,500.0 euro
	Pompa de evacuare	2.0 buc	3,500.00 euro/buc	7,000.0 euro
	Racorduri DN 160 (120 buc)	7,779.0 ml	44.15 euro/ml	343,442.9 euro
	TOTAL Costuri de Investiție - IC3			930,795.4 euro
	Costuri curente (de operare) - RC3			
	Cheltuielile cu reparațiile și mentenanța			2,926.0 euro/a
Cheltuielile cu salariile			6,000.0 euro/a	
Cheltuielile cu energia electrica			4,303.4 euro/a	
TOTAL Costuri de Investiție - RC3			13,229.3 euro/a	

În tabelul 4.2 se poate observa faptul că în acest caz costurile de investiție (I_C) aferente opțiunii V, sunt mai scăzute decât cele ale opțiunilor G și P. Cheltuielile de exploatare/ costuri curente (R_C) aferente alternativei G, sunt mai scăzute decât cele ale alternativei P și V, datorită creșterii prețurilor la energie. În cazul opțiunilor P și V, vor trebui incluse costurile de reinvestiție. Pentru opțiunea P costul de reinvestiție este de 14.314 euro, aferentă stațiilor de pompare, iar pentru opțiunea V costul este de 224.500 euro, aferentă pompelor de vacuum (30.000 euro) supapelor de vacuum (187.500 euro) și pompelor de evacuare (7.000 euro).[56]

5. Proiectarea, execuția,exploatarea și întreținerea sistemelor vacuumate de canalizare

5.1 Considerații de ordin general

Sistemul de canalizare vacuumat asigură transportul apelor uzate menajere la presiuni mai mici decât presiunea atmosferică ($p < p_{at}$). Acest sistem se recomandă în zonele de șes, pentru cartierele rezidențiale dezvoltate în vecinătatea centrelor populate urbane, în spațiile înguste cu construcții sensibile, în terenurile cu nivelul ridicat a apelor freatice sau în zonele istorice din cadrul centrelor populate. [11],[56],[70],[71],[72],[78],[79],[83],[85],[86],[91]

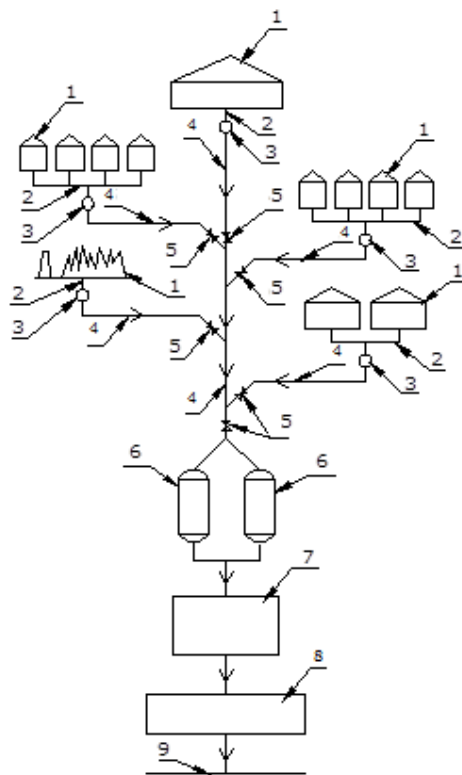


Fig.5.1 Componentele sistemului vacuumat de canalizare

Sistemele vacuumate de canalizare, sunt constituite din: gospodări (1); racorduri gravitaționale (2); cămine de racord (3); conductă vacuumată (4); vane de secționare (5); rezervoare de vacuum (6); stația de vacuum (7); stație de epurare (8) și emisar (9), redată în figura 5.1.

Adâncimea uzuală de pozare a conductelor în sistemul vacuuat de canalizare este de 0,9-1,20 m. În practica pozării conductelor canalul colector are nevoie de o pantă longitudinală de 2‰, iar pe traseul conductelor la anumite distanțe se crează locuri de "stocare" pentru apa reziduală, denumite "lifturi", necesare pentru crearea dopurilor pentru transportul apei uzate. În figura 5.2 este prezentat profilul longitudinal teoretic al acestui sistem de canalizare.

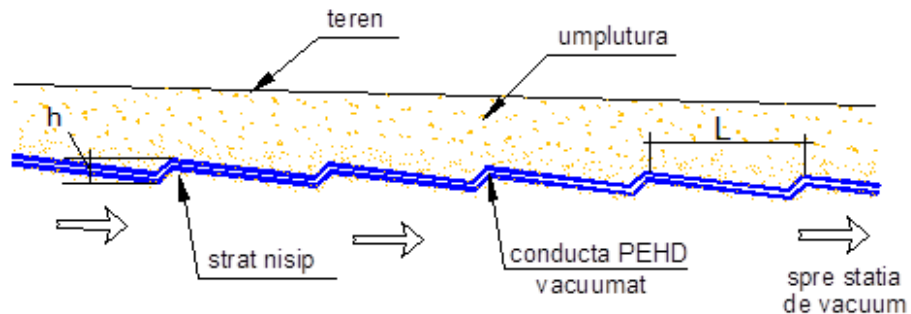


Fig.5.2 Configurația liftului și profil longitudinal teoretic al sistemului vacuuat de canalizare

Sistemul de canalizare vacuuat este un sistem etanș și corespunde din punct de vedere ecologic. Datorită etanșeității conductelor de canalizare sunt eliminate infiltrațiile și exfiltrațiile. Amenajările suplimentare sunt cele legate de căminele colectoare, echipate cu supapă de vacuum. Se vor lua măsuri pentru reținerea corpurilor grosiere. Deși sistemul vacuuat are un consum energetic mai ridicat, datorită diametrelor mai mici a conductei, a lățimii reduse a săpăturii și adâncimii de pozare a conductei mai mică, costurile de investiție pentru rețea în sistem vacuuat sunt reduse. [11],[34],[49],[56],[63],[84]

5.1.1 Cerințe privind proiectarea și exploatarea rețelelor vacuuate de canalizare

Proiectarea și exploatarea rețelelor vacuuate de canalizare comportă respectarea următoarelor cerințe:

- utilizarea tuburilor de canalizare din PEID PE 100 SDR 13,5 cu diametre DN = 90 - 200 (250) mm, diametrul DN 90 mm fiind recomandat pentru racorduri, iar tuburile cu DN 160-200 mm pentru arterele colectoare;
- panta tuburilor între doua lifturi consecutive, se consideră
 $I = 0,002$;
- înălțimea lifturilor **h** se va stabili în funcție de lungimea liftului;
- numărul maxim al lifturilor reale/teoretice pe ramificație
 $n_{\max} = 25(30)$;
- numărul minim al lifturilor pe o ramificație
 $n_{\min} = 6$;
- distanța maximă între doua lifturi consecutive
 $L_{\max} = 150m$;

- distanța minimă între două lifturi consecutive
 $L_{\min} = 5,5/6,0 \text{ m};$
- lungimea maximă reală/teoretică a unei ramificații
 $L_{\max} = 25(30) \times 150 = 3750(4500) \text{ m};$
- lungimea minimă reală/teoretică a unei ramificații
 $L_{\min} = 5,5/6 \times 25/30 = 137,5/150 \text{ m};$
- depresiunea maximă admisă în rețeaua de canalizare vacuumată
 $\Delta_{pv} = -0,6 \text{ la } -0,7 \text{ bar};$
- depresiunea minimă admisă pentru deschiderea supapei
 $\Delta_{pv} = -0,25 \text{ bar};$
- numărul maxim de case racordate la un camin colector
 $N = 4 - 5;$
- raportul aer/apă
 $R = 6/1-12/1.$

Funcționarea sistemelor vacuumate de canalizare este determinată de: înălțimea, numărul și distanța dintre lifturi; tipul și locul de formare a dopurilor/acumulărilor de apă; timpul de revenire și de refacere a vidului; raportul aer/apă; modul în care este asigurată execuția, întreținerea și exploatarea instalațiilor.

Dopul de apă care se formează cu cei 40 litri de apă, acumulați în căminul colector este echivalent cu 40 sticle de apă de 1 litru, care este împins pe o conductă vacuumată de 200 litri, timp de 3 sec., după care supapa de vacuum se închide. Lungimea dopului ideal de apă, pentru volumul de apă ($V=40\text{l}$) într-o conductă cu diametrul $D=100 \text{ mm}$ este de 5 m.

Dopul de apă, cu capacitatea de 40 l, este împins prin conducta de vacuum, cu ajutorul unui volum de 200 l aer și parcurge, în circa 5 – 6 sec., lungimea necesară pentru a se egaliza presiunea disponibilă ($\Delta p = 1 \text{ bar}$). Dopul de apă necesar pentru egalizarea presiunii disponibile de 1 bar, trebuie să parcurgă în timpul deschiderii supapei, lungimea liftului cu panta de 0,2%, iar dezintegrarea dopului de apă se face după 50 – 60 m, printr-o curgere laminară. [67], [68]

5.1.2 Configurație, lifturi, pante

Numărul de lifturi și lungimile maxime necesare pe conductele de evacuare dintre căminele colectoare și stația de vacuum se stabilesc în raport cu panta terenului după cum urmează:

- **Terenuri plate ($I_t \approx 0$)**

Se adoptă tronsoane cu pantă descrescătoare $I_R = 2 \text{ ‰}$. Distanța minimă între 2 lifturi consecutive este $L_{\min} = 150 \text{ m}$. Numărul maxim de lifturi este de 25. Lungimea maximă a ramificațiilor secundare reale/teoretice $L_{\max} = 150 \times 25 = 3.750 \text{ m}$.

- **Terenuri cu pantă descendentă**

Nu se prevăd lifturi sau se prevede un lift la 300,0 m.

- **Terenuri cu pantă crescătoare/contrapantă**

La terenurile cu contrapantă, tronsoanele lifturilor se vor realiza cu pantă descrescătoare 2‰ cu lungime adoptată astfel încât îngroparea rețelei vacuumate să nu depășească adâncimea 1,5 m; distanța între lifturi depinde și de mărimea contrapantei terenului.

Înălțimea lifturilor la aceeași pantă ($I_R = 2‰$) pentru:

- $h = 0,30$ m pentru $L = 150$ m;
- $h = 0,1$ m pentru $L = 50$ m .

5.1.3 Diametrele tuburilor de vacuum

Diametrele tuburilor vacuumate de canalizare se stabilesc în raport cu mărimea debitelor maxime cumulate, după cum urmează:

- DN 110 mm pentru $Q_{max} = 2$ l/s;
- DN 125 mm pentru $Q_{max} = 5$ l/s;
- DN 160 mm pentru $Q_{max} = 10$ l/s;
- DN 200 mm pentru $Q_{max} = 14$ l/s;
- DN 90 mm pentru capetele de rețea cu $L_{max} = 30$ m.

5.1.4 Pierderile de presiune pe lift

Pierderile admisibile de presiune pe lift pot fi:

- $\Delta p = 10$ cm/lift pentru DN 200 mm;
- $\Delta p = 20$ cm/lift pentru DN 90 mm.

Se admite o variație liniară și o pierdere medie de 0,15 m/lift. În cazul în care aceste valori sunt depășite este nevoie de izolarea tronsonului și detectarea zonei cu probleme.

Izolarea tronsoanelor rețelei se va realiza cu vane montate pe ramificații astfel încât să poată fi scoasă din funcțiune, pentru intervenții, maxim 20% din lungimea totală a rețelei.

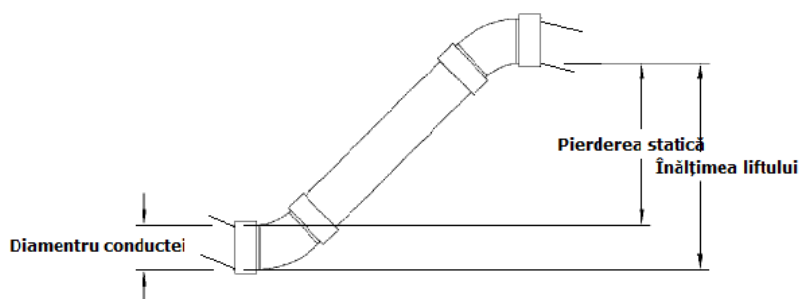


Fig 5.3 Pierdere de sarcină (statică) pe lift

5.1.5 Conceptul funcționării rețelelor vacuumate de canalizare

Se execută în sistem gravitațional canalizarea aferentă racordurilor. Sunt montate cămine de vacuum care, prin conductele de racord, colectează apa uzată menajeră de la mai multe gospodării. Prin dotarea cu supape de vacuum a căminelelor colectoare, acestea se deschid automat la nivelul maxim în căminul colector și se închid după 3-4 secunde, când s-a evacuat tot volumul de 40 l acumulate în jompul rezervorului;

Rețeaua la care $p < p_{atm}$ (între max. - 0,6 și -0,7 bar) asigură preluarea apei uzate în amestec cu aer și o transportă către zona aval asigurând viteze pentru amestecul bifazic aer-apă peste 2 m/s;

Configurația rețelei vacuumate trebuie să fie concepută sub forma unor tronsoane descendente prevăzute cu lifturi succesive similar schemei din figura 5.2.

Funcționarea rețelei de canalizare vacuumate este condiționată de mărimea pierderilor de vacuum impuse de:

- aspirația aerului la deschiderea supapelor;
- pierderi hidraulice în sistemul de conducte date de amestecul bifazic;
- raportul aer-apă impus pentru deschiderea supapelor;
- pierderile totale de presiune ca diferență între presiunea în rezervorul de vacuum și presiunea în punctul de colectare cel mai îndepărtat.

Profilul longitudinal al colectoarelor vacuumate de canalizare se dezvoltă sub forma unor dinți de fierastrău, cu pante și contrapante, necesare pentru formarea lifturilor/spațiilor de stocare necesare pentru crearea succesiuni dopurilor de apă reziduală, pentru transportul vacuumat.

Lifturile pot fi închise, dacă nivelul apei în lift este deasupra crestei superioare a liftului sau deschise dacă nivelul apei în lift este sub creasta superioară a acestuia.

5.1.5.1 Conducta de traversare dintre supapa de vid și canalul colector

Conducta dintre supapa de interfață și canalul colector principal este un tub PE cu diametrul exterior DN 90 mm.

Conducta de traversare intră în canalul colector principal „pe deasupra”, printr-o ramificație în Y la 45°.

Atunci când într-un cămin se instalează 2 sau mai multe supape, se vor monta conducte de traversare separate din PE cu diametrul exterior DN 90 mm de la fiecare supapă, direct la canalul colector principal.

Se va asigura un proiect special al jompului, pe baza debitelor și a amplasării rețelei de conducte pentru căminele cu mai multe supape. Racordurile de la canalele colectoare ramificate până la canalele colectoare cu vid se execută în mod similar cu cele de la supapele de interfață până la canalul colector.

5.1.5.2 Supapele de izolare

Aceste supape se instalează în sistemul de conducte colectoare în scopul izolării unor porțiuni ale sistemului cu vacuum.

În mod normal supapele sunt acoperite cu o cutie de suprafață, pentru a permite punerea lor în funcțiune cu o cheie în T.

5.1.5.3 Separatoarele

Un separator este o configurație particulară a sistemului de canalizare folosită în cazul conductelor cu vid care funcționează gravitațional, atunci când canalul colector este pozat într-un teren care are deja o pantă naturală. Separatoarele vor fi prevăzute în profilele canalelor colectoare acolo unde nu sunt racordate cămine colectoare sau ramificații pe o distanță de minimum 300 m.

5.1.5.4 Curățarea

Datorită vitezelor mari de transport a lichidului, practic nu există niciun risc de înfundare a unui sistem de canalizare cu vacuum, care a fost corect proiectat și executat. Totuși, în situația puțin probabilă a unei înfundări, accesul la canalul colector cu vacuum se poate face printr-unul dintre racordurile uneia sau a mai multor supape. Nu este nevoie să se instaleze dispozitive speciale pentru curățarea sistemului.

5.1.5.5 Stația de vacuum

Stația de vacuum este cea mai importantă construcție a sistemului fiind locul în care se generează presiunea negativă pentru întreaga rețea de canalizare, permitând colectarea și transportul efluentului la stația de epurare a apelor uzate.

Stația de vacuum, redată în Figura 5.4, adăpostește rezervorul de oțel cu capacitate $V = 12.000 - 14.000$ l pentru apa uzată, pompele de vid, pompele de evacuare a apei uzate acumulate și sistemul de comandă și control automat.

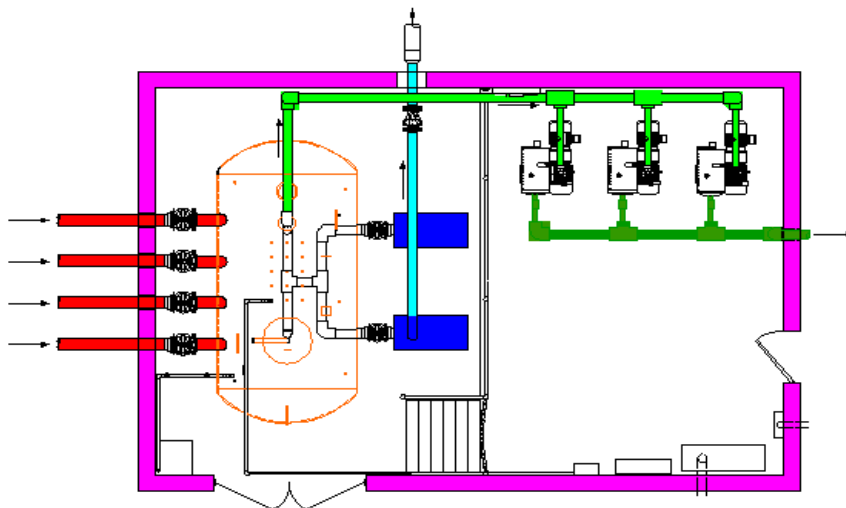


Fig. 5.4 Schema de funcționare a unei stații de vacuum

Apa menajeră uzată aspirată din rețea ajunge într-un rezervor de oțel vidat tratat anticorrosiv cu rășini epoxidice.

La partea superioară a rezervorului cu spațiu de aer, se racordează pompa de vacuum, acționată de un senzor de presiune în cazul în care vidul creat este insuficient.

Funcția de pompare a apelor uzate a stației de pompe de vacuum este asemănătoare cu cea a pompelor în cazul canalizării în regiunile de șes. La partea inferioară a rezervorului este racordată pompa de evacuare a apelor uzate prin care apa menajeră se evacuează la stația de epurare. Pompa este comandată de senzori de nivel.

Pompele de vacuum și de evacuare, cât și senzorii de nivel sunt instalate în stația de vacuum cu o asigurare 100%, astfel că în cazul unor avarii utilajele de rezervă să intre automat în funcțiune.

Stația de vacuum funcționează automat. Partea importantă a defecțiunilor rețelei și a perturbațiilor din sistem, datorită "filozofiei de repornire" programată în calculatorul panoului de comandă, se soluționează automat.

Aria construită a stațiilor de vacuum variază între 40 și 60 m², construcția fiind subterană sau supraterană în regim de înălțime S+P.

Stația de vacuum poate fi proiectată cu alimentare electrică dublă, eventual și cu un agregat diesel de rezervă. În cazul întreruperii curentului electric pe o perioadă mai mică rețeaua dispune de un volum suficient de acumulare. În cazul întreruperii pe o perioadă mai mare de 12 ore, funcționarea sistemului trebuie asigurată cu ajutorul generatoarelor de curent. [7],[8],[9],[56],[62]

5.2 Proiectarea elementelor componente ale sistemului vacuumat de canalizare

5.2.1 Alegerea dimensiunilor conductelor pentru canalul colector cu vid

Pentru asigurarea unei funcționări optime a sistemului de canalizare cu vid, conductele trebuie să fie dimensionate în conformitate cu cerințele fundamentale de funcționare. Pentru alegerea diametrului corespunzător conductelor, trebuie avute în vedere următoarele criterii:

- Debitul cumulativ maxim în fiecare tip de conductă folosită în tronsonul vacuumat de canalizare;
- Lungimea maximă a fiecărui tip de conductă folosită pentru canalul colector.

În fiecare cămin din sistemul cu vacuum se va monta o supapă de interfață (Figura 5.5). Conducta care face legătura dintre supapa de interfață și canalul colector este denumită conductă de traversare, realizată din polietilenă cu diametrul exterior de 90 mm. Supapa de interfață poate fi racordată numai la o conductă de această dimensiune, lungimea maximă a conductei de traversare fiind de maximum 10 m înainte de mărirea diametrului.[7],[8],[10]

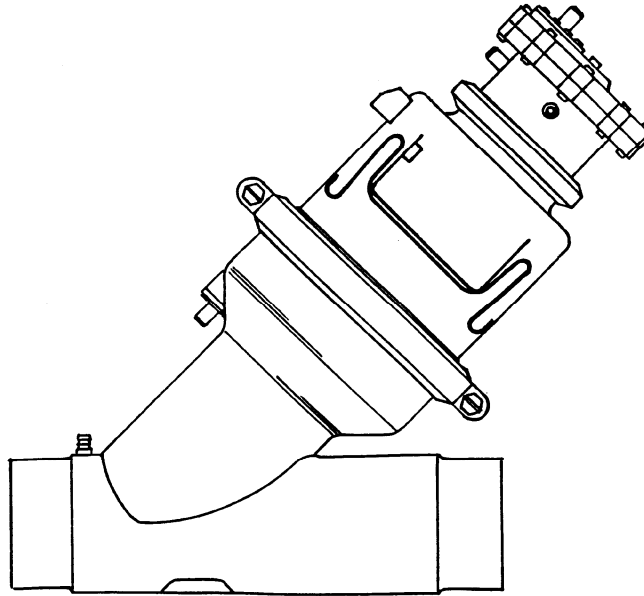


Fig.5.5 Supapă de interfață – de vacuum

Cea mai mică conductă dintr-un sistem cu vacuum este conducta din PE cu diametrul exterior DN 110 mm, dispusă pe un traseu separat, de la cea mai îndepărtată supapă de interfață către stația de vacuum și colectează debitele suplimentare din fiecare cămin prin care trece. Se va calcula debitul cumulat din conductă și atunci când acesta ajunge la 2 l/sec. diametrul va fi mărit la DN 125 mm pentru debite de până la 5 l/sec.

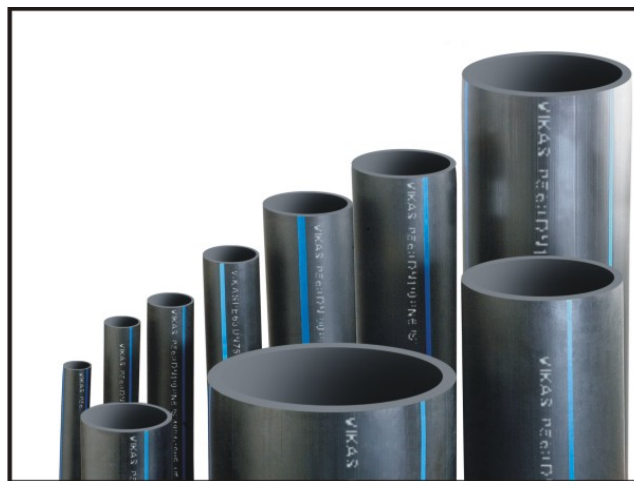


Fig. 5.6 Conductă PE diferite diametre

Mai există încă un criteriu care trebuie luat în calcul. Dacă lungimea conductei din PE cu diametrul exterior DN 110 mm dintr-un canal colector ajunge la 500 m, diametrul acesteia va fi crescut DN 125 mm, **indiferent de debitul cumulat**.

În continuare se va calcula debitul cumulat în conducta din PE DN 125 mm, iar când acesta ajunge la 5 l/sec., diametrul exterior al conductei din PE va fi majorat la DN 160 mm. Ca și în cazul celui alt debit, există o lungime maximă pentru canalul principal de scurgere din PE DN 125 mm pentru una și aceeași conductă, această lungime de 800 m.

Pentru conducta de 160 mm debitul maxim cumulat este de 10 l/sec., iar lungimea unei singure conducte nu va depăși 1.500 m.

Următoarea dimensiune utilizată în cadrul rețelelor vacuumate este cea cu diametru exterior DN 200 mm. Pentru aceste conducte, debitul maxim cumulat este 15 l/sec., lungimea maximă a conductei fiind $L=1.500$ m.[7],[8],[11],[56],[90]

Tab. 5.1 Calcularea conductelor

DIAMETRUL CONDUCTELOR	DEBITUL MAXIM CUMULAT	LUNGIMEA MAXIMĂ A CONDUCTEI
Ø 90 mm PE	0 supapă de interfață 0,3 litri/secundă	Numai conducte de traversare
Ø 110 mm PE	2 litri/secundă	500 m
Ø 125 mm PE	5 litri/secundă	800 m
Ø 160 mm PE	10 litri/secundă	1500 m
Ø 200 mm PE	15 litri/secundă	1500 m

5.2.2 Proiectarea colectoarelor vacuumate

Sistemele colectoarelor vacuumate a apelor uzate își iau energia necesară transportului din presiunea diferențială a aerului, dată fiind de diferența dintre presiunea aerului atmosferic și cea a vidului existent în sistem. Această energie disponibilă fiind limitată, face ca de aceea, transportul efluentului în sistem să înceteze. Evident, pentru proiectarea sistemului este fundamentală înțelegerea și respectarea acestor limite.

Sistemul utilizează un raport mare aer/lichid, în general de 6:1, care se reflectă într-un amestec spumos de apă uzată și aer, având o gravitație specifică joasă.

Experiența a arătat că pierderile datorită fricțiunii în interiorul sistemului sunt ignorabile, cu condiția respectării instrucțiunilor cu privire la dimensionarea conductelor și alegerea pompei de vacuum.

Energia disponibilă în sistem poate fi folosită pentru contracararea modificărilor de presiune hidrostatică din rețeaua de canale colectoare. Presiunea vidului menținută în general de pompele de vacuum este în jurul valorii de -0,70 bar. Pentru o funcționare corectă, supapele de interfață au nevoie în general o presiune a vidului de aprox. -0,35 bar.

La proiectarea sistemului cu vacuum este important să vă asigurați că pierderea de presiune hidrostatică din orice punct al sistemului până la stația de

vacuum nu depășește 4,5 metri. Totuși s-ar putea să nu se poată genera o creștere mai mare decât acesta. [23],[25],[30],[69],[70]

5.2.3 Profilele canalelor colectoare

În general în canalul colector trebuie păstrată o pantă de cel puțin 1:500 (0,2%). În profilul canalului colector se prevăd lifturi/trepte care acționează atât ca buzunare în care se reformează transportul bifazic, cât și pentru a readuce canalul colector la o adâncime minimă de acoperire, evitându-se astfel necesitatea unor săpături adânci. În general, la fiecare ridicare vor fi lăsați 300 m între o treaptă și următoarea.

În scopul calculării presiunii hidrostatice cumulate din canalul colector, fiecare lift/ treaptă de 300 m este calculată ca fiind cu o înălțime $\Delta h = 150$ mm, întrucât vitezele mari de curgere a apei în interiorul canalului vor ajuta „blocul” de apă uzată să treacă prin treaptă. Cu o treaptă/lif cu $\Delta h = 30$ cm și o pantă de 1:500 pe un teren perfect plat, ar fi nevoie de o treaptă/lift la fiecare 150 metri.

Cu presiunea hidrostatică totală disponibilă în sistemul vacuumat de 4,5 metri, lungimea teoretică maximă a canalului colector poate fi calculată sub forma:

$$\frac{\Delta p}{\Delta h} \times L = \frac{4,5}{0,15} \times 150 = 4.500 \text{ m}$$

Totuși, în practică, lungimea maximă probabil poate fi de 3.500 metri pentru că profilul canalului colector probabil va traversa nu doar zone plate, ci și porțiuni în pantă și în contrapantă.

În general distanța dintre trepte/lifturi ar trebui să fie de minim 6 metri, iar lifturile cu $\Delta h > 30$ cm ar trebui evitate pe cât posibil. Dacă este necesar un lift cu $\Delta h > 30$ cm, atunci lungimea reală a acesteia o va contribui la presiunea hidrostatică totală din canalul colector. Este preferabil să se folosească mai multe lifturi/trepte mai mici decât să se instaleze unul cu o înălțime de Δh mai mare.

În cazul terenurilor în contrapantă se recomandă ca lifturile să fie mult mai dese decât în cazul terenurilor plate/orizontale (Figura 5.7).

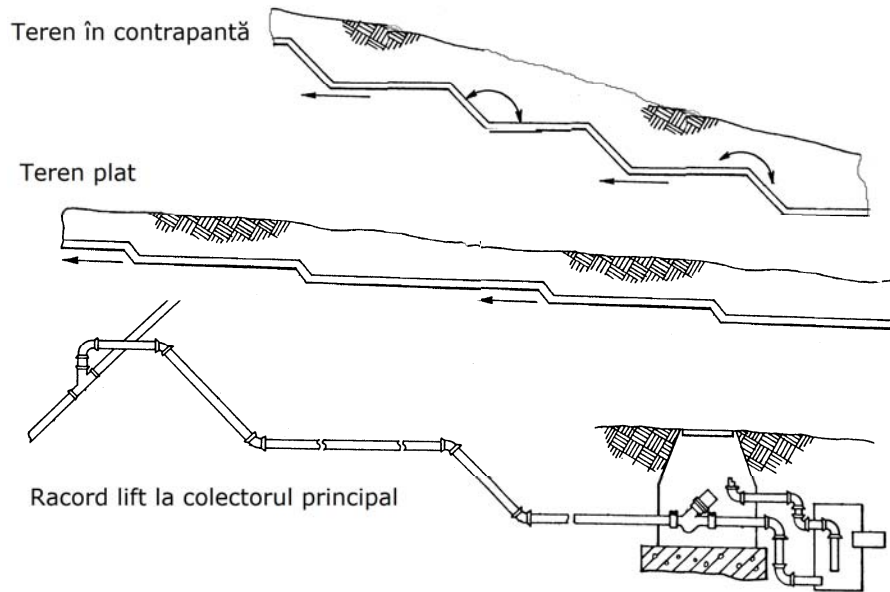


Fig. 5.7 Dispunerea lifturilor în terenuri cu contrapantă

Înălțimea liftului se stabilește în funcție de gradul de umplere și de diametrul conductei colectoroare.

5.2.4 Modelul căminului colector al sistemului vacuumat de canalizare

Căminul colector pentru apa uzată, redat în Figura 5.8, îndeplinește următoarele două funcțiuni:

- a) De jomp, ca și la stațiile de pompare convenționale, constituind un spațiu de stocare în care se păstrează apa uzată până la evacuarea acesteia de către pompele pentru apă uzată.
- b) Ca rezervor de presiune a vidului, ajutând la reducerea la minimum a numărului de porniri ale pompelor de vacuum pe oră.

$$V_t = 2 \times V_o \quad (5.3)$$

Pentru sistemele cu vacuum cu un debit în perioadele secetoase mai mare de 15 l/sec., volumul vasului colector rămâne constant, la capacitatea $V_t = 27 \text{ m}^3$.

5.2.5 Modelul vasului rezervorului de vacuum

Vasul suplimentar este folosit în principal ca mijloc de protecție împotriva pătrunderii umezelii în pompele de vacuum, fiind de interes vital, acolo unde se folosesc pompe cu palete, deoarece acestea pot fi ușor deteriorate în aceste situații. Dacă se folosesc pompe de vacuum cu inel de apă, acest vas suplimentar nu este necesar.

5.2.6 Modelul pompelor de vacuum

În majoritatea situațiilor este recomandată utilizarea atât a pompelor cu inel de apă, cât și a pompelor cu palete.

Unica excepție este atunci când umiditatea relativă este mare sau când temperatura aerului ambiental depășește 30°C . În aceste situații apa necesară pentru o pompă cu inel de apă este prea fierbinte, eficiența pompei va fi diminuată, se preferă utilizarea unei pompei cu palete.

Dimensiunea pompei de vid depinde de următorii 3 factori:

- Debitul de vârf al apelor uzate care urmează a fi colectate;
- Lungimea celui mai lung canal colector din sistem;
- Volumul total al rețelei de conducte din sistemul de canalizare;

Formula de calcul pentru determinarea capacității pompei de vacuum este:

$$Q_v = 3,6 \times Q_p \times R \times 1,5 \quad (5.4)$$

unde Q_v se exprimă în m^3/h , Q_p în l/sec.
R reprezintă raportul aer/lichid.

Valoarea lui R este determinată de lungimea celui mai mare a canalului colector:

— pentru o lungime mai mică de 1500 m	R = 6,0
— pentru lungimi cuprinse între 1500 m și 2000 m	R = 6,5
— pentru lungimi cuprinse între 2000 m și 3000 m	R = 7,0
— pentru lungimi cuprinse între 3000 m și 3600 m	R = 7,5
— pentru lungimi mai mari de 3600 m	R = 8,0

Exemplu:

Un sistem cu un debit de vârf de 10 l/sec. și cu cel mai lung canal colector $L = 1.750 \text{ m}$.

$$Q_v = 3,6 \times 10 \times 6,5 \times 1,5 = 351 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se va alege o pompă de vacuum cu o putere de înlocuire a aerului, cel puțin peste valoarea nominală.

Se va acorda mare atenție alegerii puterii pompelor de vacuum și a timpului de staționare a pompei. Acesta reprezintă timpul necesar pentru revenirea întregului sistem de canalizare, în condiții de presiune atmosferică normală, la presiunea de funcționare proiectată (de obicei aprox. -0,7 bar) cu toate pompele în funcțiune.

Formula folosită pentru calcularea timpului de staționare T este următoare:

$$T = \frac{(Sv \times 0,7) \times 60}{Q_{vp \text{ real}}} \quad (5.5)$$

În care Sv - volumul total al sistemului de canale colectoare pe sistem, în m³,
 Q_{vp real} - reprezintă înlocuirea nominală reală a aerului pentru pompele de vid alese se exprimă în m³/h.

Cu ajutorul acestei formule se obține timpul T exprimat în minute.

Pentru majoritatea sistemelor, timpul de staționare a pompei ar trebui să fie minimum 2 minute și maximum 5 minute.

Pentru a satisface acest criteriu al timpului, s-ar putea ca puterea pompei de vacuum să trebuiască să fie mai mare decât valoarea Q_v calculată, caz în care se va specifica pompa cu putere utilă mai mare.

5.2.7 Modelul pompelor de evacuare a apei uzate

Într-o stație de vacuum se recomandă folosirea a 2 pompe de evacuare. Fiecare pompă va fi dimensionată pentru evacuarea apei la o rată cel puțin egală cu debitul de vârf calculat pentru sistemul respectiv. Se va verifica dacă legislația, reglementările sau uzanțele locale prevăd și alte elemente de siguranță.

Pompele și motoarele se aleg pe baza unor calcule similare celor folosite la dimensionarea stațiilor de pompare gravitaționale. În plus, se va lua în considerare presiunea hidrostatică/înălțimea de refulare la care pompele trebuie să aspire apa uzată din vasul colector. Această înălțime suplimentară va ajunge la aproximativ 7 metri pe partea de aspirare a pompei.

Pentru anumite pompe de evacuare sunt necesare liniile de egalizare, acestea fiind formate, în general, din conducte transparente cu diametrul de 25 mm. Scopul lor principal este de a egaliza presiunea de ambele părți ale rotorului pompei, prin aceasta reducându-se sarcina la care trebuie să facă față motorul pentru pornirea pompei.

Dacă se folosesc pompe cu rotor cu șurub orizontal în locul celor convenționale, verticale, cu rotor deschis, se poate să nu mai fie necesare liniile de egalizare.

5.2.8 Unitatea PLC

Echipamentele mecanice și electrice ale stației sunt controlate de o unitate PLC amplasată în panoul de control electric.

5.2.8.1 Pompele de evacuare a apei uzate

Pompele de evacuare funcționează pe principiul „o pompă în exploatare/o pompă în așteptare”. Funcționarea lor este selectată/alternată automat în sistemul PLC.

Când nivelul apei uzate din vasul colector atinge nivelul de exploatare, va porni pompa selectată, care va funcționa până la atingerea nivelului de oprire.

Când se atinge nivelul de așteptare, pompa aflată în funcțiune se va opri, cea în așteptare pornind și funcționând în continuare până la atingerea nivelului de oprire. Dacă pompa în așteptare nu pornește, PLC va retrimite semnalul de pornire la pompa în exploatare.

La reînceperea alimentării cu energie după o pană de curent, pompa de evacuare care primește semnalul de pornire va reporni cu o întârziere de 30 secunde.

Dacă în vasul colector se atinge nivelul înalt, va fi pornit Sistemul de recuperare nr. 1.

5.2.8.2 Pompele de vacuum

Pompele de vacuum funcționează în sistem „o pompă în funcțiune/o pompă de asistență”. Funcționarea lor este selectată/alternată automat în sistemul PLC.

La prima pornire a sistemului, ambele pompe vor fi puse în funcțiune cu o întârziere minimă, recomandată între porniri. La atingerea presiunii de exploatare proiectate, ambele pompe se vor opri. Pe măsura reducerii presiunii vidului, pompele vor fi puse în funcțiune prin intermediul întrerupătorului corespunzător de presiune a vidului.

Atunci când ambele pompe primesc semnalul de pornire, va fi inițiat sistemul de recuperare nr. 2.

Dacă vidul are presiune ridicată, ambele pompe vor fi oprite și blocate, urmând a fi resetate manual cu ajutorul butonului de urgență de pe ușa secțiunii de control a panoului electric.

Sistemul de recuperare nr. 4 poate fi inițiat tot prin intermediul modului specific de funcționare a pompelor de vacuum.

5.3 Execuția sistemului vacuumat de canalizare

5.3.1 Generalități

Ca și sistemele de canalizare convenționale, și cele vacuumate trebuie instalate în conformitate cu proiectul de execuție. Constructorii consideră în mod greșit că profilul canalului colector din trepetele inverse și racordurile „peste cap” din canalele colectoare principale nu sunt importante, întrucât apa uzată este oricum transportată sub presiunea vidului.

Înainte efectuării lucrărilor de construcție, se recomandă organizarea unei ședințe cu întregul personal de execuție pentru a li se explica modul de funcționare și metoda care stă la baza acestui sistem, precum și alte detalii constructive

necesare. Este importantă accentuarea respectării profilului treptei inverse și a folosirii metodelor corespunzătoare de execuție a racordurilor. Dacă sunt necesare puncte de sudură prin electrofuziune (Figura 5.9), acestea vor fi executate numai de muncitori calificați.



Fig.5.9 Sudură prin electrofuziune

Sistemele de vacuum beneficiază de o proiectare flexibilă. În general canalele colectoare pot fi pozate în jurul, pe deasupra sau pe sub obstacolele neprevăzute apărute în timpul execuției instalației. Totuși, aceste modificări de proiect nu vor fi făcute fără consultarea prealabilă a proiectanților.

Înainte de a umple șanțurile cu ultimii 500 mm de pământ, este recomandabil să se așeze un indicator din plastic acoperit cu metal/bandă de avertizare, cunoscut sub denumirea de bandă de marcaj. Aceasta va permite identificarea ulterioară a traseului de conducte cu ajutorul unui dispozitiv corespunzător de localizare. Banda va avea și rol de avertizare în cazul în care ulterior se execută săpături fără a se cunoaște traseul conductelor.

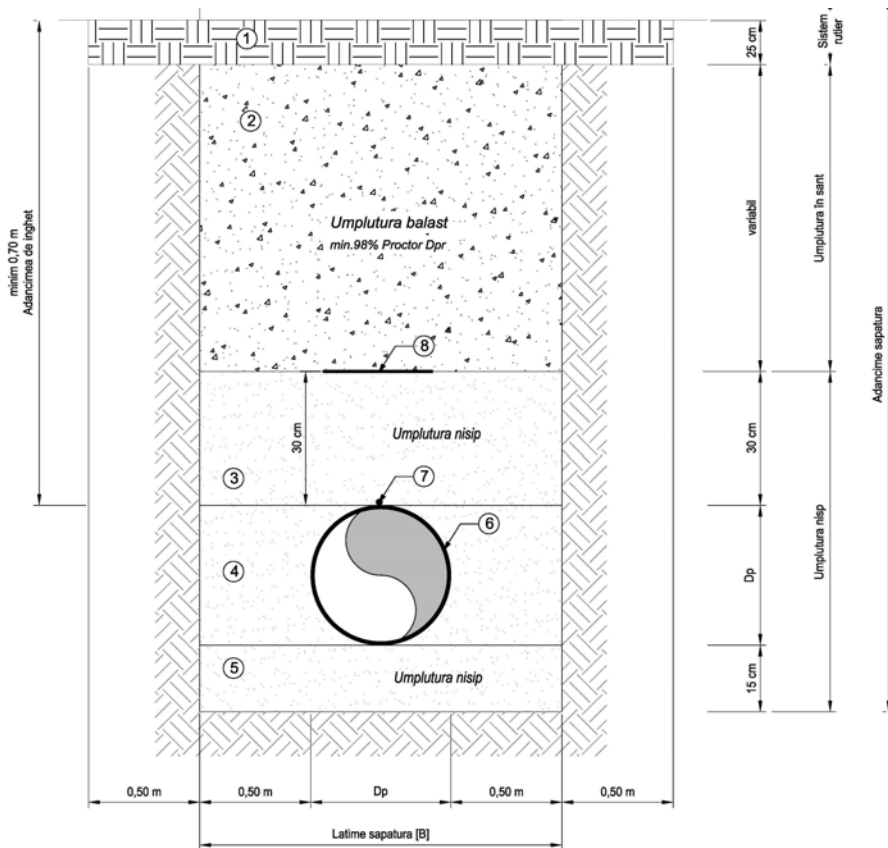


Fig. 5.10 Detaliu pozare conductă polietilenă
 1 – bază structură zonă verde; 2 – umplură balast compactată în straturi succesive de 15 cm; 3 – umplură de protecție din nisip, cu grosimea de minim 30 cm; 4 – umplură laterală din nisip; 5 – pat de pozare din nisip pentru conductă de polietilenă; 6 – conductă de polietilenă; 7 – fir de detecție din cupru sau aluminiu (opțional); 8 – bandă avertizoare pentru conductă de canalizare.

5.3.2 Instalarea căminului colector

Jompul de la baza căminului colector, redat în Figura 5.11, va fi proiectat astfel încât, după ce se acumulează 40 litri de apă uzată, să pună în funcțiune supapa de vacuum de interfață. Pentru a se pune în funcțiune supapa, capătul deschis al conductei senzor de 50 mm trebuie amplasat cu 175 mm dedesubtul liniei care indică nivelul de 40 litri.

Proiectanții vor proiecta căminul de așa mărime încât să aibă o greutate suficientă pentru a se preveni plutirea acesteia, iar prin parametrii de putere se va preveni implozia unității atunci când aceasta este goală, în cazul terenurilor cu pânză freatică ridicată.



Fig.5.11 Jompul de la baza căminului colector

Reglarea finală a timpului supapei va fi făcută când toate supapele de interfață sunt instalate și cu apa uzată curgând.

Căminul colector (Figura 5.12) complet va fi închis etanș, pentru a se preveni infiltrațiile de apă freatică.



Fig.5.12 Instalarea unui cămin colector

5.3.3 Conductele laterale gravitaționale și aerisirea jompului

Căminele colectoare și jompurile care fac parte din ele sunt prevăzute cu un planșeu intermediar, care previne aspirarea aerului în cămin la deschiderea supapei.

Aerisirea căminelor se face de obicei prin conductele laterale gravitaționale și prin gurile de aerisire ale clădirilor. Acestea au diametrul de 100 mm și vor fi poziționate în aval față de toate racordurile clădirilor, în scopul eliminării riscului de aspirare și uscare a capcanelor la deschiderea supapei vacuumate de interfață.[74],[82]



Fig. 5.13 Model de aerisitor

Aerisirea căminelor colectoare prin această metodă reduce riscul avarierii conductelor laterale gravitaționale. Datorită fluxului de aer prin conducte la fiecare deschidere a unei supape resturile din aceste conducte vor fi transportate în jompul colectorului.

În cazul înfundării unei conducte gravitaționale la deschiderea supapei, există riscul de fisurare a acestei conducte, care are pereți subțiri. Pentru evitarea acestei situații, proiectanții sistemului vor prevedea conducte de presiune pentru toate liniile gravitaționale noi racordate la jompul căminului colector.

Acolo unde dimensiunile gurilor de aerisire ale clădirilor se dovedesc necorespunzătoare, se vor completa cu o nouă aerisire conectată în conducta laterală gravitațională la jompul căminului (Figurile 5.13 și 5.14).



Fig. 5.14 Tub de aerisire instalat lângă căminul colector

În zonele unde se înregistrează temperaturi sub limita înghețului, această arisire auxiliară va fi amplasată cât mai departe posibil de căminul colector, la cel puțin de 6 m față de acesta, încălzindu-se astfel aerul rece care trece prin conducta gravitațională, împiedicând înghețarea supapei.

În unele situații noua gură de aerisire va fi amplasată în afara clădirii și va fi deservită de conducte gravitaționale, noua conductă de aerisire cu DN 100 mm terminându-se la 1-1,5 metri deasupra nivelului solului.

La instalarea unui sistem de colectare a apei uzate cu vacuum, se recomandă pozarea de noi conducte gravitaționale laterale de la clădiri până la căminul colector și abandonarea tuturor conductelor vechi. Se vor umple tancurile septice existente, deoarece acestea nu se pot folosi ca jompuri pentru instalarea supapei.

Este important ca înainte de instalarea supapei de interfață racordurile noilor conducte gravitaționale la camerele de colectare să fie complet curățate de orice resturi.

5.3.4 Eliminarea infiltrațiilor în conductele laterale gravitaționale

Sistemele vacuumate de canalizare sunt proiectate astfel încât să fie eliminate infiltrațiile. Acestea duc la reducerea costurilor de colectare și epurare a apei uzate. Așadar, este important să se elimine și toate infiltrațiile din conductele gravitaționale racordate la jompul gospodăriilor individuale.

În acest context se subliniază importanța alegerii materialelor și îmbinărilor corespunzătoare, ca și a execuției corecte și a îndepărtării oricăror resturi din conductele gravitaționale ale clădirilor.

5.3.5 Montarea conductelor colectoare vacuumate

Canalele colectoare, rediate în Figura 5.15, vor fi pozate și îngropate corespunzător, în scopul prevenirii deteriorării acestora datorită presiunii traficului și al păstrării alinierii corespunzătoare a conductelor.



Fig.5.15 Montare conduct PE

Patul de pozare a conductelor vacuumate se va realiza perfect neted și cu panta continuă fără nici o abatere de la pantele date în proiect. Dacă acest lucru nu este posibil singurul abilitat să facă modificări față de prevederile profilelor este proiectantul.

Racordurile la ramurile principale, atât a ramurilor secundare cât și a căminelor de vacuum se vor realiza în mod obligatoriu la 45°, cu ajutorul pieselor speciale Y, atât în secțiunile transversale ale ramurilor principale cât și în secțiunile longitudinale ale acestora.

Șanțurile de pozare vor fi deschise numai pe o lungime care într-o singură zi pot fi montate conductele, efectuate ridicările topo în vederea obținerii profilului real executat, umplute și compactate la nivelul cerințelor caietelor de sarcini din proiect.

Ultimul strat de 10 cm al șanțului se va săpa manual pentru a se putea realiza o netezime maximă și perfectă la panta cerută.

Executantul va realiza ridicarea topografică pe toate traseele cu cotele de pozare a conductelor cu poziția lor exactă în plan vertical și orizontal, cu evidențierea precisă a lifturilor, îmbinărilor și a racordurilor „Y”.

Sudurile conductelor cu De 90 mm, DN 110 mm și 125 mm se vor executa cu mufe de electrofuziune, iar în cazul conductelor cu DN 160 mm și 200 mm se pot aplica și sudura cap la cap.

Pe partea de stradă pe care se vor amplasa ramurile de vacuumare, colectoarele secundare de racordare a gospodăriilor se pot amplasa și în același șanț cu conductele de vacuum principale, la o distanță de 30 cm de acestea, respectând panta și cota prescrisă pentru fiecare tip de conductă în parte.

Colectoarele secundare se vor realiza cu panta minimă de 1% (0.01), schimbările de direcție se vor realiza numai cu piese de legătura la 45°.

5.3.6 Execuția și asamblarea stației de vacuum

Stațiile de vacuum pot fi asamblate la locația finală, dintr-un pachet de echipamente, sau pot fi livrate la fața locului ca unitate montată pe o șină. În ambele situații, constructorul va pregăti clădirea în prealabil.

Stațiile de vacuum montate pe o șină de alunecare au toate pompele și elementele de control, împreună cu vasul colector pentru apa uzată. Ansamblul are montate toate conductele și firele necesare fiind testat înainte de a pleca din fabrică., fiind apoi livrat la destinație, pus pe soclul pregătit în prealabil, racordat și testat încă o dată.



Fig. 5.16 Execuție clădire stație de vacuum

Stațiile de vacuum mai mari se assemblează la fața locului din pachetul de echipamente livrat. Instalarea acestor echipamente se face ca și la o stație de pompare cu lifturi o stație de pompare.

5.3.7 Testarea canalelor colectoare cu vacuum

Canalele colectoare cu vacuum vor fi testate:

- a) Zilnic, și
- b) La terminarea montării tuturor canalelor vacuumate și a stației de vid.
Tipurile de probe care se vor executa în cadrul sistemelor vacuumate de

canalizare, sunt următoarele: probe de etanșeitate la rețeaua de canalizare gravitațională cu tuburi din PVC; probe de presiune la colectoarele vacuumate din PE și la conductele de refulare; probe de vacuum rețelele colectoare din tuburi de PE; probe de vacuum la capetele de rețele din tuburi de PE; probe la inundabilitate pentru căminele de vacuum.

5.3.7.1 Testul zilnic (Durata testului: 1 oră)

Pentru toate canalele colectoare instalate se va efectua zilnic un test de vacuum. Acesta va fi un test cumulativ.

Toate capetele deschise ale canalelor colectoare vor fi închise cu capace și se va aplica o presiune a vidului de -0,8 bar. Presiunea vidului din conductă va fi lăsată să se stabilizeze 10-15 minute, după care va fi monitorizată și nu va fi lăsată să scadă cu mai mult de 1% pe oră pentru fiecare oră cât durează testul.

Testarea zilnică se va efectua înaintea umplerii șanțurilor cu pământ. Dacă se detectează fisuri, acestea vor fi localizate presurizând conductele cu aer la presiune scăzută și verificând fiecare îmbinare cu un detector de scurgeri. După remedierea scurgerilor, conducta va fi testată din nou.

5.3.7.2 Testul final (Durata testului: 4 ore)

Testul final va fi efectuat înaintea montării supapelor de vacuum. Pentru acest test, întregul sistem va trebui să fie funcțional, de la capacele de pe capetele conductelor de traversare cu diametrul de 90 mm din interiorul căminelor colectoare și până la toate canalele vacuumate la vasul colector. Cu ajutorul pompelor din stația de vacuum se aplică o presiune de -0,8 bar.

Se înregistrează presiunea vidului din sistem cu ajutorul unui vacuummetru. Presiunea va fi lăsată să se stabilizeze înaintea începerii testului. Presiunea vidului din sistem nu trebuie să scadă cu mai mult de 1% pe oră pentru fiecare oră a testului.

Temperatura aerului ambiental și presiunile barometrice pot varia pe durata desfășurării testului.

Acestea ar putea influența rezultatele și de aceea vor fi notate la începutul și la sfârșitul fiecărui test.

5.4 Exploatarea sistemului vacuumat de canalizare [69]

Sistemul de colectare a apei uzate cu vacuum cuprinde 3 elemente principale:

- Supapele de vacuum de interfață;
- Canalele colectoare cu vacuum;
- Stația de vacuum.

5.4.1 Supapa de vacuum de interfață

Supapa de vacuum se instalează într-un cămin, în multe cazuri acesta fiind combinat cu un jomp colector. Apa uzată este evacuată în jomp prin conductele gravitaționale. Acestea vin de la echipamentele de canalizare clasice instalate în locuințe, sedii de firme, etc.

Când nivelul apei uzate din jomp crește, aerul este blocat în conducta senzor de 2", ducând la creșterea presiunii aerului. Când presiunea a crescut suficient, aceasta acționează un întrerupător din mecanismul de control, făcând ca presiunea vidului din aval de supapă să aspire aerul din capacul supapei și să ridice plungerul de pe locașul său.

Aerul din cămin, la presiune atmosferică, trece rapid către porțiunea cu presiune negativă din canalul colector, transportând cu el și apa uzată. Atunci când nivelul apei uzate din jomp scade, scade și presiunea aerului din conducta senzor, astfel începând un nou ciclu de închidere a supapei.

În canalul colector, odată cu apa uzată, pătrunde și un volum de aer, care poate fi ajustat, acesta fiind cel care va transporta apa uzată de-a lungul conductelor. Supapa fiind închisă acum, încheie un ciclu complet, iar procesul începe din nou.

5.4.2 Canalele colectoare cu vacuum

Apa uzată se află acum în cel de-al doilea element al sistemului, canalul colector.

Inițial apa uzată va trece la o viteză de până la 6 m/sec., sub forma unei spume având în compoziția sa un amestec de apă și aer. Viteza scade treptat pe măsura trecerii apei de-a lungul conductei. Aerul transportă apa înspre vasul colector din stația de vid. În cele din urmă apa se așează în porțiunile joase ale profilului canalului colector. Următoarea etapă când se deschide o supapă, aerul care pătrunde în conductă va transporta aceste „blocuri” de apă uzată din porțiunile joase, împingându-le mai departe către stația de vid.

5.4.3 Stația de vacuum

În cele din urmă apa uzată ajunge în cel de-al treilea element al sistemului, care este stația de vacuum.

Echipamentele din interiorul stației de vacuum sunt următoarele:

- Vasul colector - rezervorul;
- Pompele de vacuum;
- Pompele de evacuare;
- Panoul electric de control;
- Echipamentele de monitorizare a supapelor

Presiunea vidului din interiorul vasului colector și a canalelor colectoare este menținută cu ajutorul pompelor de vacuum, controlate prin butoanele de presiune montate în partea superioară a vasului colector.

Vasul colector conține și un număr de senzori de nivel. Atunci când senzorii sunt submersați în apa uzată, prin intermediul panoului de control sunt puse în funcțiune pompele de apă. Canalul colector este evacuat prin conducta magistrală

de refulare, astfel încât nivelul din vasul colector scade până la sonda de nivel de stop, punct în care pompele de evacuare se opresc. Dacă senzorul de nivel de rezervă se află sub nivelul apei, panoul de control va pune în funcțiune pompa de rezervă.

În cazul în care ambele pompe de apă se defectează, un senzor de nivel crescut va determina oprirea ambelor pompe în modul automat și trecerea lor în modul manual și respectiv automat de la panoul de control. În același timp va fi transmisă o alarmă către operatorul de serviciu.

În unele țări reglementările în vigoare prevăd instalarea unui generator de rezervă, proiectat să intre în funcțiune automat în cazul întreruperii alimentării cu energie electrică. Acest generator trebuie dimensionat așa încât să poată porni cel puțin una dintre pompele de vacuum, permițând funcționarea atât a celei de-a doua pompe de vacuum, cât și a unei pompe de apă, plus toate luminile și circuitele de control ale stației.

5.4.3.1 Principiile de exploatare ale pompelor de vacuum

Pompele de vacuum funcționează în sistem „o pompă de serviciu/o pompă auxiliară”. Modul de funcționare este selectat/alternat automat în sistemul logic PLC.

La punerea în funcțiune inițială a sistemului pornesc ambele pompe. La atingerea nivelului de presiune a vidului setat, pompa auxiliară se va opri.

Pompa de serviciu va funcționa în continuare până la atingerea nivelului de vid de serviciu, după care se va opri și ea.

Datorită faptului că prin supapele din căminele colectoare în sistem este aspirat și aer la presiune atmosferică, nivelul presiunii vidului din sistem se reduce.

Atunci când presiunea vidului scade până la nivelul setat, va porni pompa de serviciu. Când pompa de serviciu a ridicat nivelul presiunii vidului până la nivelul de serviciu, aceasta se va opri. Acest proces se repetă cât timp funcționează sistemul.

Dacă pompa de serviciu nu răspunde la comanda de pornire, va fi pornită pompa auxiliară. În același timp în secțiunea telemetrică a panoului de control va apărea semnalul „pompă de vid defectă”.

Diferența dintre nivelul vidului la care pornește pompa și cel la care se oprește este numită „gama de vid de serviciu”.

În cazul în care pompa de serviciu nu generează o presiune a vidului suficientă pentru nevoile sistemului, iar nivelul vidului scade până la nivelul la care este setat butonul auxiliar, va intra în funcțiune și pompa auxiliară.

Dacă presiunea vidului atinge nivelul cel mai înalt setat, ambele pompe vor fi blocate și prin secțiunea telemetrică de pe panoul de control se va transmite o alarmă de nivel prea mare al vidului.

Pentru a readuce pompele în modul de funcționare automată, se va apăsa butonul de resetare manuală de pe ușa secțiunii de control a panoului electric.

Dacă nivelul vidului din sistem coboară până la nivelul cel mai scăzut setat, prin secțiunea telemetrică de pe panoul de control se va transmite o alarmă de nivel scăzut al vidului.

PLC va alterna funcțiile celor două pompe automat după fiecare perioadă de funcționare sau la fiecare 24 ore.

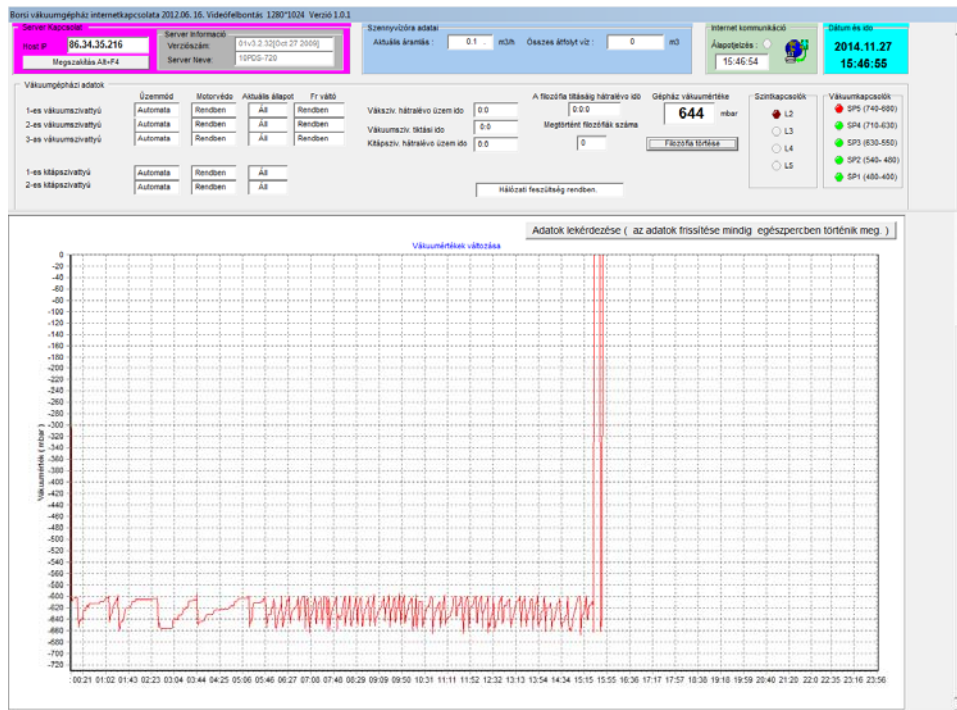


Fig. 5.17 Interfața de interogare date a funcționării stației de vacuum din Borș – prin internet

Sistemele de recuperare 2 și 4 descrise în continuare sunt programe care fac parte din sistemul logic PLC al panoului de control, fiind proiectate pentru depășirea pierderilor de presiune a vidului din sistem.

- **Sistemul de recuperare nr. 2**

Acest sistem intră în funcțiune atunci când pornesc ambele pompe de vid, rolul lui fiind acela de a reinstaura funcționarea normală după blocarea unei supape în poziție deschisă.

- **Sistemul de recuperare nr. 4**

Acest sistem intră în funcțiune atunci când o pompă de vid funcționează continuu, rolul lui fiind acela de a reinstaura funcționarea normală după blocarea unei supape în poziție deschisă.



Fig. 5.18 Interfață funcționare stației de vacuum din Borș-2 pompe vacuum – prin internet

5.4.3.2 Principiile de exploatare ale pompelor de evacuare a apei uzate

Pompele de evacuare funcționează după principiul „o pompă de serviciu/o pompă de rezervă”. Pompa de serviciu este selectată din sistemul logic PLC.

Pompele de evacuare sunt controlate prin unitatea PLC de pe panoul de control, care primește semnale de la senzorii de nivel din vasul colector.

Când nivelul apei din vasul colector atinge nivelul de serviciu setat, pompa de serviciu selectată pornește, funcționând până la atingerea nivelului de oprire.

În momentul atingerii nivelului de rezervă setat, pompa de serviciu se oprește și intră în funcțiune pompa de rezervă, care funcționează până la atingerea sensorului de nivel de stop. Dacă pompa de rezervă se defectează, PLC va retrimite semnalul de punere în funcțiune a pompei de serviciu.

După o pană de curent, la reluarea alimentării de la rețea, pompa de evacuare selectată va porni cu o întârziere de 30 secunde.

- **Sistemul de recuperare nr. 1**

Atunci când apa ajunge la sensorul de nivel înalt din vasul colector, se pune în funcțiune Sistemul de recuperare nr. 1.

Pentru evitarea unor alarme accidentale, pentru ca Sistemul de recuperare nr. 1 să intre în funcțiune nivelul înalt al apei trebuie se mențină timp de 5 secunde.

Acest sistem are rolul de a încerca să elimine nivelul înalt al apei uzate din vasul colector înainte de declanșarea unei alarme către sistemul telemetric.

5.4.3.3 Principiile de exploatare ale senzorilor de nivel

Senzorul comun de nivel prin pământ reprezintă întoarcerea prin pământ și este comun tuturor celorlalți senzori de nivel.

Senzorul comun de nivel de oprire este așezat la 200-300 mm de la fundul vasului colector și atunci când este expus complet (nu este acoperit cu lichid) restricționează funcționarea pompelor.

Senzorul de nivel de serviciu este așezat de obicei la o distanță față de fundul vasului colector reprezentând aproximativ 1/3 din diametrul vasului.

Senzorul de nivel de rezervă este așezat de obicei la o înălțime reprezentând aproximativ 1/2 din diametrul vasului. Dacă, dintr-un motiv sau altul, pompa de evacuare de serviciu se defectează, iar nivelul apei în vasul colector atinge acest senzor înainte de pornirea pompei de rezervă, pompa de evacuare de rezervă va fi pusă în funcțiune imediat.

Senzorul de nivel înalt este așezat de obicei la o distanță de fundul vasului colector reprezentând aproximativ 3/4 din diametrul vasului. Are rolul de a împiedica apa din vasul colector să ajungă la racordurile conductelor pompelor de vid, care se află în partea superioară a vasului.

Dacă se atinge acest nivel, detectat de PLC, funcționarea pompelor de vacuum va fi inhibată până la evacuarea apei de către pompele de evacuare din vasul colector, astfel senzorul de nivel de oprire fiind expus.

La expunerea senzorului de oprire, pompele de vacuum intră în funcțiune automat.

Senzorul de nivel înalt al apei este legat de un temporizator amplasat în partea frontală a ușii secțiunii de control a panoului electric de control. Prin funcționarea lui se elimină eventualele semnale false care ar putea fi primite de PLC datorită valurilor formate în vasul colector. Senzorul de nivel înalt al apei trebuie să se afle sub nivelul apei timp de 5 secunde înainte ca pompele de vacuum să fie oprite.

5.5 Întreținerea sistemului vacuumat de canalizare [69]

5.5.1 Căminele de racord/colectoare cu supapă

Întreținerea căminelor de racord/colectoare cu supapă (Figura 5.19) se face de regulă anual, de preferință înainte de începutul sezonului rece. Se verifică starea supapelor a tuburilor și a legăturilor, și se spală interiorul căminului cu jet de apă și se verifică starea tubului de senzor (să nu fie cu depuneri de grăsimi în interior) în vederea îndepărtării depunerilor de grăsimi.

Este de recomandată ținerea unei evidențe a stării căminelor colectoare cu supapă pe fișe separate pentru fiecare, unde se vor nota toate intervențiile efectuate în decursul timpului, astfel se vor găsi și identifica mai ușor eventualele cămine problemă, ce pot apare cu preponderență la anumite cămine.



Fig.5.19 Cămin colectoare cu supapă – localitatea Pericei

5.5.2 Supapele de vacuum

Supapele montate în cămine trebuie revizuite și ele după șapte- opt ani de la data fabricației, fiind necesară demontarea și schimbarea elementelor componente din cauciuc din cauza că acestea îmbătrânesc în timp, chiar dacă nu sunt puse în funcțiune, putând duce la surprize neplăcute în timpul exploatării.

5.5.3 Pompele de vacuum

Pompe cu inel de apă nu necesită intervenții deosebite, totuși pentru a preveni apariția unor evenimente neplăcute, pe lângă cele trecute în cartea tehnică, trebuie avut în vedere ca duritatea apei să fie sub control în permanență și verificarea coaxialității între pompă și motor, care se realizează de către personal de specialitate, de recomandat o dată la șase luni pentru prevenirea distrugerii cuplajului elastic dintre acestea.

5.5.4 Rezervorul de vacuum

Este de recomandat inspectarea și curățarea interiorului rezervorului, folosind echipament adecvat de protecție (Figura 5.20). Această intervenție trebuie realizată de o echipă instruită în acest domeniu și cu maximă prudență pentru evitarea eventualelor evenimente ce pot apărea din cauza gazelor ce se pot afla în interiorul rezervorului. Se curăță de depuneri interiorul rezervorului, sondele de nivel, tubul transparent și se repară cu vopsea specială eventualele zgârâieturi de pe suprafața interioară a rezervorului.



Fig.5.20 Curățare rezervor de vacuum

Această intervenție se face planificat o dată pe an, de preferință în timpul nopții când scoaterea din uz a sistemului pentru 2-3 ore nu creează perturbări în funcționarea sistemului.

5.5.5 Pompele de evacuare

Pentru o bună funcționare a acestor pompe trebuie avut în vedere schimbul de ulei din pompe în funcție de numărul de ore de funcționare, în conformitate cu cele prevăzute în Carte tehnică a utilajului. De asemenea, trebuie să se ajusteze distanța dintre con și carcasă în funcție de necesități, de către personalul tehnic autorizat.

Pentru a putea urmări mai ușor funcționarea întregului sistem, este de recomandat existența a unui registru (JURNAL) a stației de vacuum completat zilnic (săptămânal) cu valorile consumului de curent, debit de apă uzată, de apă, ore funcționare pompe de vacuum și de evacuare, astfel se pot deduce eventualele tendințe (aparitia unor dereglări, ce pot crea probleme în funcționarea normală a sistemului) prin interpretarea valorilor citite.

6. Concluzii generale, contribuții personale, perspective și recomandări

În urma analizei făcute din punct de vedere tehnic, se constată că sistemul vacuumat de canalizare menajeră este cea mai recomandată alternativă ca și metodă de tehnologie modernă, ecologică și economică, care se poate utiliza în centrele populate de până la 10.000 locuitori, situate în zona de șes, complexe turistice, extindere cartiere.

Studiile de caz a pus în evidență sub aspect tehnic și economic, variantele posibile pentru colectarea, transportul și evacuarea apelor uzate menajere prin rețele de canalizare. În urma analizei care s-a efectuat, a rezultat că sistemul vacuumat de canalizare este cel mai avantajos sistem din punct de vedere al cerințelor tehnice, economice și a celor legate de protecția mediului înconjurător.

Pentru cazurile studiate, sistemul vacuumat de colectare s-a dovedit să fie cea mai avantajoasă din punct de vedere al cerințelor tehnice, economice și a celor legate de protecția mediului înconjurător, sistemul vacuumat fiind cel care asigură o fiabilitate ridicată și o vulnerabilitate redusă.

6.1. Conținutul lucrării

Lucrarea este structurată pe 6 capitole, dezvoltată pe 152 de pagini, conține 14 anexe, 10 relații, 109 figuri și fotografii, 13 tabele, și o listă bibliografică cu 95 de titluri din care aproximativ 73 sunt publicații recente.

În primul capitol „Introducere” se prezintă: definiții și clasificări ale sistemelor de canalizare, istoricul sistemelor de canalizare și evoluarea sistemului vacuumat de canalizare. În ultima parte a capitolului sunt evidențiate avantajele și dezavantajele canalizării vacuumate și totodată necesitatea și oportunitatea studiului.

În raport cu configurația amplasamentului din cadrul centrelor populate, sistemele pentru colectarea și transportul apelor uzate menajere și meteorice, se pot clasifica în sistem separativ, unitar sau mixt. Sistemele separative de canalizare colectează apele uzate menajere în rețele de canalizare disticte de apele meteorice, în colectoare cu secțiuni circulare. Sistemele unitare de canalizare colectează apele uzate menajere împreună cu cele meteorice, în colectoare cu secțiune circulară pentru debite mici și cu secțiuni ovoidale sau de tip clopot, pentru debite foarte mari de scurgere. Sistemul mixt de canalizare se practică în localitățile în care zonele periferice cu pante mari sunt canalizate în sistem separativ, iar cele cu pante mici din zonele centrale sunt canalizate în sistem unitar.

În cel de al doilea capitol „Caracteristicile sistemului vacuumat de canalizare” este prezentat stadiul actual al sistemului vacuumat de canalizare și sunt evidențiate elementele componente ale acestui sistem.

Principiul folosirii presiunii negative pentru colectarea apelor uzate și a altor lichide a început să fie aplicat încă din anii 1860 și mulți pionieri au fost implicați în dezvoltarea acestei tehnologii, cel mai cunoscut dintre aceștia fiind Charles T. Liernur.

În România, primul sistem vacuumat de canalizare a fost dat în funcțiune la începutul anului 2013, în localitatea Borș, din județul Bihor; iar la sfârșitul anului 2013 s-a dat în funcțiune sistemul vacuumat de canalizare din localitatea Pericei, județul Sălaj.

Traseul apei uzate menajere în cazul unui sistem vacuumat de canalizare este: racordurile gravitaționale de scurgere a apelor uzate de la gospodăriile/unitățile deservite; căminele colectoare echipate cu supapele de vacuum; rețele de conducte vacuumate, prevăzute cu diferite tipuri de lifturi; rezervorul de vacuum cu stația pompelor de vacuum și a pompelor de evacuare a apelor uzate menajere; conducta de evacuare/ refulare a apelor uzate și stația de epurare a apelor uzate menajere.

În cel de al treilea capitol „Considerații teoretice” sunt evidențiate dispoziția și amenajarea conductelor vacuumate, ecuațiile de transport, pierderile de presiune în sistemele de lifturi, regimurile de transport în canalele colectoare vacuumate, regenerarea transportului bifazic, refacerea vacuumului, curgerea inversă și stația de vacuum.

În cadrul subcapitolului „Dispoziția și amenajarea conductelor vacuumate” sunt evidențiate faptul că terenurile plate și cele în contrapantă, necesită, în cazul transportului vacuumat, un anumit tip de lifturi, pentru formarea și deplasarea dopului de apă și deci a vidului necesar deschiderii supapei de vacuum din căminul colector.

Atunci când lifturile sunt pline cu apă, până la cota de deversare, la aspirația unei anumite cantități de aer, dopurile de apă se vor deplasa succesiv spre stația de vacuum, până când, la capătul de linie se va asigura vidul necesar (0,75 bar) pentru deschiderea supapelor.

Funcționarea sistemelor vacuumate de canalizare este determinată de mărimea pierderile de vacuum, în regim static și dinamic de funcționare, produse de lifturile amenajate (închise și deschise), de frecările apei cu pereții conductelor de transport și de aerul aspirat la deschiderea supapelor de vacuum.

În cadrul subcapitolului „Pierderi de presiune în sistemele de lifturi” sunt evidențiate faptul că pierderile de vacuum, în regim dinamic de funcționare, sunt cauzate de frecările dintre fluidul transportat cu peretele conductei, dar și de aspirația aerului, la deschiderea supapelor de vacuum din căminele colectoare de ape uzate.

Pierderile de vacuum, în regim static, sunt determinate de mărimea vidului, în cazul în care apa stăionează, supapele de vacuum sunt închise și dopul de apă a cedat.

Pierderile totale ale presiunii vacuumate, în regim static de funcționare sunt date de diferența dintre presiunea din rezervorul de vacuum și presiunea din punctul de colectare, cel mai îndepărtat, situat înainte de supapa de vacuum.

În cazul în care raportul apa-aer se deplasează mai mult în favoarea apei, pierderea de presiune vacuumată depinde numai de distanța măsurată între cele două capete ale dopului de apă, iar pentru accelerarea dopurilor de apă, devenite mai grele se recomandă luarea unor timpi de staționare mai mari.

În următorul capitol, „Cercetări experimentale și studii de caz” se prezintă: Poligonul experimental pentru studiul și cercetarea sistemelor vacuumate de canalizare din cadrul laboratorului de la Departamentul de Hidrotehnică al Facultății de Construcții din Timișoara; cercetările experimentale cu studiile de caz pentru sistemele vacuumate de canalizare ale localităților Borș, județul Bihor și Pericei, județul Sălaj; caracteristicile sistemelor alternative de canalizare cu evidențierea avantajelor și a dezavantajelor sistemului vacuumat de canalizare;

compararea sistemelor vacuumate de canalizare cu cele gravitaționale cu nivel liber; impactul sistemelor vacuumate de canalizare asupra factorilor de mediului (apă, aer, sol și subsol, zgomot și vibrații, vegetație și fauna terestră) în perioadele de execuție și de exploatare; analiza sintetică a costurilor de investiție pentru sistemele vacuumate de canalizare ale localității Pericei, pe baza căreia a fost evidențiată fezabilitatea sistemului vacuumat de canalizare comparativ cu sistemul gravitațional și gravitațional prin pompare.

În capitolul cinci „Proiectarea, execuția, exploatarea și întreținerea sistemelor vacuumate de canalizare” sunt prezentate considerațiile de ordin general, privind proiectarea elementelor componente ale sistemului vacuumat de canalizare, execuția sistemului vacuumat de canalizare, exploatarea și întreținerea sistemului vacuumat de canalizare.

În ceea ce privește proiectarea sistemului vacuumat de canalizare sunt evidențiate cerințele care trebuie respectate: utilizarea tuburilor de canalizare din PEID PE 100 SDR 13,5 cu diametre DN = 90 - 200 (250) mm, diametrul DN 90 mm fiind recomandat pentru racorduri, iar tuburile cu DN 200 mm pentru arterele colectoare; panta tuburilor între doua lifturi consecutive, se considera $I = 0,002$; înălțimea lifturilor h se va stabili în funcție de lungimea liftului; numărul maxim al lifturilor, reale/teoretice pe o ramificație $n_{\max} = 25(30)$; numărul minim al lifturilor pe o ramificație $n_{\min} = 6$; distanța maximă între doua lifturi consecutive $L_{\max} = 150$ m; distanța minimă între doua lifturi consecutive $L_{\min} = 5,5/6,0$ m; lungimea maximă, reala/teoretică a unei ramificații $L_{\max} = 25(30) \times 150 = 3750(4500)$ m; lungimea minimă, reală/teoretică a unei ramificații $L_{\min} = 5,5/6 \times 25/30 = 137,5/150$ m; depresiunea maximă admisă în rețeaua de canalizare vacuumată $\Delta p_v = -0,6$ la $-0,7$ bar; depresiunea minimă admisă pentru deschiderea supapei $\Delta p_v = -0,25$ bar; numărul maxim de case racordate la un cămin colector $N = 4 - 5$; raportul aer/apă $R = 6/1-12/1$.

În cadrul acestui capitol este subliniat faptul că înaintea execuției lucrărilor de constructive din cadrul sistemului vacuumat de canalizare, se recomandă să se organizeze o ședință cu întregul personal de execuție pentru a le explica modul de funcționare și metoda care stă la baza acestui sistem, precum și alte detalii constructive necesare. Este importantă accentuarea respectării profilului treptei inverse și a folosirii metodelor corespunzătoare de execuție a racordurilor. Dacă sunt necesare puncte de sudură prin electrofuziune, acestea vor fi executate numai de muncitori calificați.

Canalele colectoare vor fi pozate și îngropate corespunzător, în scopul prevenirii deteriorării acestora datorită presiunii traficului și al păstrării alinierii corespunzătoare a conductelor.

În exploatarea sistemului vacuumat de canalizare se evidențiază modul de funcționare a pompelor de vacuum, în sistem „o pompă de serviciu/o pompă auxiliară”. Modul de funcționare este selectat/alternat automat în sistemul logic PLC. La punerea în funcțiune inițială a sistemului pornesc ambele pompe. La atingerea nivelului de presiune a vidului setat, pompa auxiliară se va opri. Pompa de serviciu va funcționa în continuare până la atingerea nivelului de vacuum de serviciu, după care se va opri și ea.

Datorită faptului că prin supapele din căminele colectoare în sistem este aspirat și aer la presiune atmosferică, nivelul presiunii vacuumului din sistem se reduce.

Atunci când presiunea vacuumului scade până la nivelul setat, va porni pompa de serviciu. Când pompa de serviciu a ridicat nivelul presiunii vacuumului

până la nivelul de serviciu, aceasta se va opri. Acest proces se repetă apoi cât timp funcționează sistemul.

Întreținerea *căminelor de racord/colectoare cu supapă* se face de regulă anual, de preferință înainte de începutul sezonului rece; supapele montate în cămine trebuie revizuite și ele, în mod planificat după șapte- opt ani de la data fabricației.

Pompele de vacuum cu inel de apă nu necesită intervenții deosebite, totuși pentru a preveni apariția unor evenimente neplăcute, trebuie avut în vedere ca duritatea apei să fie sub control în permanență și verificarea coaxialității între pompă și motor.

Pentru *rezervorul de vacuum* este recomandată inspectarea și curățarea interiorului rezervorului, folosind echipament adecvat de protecție.

La *pompele de evacuare* trebuie avut în vedere schimbul de ulei din pompe în funcție de numărul de ore de funcționare, de asemenea, trebuie să se ajusteze distanța dintre con și carcasă în funcție de necesități de către personalul tehnic autorizat.

Pentru a putea urmări mai ușor funcționarea întregului sistem este recomandat existența unui registru a stației de vacuum, completat zilnic (săptămânal) cu valorile consumului de curent, debit de apă uzată, ore funcționare pompe de vacuum și de evacuare, astfel se pot deduce eventualele tendințe (apariția unor dereglări, ce pot crea probleme în funcționarea normală a sistemului) prin interpretarea valorilor citite.

În ultimul capitol „*Concluzii generale, contribuții personale, perspective și recomandări*” este prezentată o sinteză a problemelor tehnico - științifice abordate în cadrul tezei, contribuțiile personale, concluziile, perspective și recomandări privind studiul sistemelor vacuumate de canalizare.

6.2. Contribuții personale și elemente de originalitate

Lucrarea conține numeroase și însemnate contribuții în domeniul tehnico-științific al sistemului vacuumat de canalizare din centrele populate. La aceste contribuții s-au făcut referiri pe parcursul lucrării, iar în continuare sunt evidențiate contribuțiile personale și elementele de originalitate aduse în cadrul lucrării, după cum urmează:

1. Sistematizarea unei vaste și actuale documentații, existente la ora actuală în literatură de specialitate, privind aplicarea sistemelor vacuumate de canalizare a apelor uzate menajere, din cadrul centrele populate;
2. Definește rolul și importanța sistemelor alternative de canalizare, pentru colectarea și transportul apelor de scurgere de pe vatra centrelor populate;
3. Efectuarea unei sinteze documentare completă pe baza bibliografiei consultate, pentru evoluția și caracteristicile sistemelor vacuumate de canalizare a apelor uzate menajere;
4. Evidențiază criteriile de bază pentru proiectarea sistemelor vacuumate de canalizare a apelor de scurgere;
5. Evidențiază criteriile de bază pentru execuția sistemelor vacuumate de canalizare a apelor de scurgere;
6. Evidențiază criteriile de bază pentru exploatarea și întreținerea sistemelor vacuumate de canalizare a apelor de scurgere;

7. Analiza comparativă sub aspect economic, privind alegerea sistemului care urmează a fi promovat;
8. Evidențiază pe baza cercetărilor experimentale cu instalația de canalizare vacuumată din cadrul Poligonului experimental de la UP Timișoara, raportul apă/aer = 5/1 - 6/1, pentru transportul apelor uzate;
9. Stabilește, cu ajutorul Poligonului experimental de la UP Timișoara, distanțele minime de 5 m, de la buclele de întoarcere a rețelelor vacuumate și prima ramificație colectoare, cu scopul de a evita inversarea curenților de scurgere și blocarea evacuărilor spre buclele de întoarcere;
10. A fost urmărită comportarea sistemului vacuumat din cadrul Poligonului experimental, în raport cu mărimea debitelor evacuate prin cele două racorduri existente, cu evidențierea zonelor cu disfuncționalități (schimbarea sensului de curgere în ramificații, depuneri de sedimente, scăderea vidului la cele două vacuumetre, etc) în conductele transparente ale modulului experimental;
11. A fost testată capacitatea de rezistență a tuburilor din PVC până la presiuni de - 0,85 bar, când un tronson de conductă din cadrul sistemului a cedat prin spargere;
12. Evidențierea avantajelor și dezavantajelor sistemului vacuumat de canalizare, față de metodele clasice;
13. Evidențiază oportunitatea utilizării sistemelor de canalizare vacuumată și pentru terenurile în contrapantă, în cazul în care diferența de nivel nu depășește 4 m;
14. Studiile de caz efectuate pentru localitățile rurale Borș din județul Bihor și Pericei din județul Sălaj, situate în zone de șes, au pus în evidență alternativa de canalizare optimă, din punct de vedere al cerințelor tehnice; economice; sociale și ecologice, sistemul vacuumat dovedindu-se ca fiind cel care răspunde cel mai bine cerințelor de siguranță și de confort ambiental, pentru colectivitatea umană;
15. Evidențiază utilizarea racordurilor gravitaționale de tip pieptăn pentru cazul în care gospodăriile individuale sunt dispuse în partea opusă a drumului față de colectorul vacuumat, în vederea diminuării numărului de subtraversări de drumuri;
16. Evidențiază necesitatea utilizării pentru racorduri a căminelor din beton, în cazul în care nivelul pânzei freatice este foarte ridicat, cu scopul de a se evita fenomenul de plutire a acestor construcții;
17. Evidențiază implementarea sistemelor automate de comandă și reglare programabilă PLC (Controlerele Programabile Logice), care prin accesul la internet permit urmărirea sistemului vacuumat de canalizare de la distanță;
18. Urmărirea exploatării și comportării sistemelor vacuumate din localitățile Borș, județul Bihor și Pericei, județul Sălaj.

6.3. Recomandări și perspective

1. Recomandă utilizarea sistemelor vacuumate, pentru canalizarea apelor uzate menajere, în localitățile și cartierele din zonele istorice, cu străzi înguste, la care nivel pânzei freatice este ridicat, iar terenul este nisipos – curgător;
2. Stabilirea regulamentelor de exploatare și întreținere a sistemelor vacuumate de canalizare pentru specificul fiecărui sistem dat în folosință;
3. Utilizarea sistemelor vacuumate de canalizare ca și alternativă în cadrul studiilor de fezabilitate privind canalizarea apelor uzate menajere amplasate în zone cu pante reduse ale terenului;
4. Studii și cercetări cu privire la capacitatea de rezistență a conductelor din polietilenă la presiuni negative;
5. Pregătirea cadrelor de specialitate privind execuția sistemelor vacuumate de canalizare;
6. Studiarea posibilității de echipare a căminelor colectoare/ de racord cu două sau mai multe supape.

ANEXE

ANEXA 1 Listă de cantități – sistem de canalizare gravitațional

1.1. Colector principal

Nr.	Capitol de lucrări	U.M	Cantitate	Preț Unitar - lei -	Valoare totală - lei -
1	Săpătură mecanică rețea 70%	100mc	180.07	550.00	99,039.19
2	Săpătură manuală rețea 30%	mc	7717.34	33.19	256,160.71
3	Săpătură manuală cămine menajere	mc	948.00	33.19	31,466.85
4	Sprâjinire de mal cu parapet metalic	mp	23818.95	6.17	146,962.92
5	Nisip pentru rețea de canalizare	mc	3890.43	76.02	295,736.40
6	Procurare și montare tub canalizare PVC Dn 250	ml	7939.65	98.80	784,437.42
7	Împrăștiere cu lopata a pământului afânat	mc	21834.04	9.97	217,631.59
8	Compactarea cu maiul de mâna a umpluturi	mc	21834.04	15.60	340,538.76
9	Cămin branșament circular din beton monolit	buc	158.00	3170.00	500,860.00
10	Capac și ramă pentru cămine carosabile IV	buc	158.00	680.45	107,511.10
TOTAL					2,780,344.94

1.2. Racord canaliere menajera

Nr.	Capitol de lucrări	U.M	Cantitate	Preț Unitar - lei -	Valoare totală - lei -
1	Săpătură mecanică rețea 70%	100mc	42.19	550.00	23,207.18
2	Săpătură manuală rețea 30%	mc	1808.35	33.19	60,024.41
3	Săpătură manuală cămine menajere	mc	2160.00	33.19	71,696.61
4	Sprâjinire de mal cu parapet metalic	mp	18837.00	6.17	116,224.29
5	Nisip pentru rețea de canalizare	mc	3076.71	76.02	233,880.44
6	Procurare și montare tub canalizare PVC Dn 200	ml	6279.00	87.24	547,779.96
7	Împrăștiere cu lopata a pământului afânat	mc	2951.13	9.97	29,415.50
8	Compactarea cu maiul de mâna a umpluturi	mc	2951.13	15.60	46,027.87
9	Cămin branșament circular din beton monolit	buc	360.00	3170.00	1,141,200.00
10	Capac și ramă pentru cămine carosabile IV	buc	360.00	680.45	244,962.00
TOTAL					2,514,418.26

ANEXA 2 Listă de cantități – sistem de canalizare gravitațional cu pompă

2.1. Colector principal

Nr.	Capitol de lucrări	U.M	Cantitate	Preț Unitar - lei -	Valoare totală - lei -
1	Săpătură mecanică rețea 70%	100mc	17.51	550.00	9,632.79
2	Săpătură manuală rețea 30%	mc	750.61	33.19	24,914.81
3	Săpătură manuală cămine menajere	mc	204.00	33.19	6,771.35
4	Sprjinire de mal cu parapet metalic	mp	5125.05	6.17	31,621.56
5	Nisip pentru rețea de canalizare	mc	861.59	76.02	65,495.09
6	Procurare și montare tub canalizare PVC Dn 300	ml	1708.35	98.80	168,784.98
7	Procurare și montare conducta refulare PEHD 110	ml	110.00	38.62	4,248.20
8	Împrăștiere cu lopata a pământului afânat	mc	1640.43	9.97	16,351.07
9	Compactarea cu maiul de mâna a umpluturi	mc	1640.43	15.60	25,585.32
10	Cămin branșament circular din beton monolit	buc	34.00	3170.00	107,780.00
11	Capac și ramă pentru cămine carosabile IV	buc	34.00	680.45	23,135.30
TOTAL					484,320.47

2.2. Colector secundar

Nr.	Capitol de lucrări	U.M	Cantitate	Preț Unitar - lei -	Valoare totală - lei -
1	Săpătură mecanică rețea 70%	100mc	66.56	550.00	36,606.85
2	Săpătură manuală rețea 30%	mc	2852.48	33.19	94,682.07
3	Săpătură manuală cămine menajere	mc	744.00	33.19	24,695.50
4	Sprjinire de mal cu parapet metalic	mp	19683.90	6.17	121,449.66
5	Nisip pentru rețea de canalizare	mc	3244.44	76.02	246,630.45
6	Procurare și montare tub canalizare PVC Dn 250	ml	6231.30	73.46	457,751.30
7	Procurare și montare conducta refulare PEHD 110	ml	330.00	38.62	12,744.60
8	Împrăștiere cu lopata a pământului afânat	mc	6263.84	9.97	62,435.01
9	Compactarea cu maiul de mana a umpluturi cu udare	mc	6263.84	15.60	97,695.11
10	Camion circular din beton prefabricat	buc	124.00	3170.00	393,080.00
11	Capac si rama pentru camine carosabile IV	buc	124.00	680.45	84,375.80
TOTAL					1,632,146.34

2.3 Racord canalizare menajeră

Nr.	Capitol de lucrări	U.M	Cantitate	Preț Unitar - lei -	Valoare totală - lei -
1	Săpătură mecanică rețea 70%	100mc	70.33	550.00	38,684.03
2	Săpătură manuală rețea 30%	mc	3014.34	33.19	100,054.62
3	Săpătură manuală cămine menajere	mc	2160.00	33.19	71,696.61
4	Sprâjinire de mal cu parapet metalic	mp	19337.00	6.17	119,309.29
5	Nisip pentru rețea de canalizare	mc	3576.71	76.02	271,888.65
6	Procurare și montare tub canalizare PVC Dn 200	ml	6279.00	87.24	547,779.96
7	Împrăștiere cu lopata a pământului afânat	mc	7471.09	9.97	74,468.37
8	Compactarea cu maiul de mâna a umpluturi	mc	7471.09	15.60	116,524.29
9	Cămin branșament circular din beton monolit	buc	360.00	3170.00	1,141,200.00
10	Capac și ramă pentru cămine carosabile IV	buc	360.00	680.45	244,962.00
TOTAL					2,726,567.83

2.4 Stații de pompare apă uzate

Nr.	Capitol de lucrări	U.M	Cantitate	Preț Unitar - lei -	Valoare totală - lei -
1	Săpătură mecanică rețea 70%	100mc	0.39	550	215.60
2	Săpătură manuală rețea 30%	mc	16.80	33.19	557.64
3	Sprâjinire de mal cu parapet metalic	mp	12.00	6.17	74.04
4	Nisip pentru rețea de canalizare	mc	0.80	76.02	60.81
5	Împrăștiere cu lopata a pământului afânat	mc	52.35	9.97	521.80
6	Compactarea cu maiul de mâna a umpluturi	mc	52.35	15.60	816.49
7	Stații de pompare complet echipate SPAU-ri	buc	4.00	15183.81	60,735.22
TOTAL					62,981.60

ANEXA 3 Listă de cantități – sistem de canalizare vacuumat**3.1 Colector principal**

Nr.	Capitol de lucrări	U.M	Cantitate	Preț Unitar - lei -	Valoare totală - lei -
1	Săpătură mecanică rețea 70%	100mc	25.44	550.00	13,991.59
2	Săpătură manuală rețea 30%	mc	990.25	33.19	32,869.38
3	Săpătură manuală cămine menajere	mc	67.20	33.19	2,230.56
4	Nisip pentru rețea de canalizare	mc	1293.86	76.02	98,354.41
5	Procurare și montare conductă PEHD 125 - rețea de vacuum	ml	2421.40	57.93	140,263.10
6	Procurare și montare conductă PEHD 160 - rețea de vacuum	ml	1708.35	68.91	117,715.55
7	Împrăștiere cu lopata a pământului	mc	1950.32	9.97	19,439.91
8	Compactarea cu maiul de mână a umpluturi	mc	1950.32	15.60	30,418.58
9	Vană îngropată cu tijă de manevră Dn100	buc	21.00	420	8,820.00
TOTAL					464,103.09

3.2 Colector secundar

Nr.	Capitol de lucrări	U.M	Cantitate	Preț Unitar - lei -	Valoare totală - lei -
1	Săpătură mecanică rețea 70%	100mc	11.84	550.00	6,514.47
2	Săpătură manuală rețea 30%	mc	507.62	33.19	16,849.39
3	Săpătură manuală cămine menajere	mc	48.00	33.19	1,593.26
4	Nisip pentru rețea de canalizare	mc	615.35	76.02	46,776.68
5	Procurare conductă PEHD 110 - rețea de vacuum	ml	3075.45	38.62	118,773.88
6	Împrăștiere cu lopata a pământului	mc	1076.72	9.97	10,732.24
7	Compactarea cu maiul de mână a umpluturi	mc	1076.72	15.60	16,793.26
8	Vană îngropată cu tijă de manevră Dn100	buc	15.00	420	6,300.00
TOTAL					224,333.16

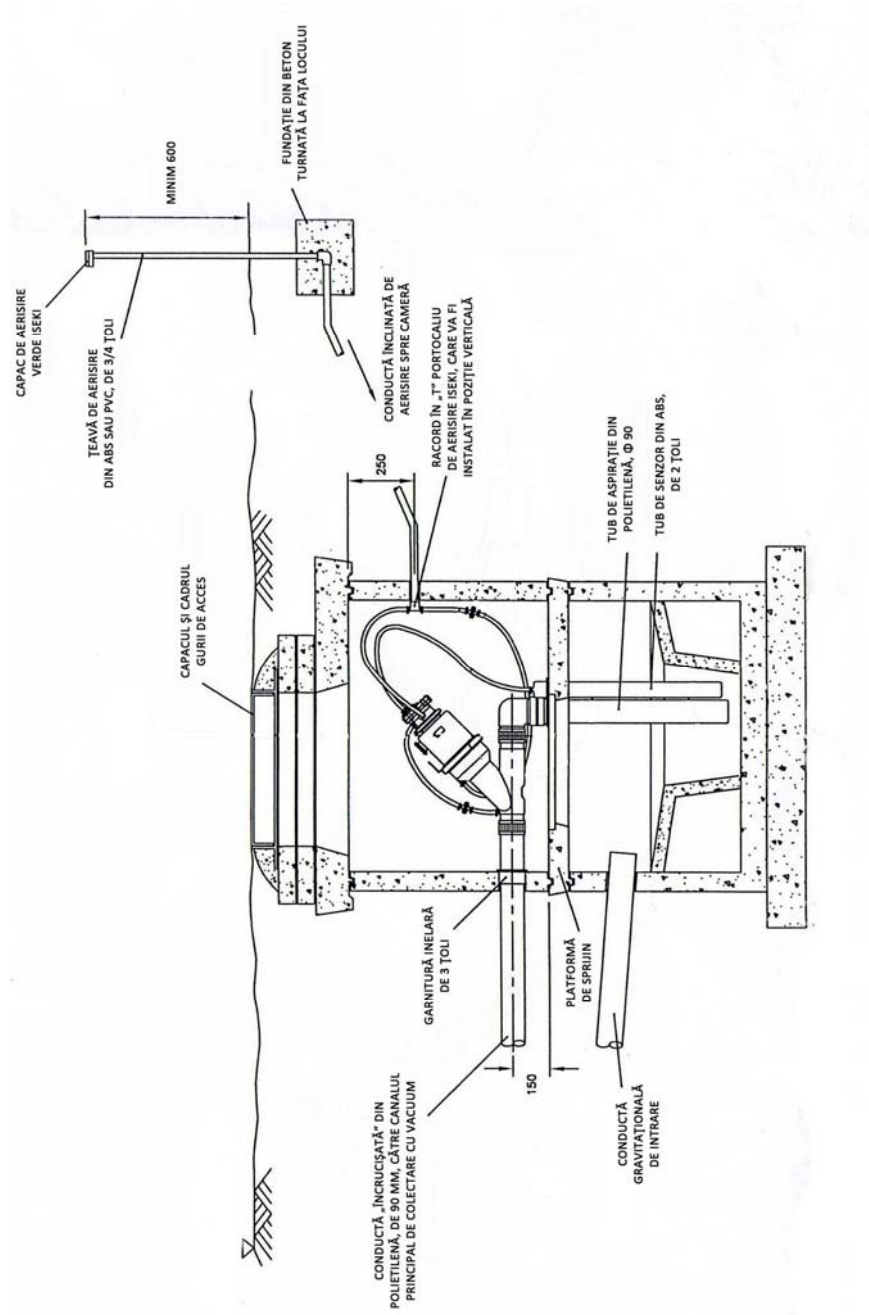
3.3 Racord canalizare menajeră

Nr.	Capitol de lucrări	U.M	Cantitate	Preț Unitar - lei -	Valoare totală - lei -
1	Săpătură mecanică rețea 70%	100mc	39.39	550.00	21,663.23
2	Săpătură manuală rețea 30%	mc	1688.04	33.19	56,031.03
3	Săpătură manuală cămine menajere	mc	786.00	33.19	26,089.60
4	Sprjinire de mal cu parapet metalic	mp	18729.59	6.17	115,561.57
5	Nisip pentru rețea de canalizare	mc	2984.76	76.02	226,890.56
6	Procurare și montare tub canalizare PVC Dn 160	ml	7779.00	68.91	536,050.89
7	Procurare și montare tub canalizare PE Dn 90	ml	734.45	37.28	27,380.30
8	Împrăștiere cu lopata a pământului afânat	mc	2642.06	9.97	26,334.79
9	Compactarea cu maiul de mână a umpluturi	mc	2642.06	15.60	41,207.32
10	Cămin bransament circular din beton monolit	buc	120.00	3170.00	380,400.00
11	Capac și ramă pentru cămine carosabile IV	buc	120.00	680.45	81,654.00
12	Supapă de vacuum	buc	120.00	6600.00	792,000.00
TOTAL					2,331,263.29

3.4 Stația de vacuum cu rezervorul de vacuum

Nr.	Capitol de lucrări	U.M	Cantitate	Preț Unitar - lei -	Valoare totală - lei -
1	Săpătură mecanică rezervor vacuumat 70%	100mc	0.16	550.00	86.63
2	Săpătură manuală rezervor vacuumat 30%	mc	6.75	33.19	224.05
3	Procurare rezervor cilindric de vacuum din oțel 12 mc	buc	1.00	260,000.00	260,000.00
4	Nisip pentru rețea de canalizare	mc	0.90	76.02	68.42
5	Împrăștiere cu lopata a pământului afânat	mc	15.60	9.97	155.53
6	Compactarea cu maiul de mână a umpluturi cu udarea fiecărui strat	mc	15.60	15.60	243.36
7	Stația de pompe - clădire prefabricată	buc	1.00	332,121.13	332,121.13
8	Pompă de vacuum cu răcire inel de apă și cu poartă conică	buc	3.00	44,000.00	132,000.00
9	Supapă cu bilă de sens unic pentru vacuum	buc	1.00	2,268.00	2,268.00
10	Pompă de evacuare	buc	2.00	15,400.00	30,800.00
11	Electropompă apă uzată	buc	1.00	18,060.00	18,060.00
12	Debitmetru electromagnetic	buc	1.00	11,490.00	11,490.00
13	Vacuumetru	buc	1.00	275.00	275.00
14	Semnalizator electric de nivel	buc	3.00	28,750.00	86,250.00
15	Tablou comandă și control PC inclusiv soft, ecran, comandă electropompe cu schimbător de frecvență.	buc	1.00	168,757.88	168,757.88
16	Supapa de vacuum de rezervă + 1 la stația de vacuum	buc	5.00	6,600.00	33,000.00
TOTAL					1,075,800.00

ANEXA 4 Detaliu cămin colector cu supapă de interfață



ANEXA 5 Stația de vacuum din localitatea Borș, județul Bihor

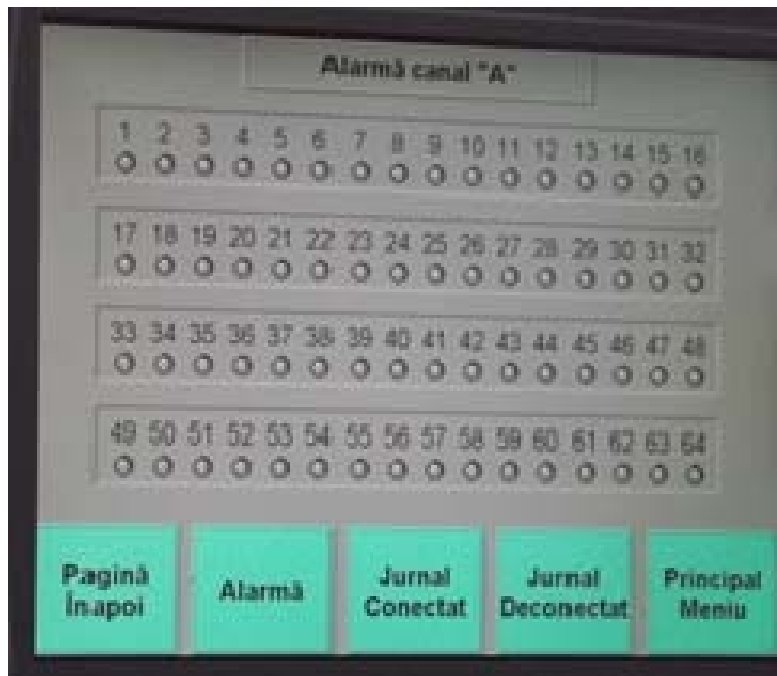
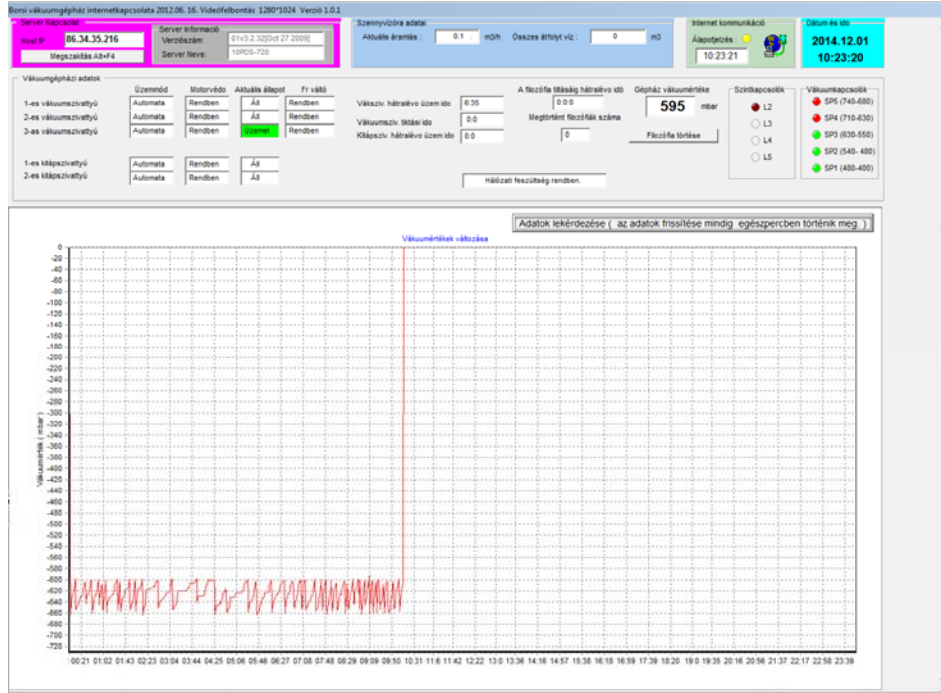


ANEXA 6 Stația de vacuum din localitatea Pericei, județul Sălaj



ANEXA 7 Panou de control electric controlat de PLC, afișaj pentru monitorizarea supapelor, aparat înregistrator cu bandă și manometre de vid

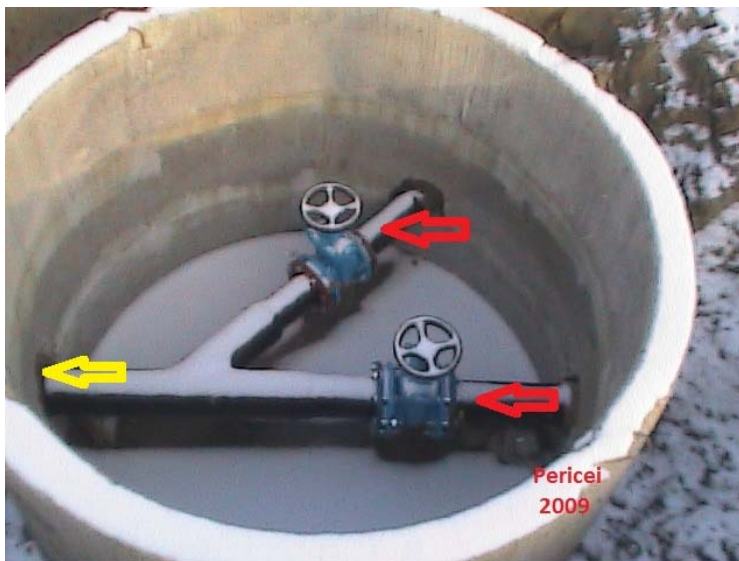




ANEXA 8 Conducta de evacuare (refulare) de la stația de vacuum spre stația de epurare



Racord conductă evacuare executat greșit



Racord conductă evacuare executat corect

ANEXA 9 Stație de vacuum – erori/greșeli de execuție





ANEXA 10 Rețea vacuumată de canalizare – erori/greșeli de execuție



ANEXA 11 Cămine colectoare/de vacuum – erori/greșeli de montare



ANEXA 12 Defecțiuni cauzate de manipularea incorectă



ANEXA 13 Lista lucrărilor științifice publicate

1. Lucrări științifice publicate în Reviste indexate ISI

[1] Panfil C., Mirel I., Szgyarto I., Isacu M. – “Technical, economical, social and ecological characteristics of vacuum sewage system”, International Conference on environmental research and technology “ECO IMPULS 2012” - ediție specială a Jurnalului Ingineria Mediului și management, , ISSN 1582-9596, Vol. 12, Nr. 5, Mai 2013, pp 1535 – 1540, Martie 2013.

2. Lucrări științifice publicate în volumele unor manifestări științifice (Proceedings) indexate ISI

[1] Amarandei M., Berdich K., Szgyarto I., Kun L., Marșavina L. – “Nondestructive Evaluation of Polyurethane Materials Using Transient Thermography”, 11th International Conference on Fracture and Damage Mechanics, 18-21 September 2012, Xi’an City, Shaanxi Province, China, Key Engineering Materials ISSN 1013-9826, Vols. 525-526 (2013) pp 21-24, Online available since 2012/Nov/12 at www.scientific.net © (2013) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.525-526.21, 2012.

3. Lucrări publicate în volumele unor manifestări științifice (Proceedings) din străinătate (țări UE sau comparabile)

[1] Olaru I., Breb C., Szgyarto I. – “Some considerations on advanced treatment of leachate from household waste landfills”, 1st IWA Austrian National Young Water Professionals Conference, p. 9, Viena, Austria, 9 – 11 iunie 2010.

4. Lucrări publicate în volumele unor manifestări științifice

[1] Mirel I., Olaru I., Breb C., Szgyarto I. – „Cosiderations on the Treatment of Leachate from municipal Waste Landfills”, International Symposium The Environment and Industry INCDECOIND – SIMI 2009, ISSN 1843-5831, Ed. Estfalia, Vol. 1, p. 259-267, București, 28 – 30 octobree 2009.

[2] Panfil C., Mirel I., Szgyarto I., Isacu M. – “Technical, economical, social and ecological characteristics of vacuum sewage system”, International Conference on environmental research and technology “ECO IMPULS 2012”, Timisoara Romania, 25-26 october 2012.

[3] Szgyarto I., Mirel I., Panfil C., Isacu M. – “Experimental studies and researches of vacuum sewer systems”, International Conference on environmental research and technology “ECO IMPULS 2012”, Timisoara Romania, 25-26 october 2012.

[4] Szigyarto I., Beilicci E., Nedelcu P. – "Necesitatea si posibilitatile de studiu ale fenomenelor de transport solid in bazine hidrografice", Sesiune comunicari stintifice studentesti – Facultatea de constructii UPT, 2 iunie 2014.

[5] Mirel I., Florescu C., Panfil C., Stăniloiu C., Szigyarto I.- "Sisteme alternative pentru canalizarea apelor de scurgere din centrele populate", Conferință Tehnico – Științifică "Performanța în serviciile de apă – canal" Infrastructură urbană, rețele urbane, management, editura ARA, București, 16 -18 iunie 2014.

ANEXA 14 Lucrare științifică reprezentativă publicată în Revistă indexată ISI

TECHNICAL, ECONOMIC, SOCIAL AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF VACUUM SEWAGE SYSTEM

Corina Panfil¹, Ion Mirel¹, Izabella Szigarto¹, Monica Isacu¹

*"Politehnica" University of Timișoara, Faculty of Civil Engineering, Department of
Hydrotechnical Engineering, 1A George Enescu St. 300022, Timișoara, Romania*

Abstract

In this paper are analyzed the technical, economic, environmental and social characteristics of vacuum sewer systems, which transport wastewater with lower pressure than the atmospheric pressure ($p < p_{at}$), compared to conventional sewer systems with free level ($p = p_{bed}$) - gravity and under pressure systems ($p > p_{at}$) - gravity or pumping systems. Vacuum sewer systems are recommended for rural communities and residential neighborhoods surrounding urban areas, developed on sites with low slope.

The analyze of the impact on the environment (soil, air, flora - fauna and human beings) based on the size of the global pollution index, determine the order / sequence of the ranking of the sewerage systems used to collect and transport wastewater in plain areas, with low slope of the land as follows: vacuum sewer systems (IPG = 1.14) drains through pumping pressure sewer systems (IPG = 1.52), gravity free level sewer systems (IPG = 3, 22).

Economically, the vacuum sewer system is with 23.6% less than the gravity sewer system and the pumping sewer system is with only 2% less than the gravity system.

Vacuum sewer system is recommended, especially for lowland rural communities (less than 3000-10000 population equivalent), developed on a distance by which the main sewer collectors do not exceed a length of 3,750 m.

Keywords: gravity sewerage, pumping system, vacuum sewerage

1. Introduction

Vacuum sewer systems are modern buildings and facilities which provide collection, transportation and disposal of wastewater, from rural communities located in areas with low and very low slope of the land. These systems may be, for some cases, technical, economic, environmental and social alternatives, compared to gravity sewers with free level. (Fabry and Peter, 2008), (Mirel et al, 2008).

Vacuum sewer system is a sealed system and the corresponds to ecological point of view. Because of the very good sealing of sewer pipes, infiltration and exfiltration are eliminated. Additional facilities are those related to homes collectors equipped with vacuum valves. Measures are required to retain coarse bodies. The disadvantage of the vacuum system is given by the higher power consumption for

water transport. Advantages of the vacuum system are: use of small diameter pipes (DN 90 to DN 200 mm) reduced width trench excavation, the pipes laying on the frost depth, investment costs are more less compared to conventional sewerage systems. (Fabry and Peter, 2005), (Fabry, 2008), (Fabry, 2009)

Need and opportunity of the investment was based on the current level of socio-economic and urban development of the seweraged area. Economic and social development of a locality depends largely on the extent of its urbanistic planning, and the level of insurance of the necessary utilities for carrying out its potential investors or consumers, for a high living standard.

The opportunity of a sewage system is determined by the fact that it can reduce the risk of epidemics burst over the residents.

This requirement is also justified by the fact that the sewer system solves local development requirements for a perspective stage, providing a degree of civilization and health in accordance with current standards.

Solving this problem could lead to the development of new activities (economic, tourist, cultural, industrial clean etc.) with a continuing basis throughout the year, which involve a segment of the local population, thereby reducing the phenomenon of population migration to other places in the country or abroad.

Environmental impact assessment is a procedure that evaluates positive and negative effects on the environment of a public or private project. This assessment can identify / establish also the measures required to mitigate adverse effects on human health and hygiene, environmental restoration and protection.

2. Case study

Sewage systems are systems that change, permanently, due to the development / expansion and modernization of population centers.

Residential areas are communities that grow near population centers. Wastewater collection and disposal should ensure comfort and hygiene conditions within each community. (Giurconiu et al, 2002), (Mirel et al, 2008), (Mirel et al, 2010)

Domestic wastewater from residential areas, is recommended to be treated with domestic wastewater collected from the adjacent population centers. (Panfil et al, 2011), (Panfil et al, 2012)

As a case study was chosen a population center located in a lowland area, with a total of 450 person equivalents, divided on 116 plots. The sewer system shown in Figure 1, consists of: gravity / vacuum sewer (1) pumping station / vacuum station (2), collection / visiting manhole(3), main collector (4), treatment plant (5), emissary (6).

In this paper, a comparative analysis is made between gravity free level sewers, under pressure - pumping sewers and of those vacuumate.

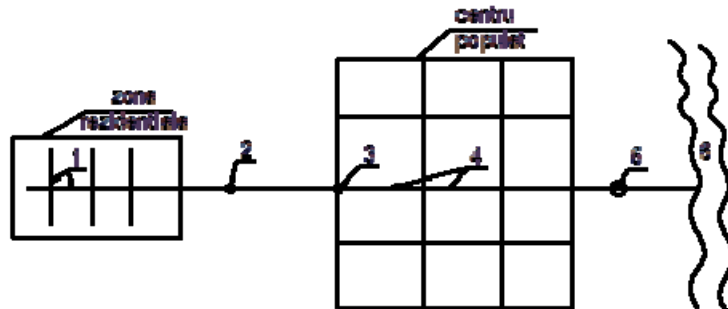


Fig.1. General situation plan

2.1. Tehnical analysis

Vacuum sewerage system, operating under a negative pressure created by a vacuum station. Vacuum sewerage system will be made of high density polyethylene tubing PE-HD PE 100 SDR 13.5 with a diameter of $\varnothing 110$ and $\varnothing 125$. The average depth of the sewerage network is the frost depth ($h = 1.2$ m). Longitudinal profile of the vacuum sewer system is shown in Figure 2. (1- vacuum pipe, 2- vacuum station, 3 - manholes, 4-main collector, 5-treatment plant; 6-emissary).

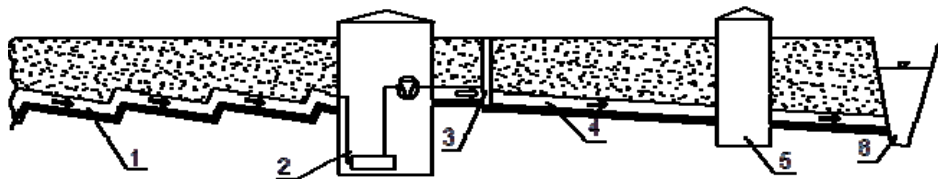


Fig.2. Longitudinal profile of vacuum sewerage system

The average depth of the location of the sewerage network is frost depth ($h = 1.2$ m). Chosen slope between two consecutive lifts is $I_c = 0.002$, h is the lift height depending on the length of the lift, the maximum number of lifts on a branch is $n_{max} = 25$, the minimum number of lifts on a branch is $n_{min} = 6$, the maximum distance between two consecutive lifts is $L_{max} = 150$ m, the minimum distance between two consecutive lifts is $L_{MIN} = 6$ m, the maximum length of branches is $L_{max} = 25 \times 150 = 3750$ m, the minimum length of branches is $L_{MIN} = 6 \times 25 = 150$ m, the maximum allowable depression in sewers vacuum is $p_v = -0.6$ to -0.7 bar, the minimum depression allowed to open valve is $p_v = -0.25$ bar, the maximum number of manholes connected to a collector manhole is $N = 4$ to 5 homes, equivalent to 20-25 peoples.

In each collector manhole is installed a vacuum valve, which opens automatically when the wastewater level raise and reach to $V = 40$ liters. At this point the pressure of 1 bar, existing under normal conditions in the collector manhole, vacuum waste water to sewer, having an absolute inside pressure (-0.6 , -0.7 bar). The valve of the collector manhole aspires amount of 40 liters of wastewater in approx. 3-5 seconds, then in a period of 3-5 seconds aspiring

approximately 200-300 liters of air needed to progress / pushing the plug on the exhaust. The pressure difference in the sewer, carrying mixture bubbles, air and liquid, with a speed of about 20 km / h (5.55 m / s) to the station vacuum tank.

Operation of vacuum sewer systems is determined by: the height, number and distance of lifts; type and place of the formation of plugs / accumulation of water; the recovery and restoration time of the vacuum; the air / water proportion; the way of execution, maintenance and operation ensurance.

The analysis, which was performed by the case study revealed that vacuum sewer system, is the recommended one because it represents modern, ecological and economical technology, and can be successfully implemented on rural population centers with up from 3000 - 5000 population equivalent, located in the lowland areas; tourist complexes; for expanding neighborhoods from urban and sub-urban residential areas.

2.2. Economic analysis

In Table 1 are shown the total amounts in LEI, established for each system. It is remarked that that the total investment for the vacuum sewer system is lower than for the gravity sewers - with free level or with pumping.

Economically, the vacuum sewer system is with 23.6% less than the gravity sewer system and the pumping sewer system is with only 2% less than the gravity system.

This low investment value for the vacuum system is due to smaller and breadths excavation diameters compared to other systems.

Table 1. Economic analysis

No.	Sewage system	Economic analysis (lei)			
		Pipe fitting	Pipe network	ml/lei	TOTAL
1	Gravity sewage system	330.513,9	639.041,4	273,7	969.555,3
2	Gravity sewage system with pumping	330.513,9	622.471,5	266,6	952.985,3
3	Vacuum sewerage system	308.987,1	432.090,0	219,9	741.077,1

2.3. Ecological analysis

Global environmental impact is a procedure that highlighted the negative effects that a public or private project can have on the environment. Through this evaluation process are established appropriate measures to mitigate or offset adverse effects on human health and hygiene, and environmental restoration and protection.

The method used to evaluate the impact is based on estimating environmental quality index scale based on their creditworthiness. (Rojanschi, 1995), (Rojanschi et al, 2002)

For each medium factor (water, air, soil, flora - fauna and human settlements) is calculated quality index of evaluation is obtained a creditworthiness grade (Nb) granted by the outcome and analysis of environmental samples (Tab. 2)

Table 2. Impact Assessment Matrix

Action or generating sources	Water			Air			Soil			Human settlements			Flora and fauna			
	G	P	V	G	P	V	G	P	V	G	P	V	G	P	V	
Construction stage																
Spatial organization of building site	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Access road developing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0	
Construction	-	-	-	0	0	0	-	-	-	+	+	+	-	-	-	
Network tracing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0	
Plugging ditches and restore landscape	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Transport of materials	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Operational stage																
Maintenance operation	-	0	0	-	+	+	0	+	+	+	+	+	+	0	0	+
Risk of accidents and injuries	-	0	0	-	0	0	-	-	0	-	+	+	-	0	0	
Social effect	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0	
Effects size	-2	0	0	-3	0	0	-2	-1	0	4	6	6	-2	-1	0	

G- gravitational; P-pumping; V-vacuum

Graphical representation is made through the Rojanschi method. Ideal state (Si = 237.8) is plotted in a regular geometric shape inscribed in a circle with a radius of 10 units of credit worthiness. (Rojanschi et al, 1995), (Mirel et al, 2002).

The gravity-free level system

(G)- $N_{b\ water} = 5$; $N_{b\ air} = 4$; $N_{b\ soil} = 5$; $N_{b\ h.s.} = 9$; $N_{b\ f.f} = 5$.

Ideal state (Si) and the real one (Sr) are represented in the graph in figure 3.

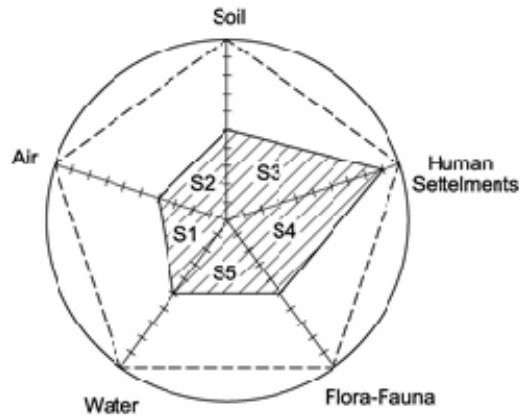


Fig. 3. Graphical representation impact assessment - gravity system

$S_1 = 9,51$; $S_2 = 9,51$; $S_3 = 21,40$; $S_4 = 21,40$; $S_5 = 11,89$; $S_r=73,71$

$I_{PG} = 3,22$ - environment is affected by human activity, causing abnormal life forms.

Pumping system

(P) - $N_{b\ water} = 10$; $N_{b\ air} = 10$; $N_{b\ soil} = 6$; $N_{b\ h.s.} = 9$; $N_{b\ f.f.} = 6$.
Real state (S_r) is represented graphical in figure 4.

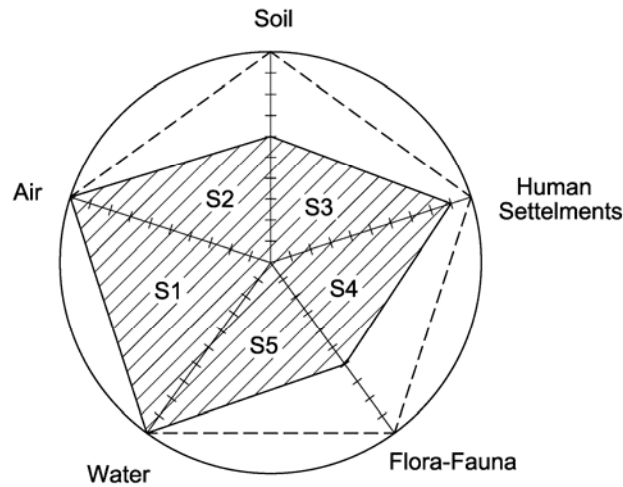


Fig. 4. Graphical representation impact assessment – pumping system

$$S_1 = 47,55; S_2 = 28,53; S_3 = 25,68; S_4 = 25,68; S_5 = 28,53; S_r = 155,97$$

$I_{PG} = 1,52$ - Environment is subject to human activity within acceptable limits.

Vacuum system

(V) - $N_{b \text{ water}} = 10; N_{b \text{ air}} = 10; N_{b \text{ soil}} = 10; N_{b \text{ h.s.}} = 9; N_{b \text{ f.f.}} = 10$. Real state (S_r) is represented graphical in figure 5.

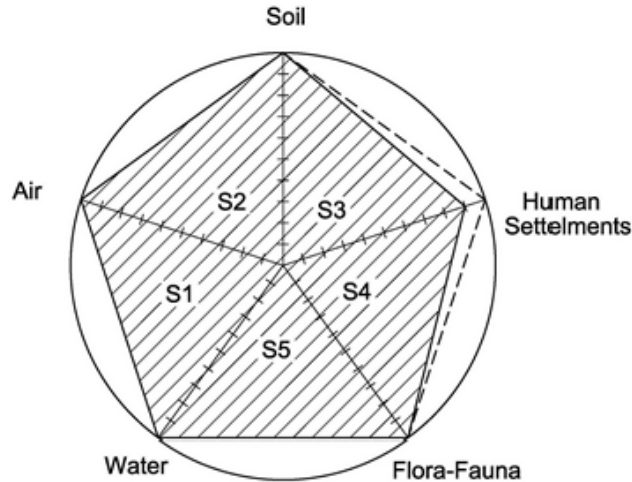


Fig. 5. Graphical representation impact assessment – vacuum system

$$S_1 = 47,55; S_2 = 47,55; S_3 = 42,80; S_4 = 42,80; S_5 = 47,55; S_r = 209,23$$

$I_{PG} = 1,14$ - The natural environment is unaffected by human activity.

For impact appreciation on human beings and the environment, to draw up a comparative study by global pollution index method (IPG) for sewerage systems used to collect and transport waste water (gravity - free level, pumping - under pressure and vacuum) from various localities. (Panfil et al, 2012)

2.4. Social analysis

Necessity and opportunity for the investment was based on the current level of socio-economic and urban development of the area. Sustainable development of a city is determined largely by the extent of its utility and equipping of utility services necessary for carrying out potential investors or consumers, raising living standards, comfort and reducing reduce the risk of epidemics burst over the residents.

These issues are justified by the fact that provided sewer sistem, can solve local development and requirements for a perspective stage, ensuring thereby a degree of civilization and health in accordance with current standards.

Solving this problem could lead to the development of new activities (economic, tourist, cultural, industrial clean etc.) with a continuing basis throughout the year, that occupy a segment of the interested population and thus reduce the

population migration phenomenon to cities in the county, plus creating a higher level of comfort for people.

5. Conclusions

The analysis, which was performed by the case study revealed that vacuum sewer system, is the recommended one because it represents modern, ecological and economical technology, and can be successfully implemented on rural population. The vacuum sewerage system including vacuum station has a investment value lower as the gravity sewer or the pressure pumping system.

For impact appreciation on human beings and the environment, to draw up a comparative study by global pollution index method (IPG) for sewerage systems used to collect and transport waste water from various localities.

Social and economic impacts will be positive, ensuring better conditions of life and development of new jobs.

Acknowledgment

This work was partially supported by the strategic grant POSDRU 107/1.5/S/77265, inside POSDRU Romania 2007-2013 co-financed by the European Social Fund – Investing in People.

References

- Fabry Gy., Peter A. (2008), *The Iseki vacuum sewerage system*. Sci. Bulletin of "Polytechnics" Univ. of Timisoara, Hydrotechnics Series, 53(67) 2, 81-84.
- Fabry Gy., Peter A. (2005), *The vacuum sewerage system*. Conf. for Young Professionals, Bucharest, June 15-17.
- Fabry Gy. (2009), *Analysis of the parametres of an environmental friendly comunal sewerage system*. Ph. D. thesis, Szent Istvan Univ., 2103 Godollo, Hungary, 9-25.
- Fabry Gy. (2008a) *The desing and establishment of an experimental vacuum fluid conveying pilot plant test rig at the Faculty of Hydrotechnics of the "Polytechnics" Univ. of Timisoara*. Ph. D. thesis, Szent Istvan Univ., 2103 Godollo, Hungary, 9-13.
- Giurconiu, M., Mirel, I., Carabet, A., Chivereanu, D., Florescu. C., Staniloiu, C. (2002) *Hydro Utility Constructions and Installations (Constructii si instalatii hidroedilitare)*. Western Publishing (Editura de Vest), Timisoara. 203-260.
- Rojanschi V., Bran F., Diaconu G. (2002) *Protection and Environmental Engineering (Ingineria si protectia mediului)*, Book/Economical Editura, Romania, vol. 1/issue 2.
- Rojanschi. V., (1995) *Impact assessment and environmental strategies (Evaluari de impact si strategii de protectia mediului)*. Ecological University, Bucarest.
- Mirel I., Florescu C, Staniloiu C. (2002) *Impact of the hydro work on the environment Conference - installation and construction for environmental comfort*. Timisoara 18-19 april 2002. pp 565-569.
- Mirel I., Fabry A., Peter A., Carabet A., Stăniloiu C., Olaru I. (2010). *Use vacuum sewerage system for the collection and disposal of wastewater from the rural communities (Utilizarea sistemelor vacuumate de canalizarea pentru colectarea și evacuarea apelor uzate menajere provenite de pe vatra colectivităților rurale)*. Rom Aqua an XVI, nr.4/2010, vol.70. 7-14.
- Mirel I., Man T.E., Fabry G., Peter A. (2008a), *Use of alternative vacuum gravity sewer of waste water from households located in the lowland communities*. Hydrotechnics, 53(9/10), 41-49.

Mirel I., Man T.E.,(2008), *Vacuum polygon for studies and presentations. Vacuum sewerage systems Isek*. Buletin of Politechnics Univ. of Timișoara, Hydrotechnics , 53(67) 3.

Mirel I. (2009), *Vacuum sewer systems for waste water from populated centers located in lowland areas (Sisteme vacuumate pentru canalizarea apelor uzate din centrele populate situate în zonele de șes)*. AGIR Buletin nr.2-3/2009 April - September. 35-37.

Panfil C., Mirel I., Gîrbaciu A. (2011), *Alternative waste water sewage from populated centers located in areas with low slope of the land*. Hydrotechnics, 56(70), Fascicle 2, 2011.

Panfil C., Mirel I., Gîrbaciu A. (2012) *Alternative waste water sewage from residential areas located near population centers.*„XXVI. microCAD International Scientific Conference, Miskolc, Ungaria. ”29 – 30 Martie 2012.

Panfil C., Mirel I., Gîrbaciu A., Baliga D. (2012) *The impact of alternative sewage systems on the environment*. 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & EXPO SGEM2012, Albena - Bulgaria. ISSN 1314-2704, vol. 5, 2012, 905-912).

BIBLIOGRAFIE

1. **Arsenie, D., Florea, M. (1998)**, *Hidraulica*. Ovidius University Press, Constanța.
2. **Bartha I., Javgureanu V. (1998)** – *Hidraulică. Vol. 1*. Editura Tehnică, Chișinău.
3. **Cioc D. (1967)** – *Mecanica fluidelor*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
4. **Cioc, D. (1983)**, *Hidraulică*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, ediția a II-a.
5. **Dimache A., Mănescu M. (2006)**, *Rețele edilitare*. Editura MatrixRom, București,
6. **Drăghici N. (1971)** – *Conducte pentru transportul fluidelor*. Editura Tehnică, București.
7. **Fabry Gy., Peter A. (2005)** - *The vacuum sewerage system*. Conf. for Young Professionals, Bucharest, June 15-17
8. **Fabry Gy., Peter A. (2006)** - *Transportul pneumatic cu ajutorul vidului a apei menajere uzate comunale*. Conferinta ARA 2006
9. **Fabry Gy., Peter A. (2008)** - *The Iseki vacuum sewerage system*. Sci. Bulletin of "Polytechnics" Univ. of Timisoara, Hydrotechnics Series, 53(67) 2, 81-84
10. **Fabry Gy. (2009)** - *Analysis of the parametres of an environmental friendly comunal sewerage system*. Ph. D. thesis, Szent Istvan Univ., 2103 Godollo, Hungary, 9-25
11. **Fabry Gy. (2008a)** - *The desing and establishment of an experimental vacuum fluid conveying pilot plant test rig at the Faculty of Hydrotechnics of the "Polytechnics" Univ. of Timisoara*. Ph. D. thesis, Szent Istvan Univ., 2103 Godollo, Hungary, 9-13
12. **Giurconiu M. (1972)** – *Hidraulică, lucrări edilitare și instalații sanitare*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
13. **Giurconiu, M.(1973)** - *Canalizări, vol. I, II*. Ed. Institutul Politehnic Timisoara.
14. **Giurconiu M., Jura C., Popa Gh., Mirel I. (1964)** - *Hidrauliches und Wirtchaftliches studium des Betriebssystems: Abwassernetz - Sammelbehälter - Pumpen bei Kanalisierungen*. Mitteilung der Konferenz fur Wasserkraftmaschinen, Timisoara.
15. **Giurconiu M., Mirel I., Retezan A., Sîrbu. I. (1983)** – *Culegere de problem de hidraulică teoretică și aplicată*. Lit. I.P. "Traian Vuia", Timisoara.
16. **Giurconiu M., Mirel I., Retezan A., Sîrbu. I. (1989)** – *Hidraulica construcțiilor și instalațiilor hidroedilitare*. Editura Facla, Timisoara.
17. **Giurconiu M., Mirel I., Chivereanu D., Rusu R., Carabet A. (1995)** - *Consideratii cu privire la majorarea capacitatii de transport a rețelei de canalizare a municipiului Timisoara*. Lucrarile sesiunii jubiliare de comunicari stiintiice „Aniversarea a 75 de ani de la infiintarea Scolii Politehnice Timisoarene”.

18. **Giurconiu, M., Mirel, I., Pacurariu, M., Popa, G.(1977)** - *Diagrame, nomograme și tabele pentru calculul lucrărilor hidroedilitare*. Editura Facla, Timisoara.
19. **Giurconiu M., Mirel, I., Carabeț A., Chivoreanu D., Florescu. C., Staniloiu C. (2002)** - *Constructii si instalatii hidroedilitare*. Editura de Vest, Timisoara.
20. **Hâncu, S. (1988)** - *Îndreptar pentru calculele hidraulice*. Editura tehnică, București, sub redacția lui P.G. Kiselev, ediția a V-a.
21. **Hâncu, S., Popescu, M. (1985)** - *Hidraulică aplicată. Simularea numerică a mișcării nepermanente a fluidelor*. Editura Tehnică, București.
22. **Hâncu, S., Marin, G. (2007)** - *Hidraulică teoretică și aplicată. Vol. I și Vol. II*. Editura Cartea Universitară, București
23. **Iamandi, C., Petrescu, V., Damian, R.(1994)** - *Hidraulica instalațiilor*. Editura Tehnică, București.
24. **Ianculescu D.O., Ionescu Gh., Racoviteanu R. (2001)** - *Canalizari*. Editura MATRIX ROM, Bucuresti.
25. **Idelcik I. E. (1984)** - *Îndrumător pentru calculul rezistențelor hidraulice*. Editura Tehnică, Bucuresti.
26. **Imhoff K. (1966)** - *Taschenbuch der stadtentwässerung*. Verlag von R. Oldenbourg, München, Wien.
27. **Kainz H., Kauch E.P., Rener H. (2002)** - *Seidlungs-Wasserban und Abfallwertschhoft*, Manz Verlag Schulbuch, Wien.
28. **Kainz H., Gamerith V., Gruber G. (2010)** - *Mischwasser – Abbeitung und beiwertschaftung Konzept zur Ableitung der betroffenen MischWasser-entlastungen im Ruckstaubereich des geplanten Mierkraftwerks Graz unter Beruch sichtigung des Generalentwasserungskonzepts des kanalbaumts der Stodt Graz*, Energie Steiermark und TU Graz, Graz, Osterreich.
29. **Kainz H., Sprung W., MAuner G., Pirkner W., Gamerith V., Gruber Gu. (2011)** - *Speicherkanal fur die Mischhuvasserbewirtschaftung in Graz*. Aqua Urbanica 2011, Niederschlags und Mischwasserbewirtsctfung im urbanen Bereich. Schriftenreihe zur Wasserweitschaft, Technische Universitat Graz, Osterreich, p.P1-P42.
30. **Kiselev P.G. (1988)** - *Îndreptar pentru calcule hidraulice (traducere din limba rusă)*. Editura tehnică București.
31. **Mateescu Cr.(1963)** - *Hidraulică. Ed.Did. și Ped.* București.
32. **Mirel, I.(1986)** - *Hidraulică și construcții edilitare*, Litografia I.P. "Traian Vuia", Timișoara.
33. **Mirel, I. (1992)** - *Alimentări cu apă și canalizări în agricultură*. Editura UP, Timișoara.
34. **Mirel I. (2009)** *Sisteme vacuumate pentru canalizarea apelor uzate din centrele populate situate în zonele de șes" Buletin AGIR nr.2-3/2009 aprilie-septembrie. 35-37;*
35. **Mirel, I. (2004)** - *Considerații privind realizarea lucrărilor hidroedilitare în mediul rural. Conferința internațională. Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului*. 31 sept – 1 oct. Chișinău.
36. **Mirel I. (2009)** - *Sisteme vacuumate de canalizare*. A XXX-a Conferință de instalații, Sinaia.
37. **Mirel I. (2009)** - *Laboratorul de alimentare cu apă și canalizare de la Facultatea de Hidrotehnică din Timișoara*, Revista lunară științifică și tehnică Hidrotehnica, vol 54 8-9, București

38. **Mirel I., Retezan A. (1996)** – “Rețele vacumate de canalizare”. *Proc. Nat. Conf. of Installations*, Sinaia, October.
39. **Mirel I., Retezan A., Stăniloiu C., Fabry G., Peter A., Simon L. (2009)** – *Sistem vacumat de canalizare pentru studii și cercetări experimentale*, Conferința Națională “Instalații pentru construcții și confort ambiental”, ed. 18-a, 2 – 3 aprilie 2009, Timișoara
40. **Mirel I., Man T.E., (2008)** - *Poligon vacuumat pentru studii și prezentări "Sisteme vacuumate de canalizare menajeră Iseki"*. Buletin of Politechnics Univ. of Timișoara, Hidrotechnics Series, 53(67)3.
41. **Mirel I., Man T.E., Fabry G., Peter A. (2008a)** - *Utilizarea sistemelor vacuumate alternative la canalizarea gravitațională a apelor uzate provenite de la gospodăriile colectivităților situate în zona de șes*. Hidrotehnică, 53(9/10), 41-49.
42. **Mirel I., Fabry A., Peter A., Carabeț A., Stăniloiu C., Olaru I. (2010a)** - *Utilizarea sistemelor vacuumate de canalizarea pentru colectarea și evacuarea apelor uzate menajere provenite de pe vatra colectivităților rurale*. Rom Aqua an XVI, nr.4/2010, vol.70. 7-14
43. **Mirel I., Fabry A., Peter A., Carabeț A., Stăniloiu C., Olaru I. (2010b)** - *Utilizarea sistemelor vacuumate de canalizarea pentru colectarea și evacuarea apelor uzate menajere provenite de pe vatra colectivităților rurale*. Conferință Tehnico – Științifică “Dezvoltarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare în comunități rurale”, Editura Axioma, București, 15 – 16 iunie.
44. **Mirel I., Florescu C., Panfil C., Breb C. (2012)** - *Unele considerații cu privire la proiectarea și exploatarea optimizată a rețelelor de canalizare din cadrul centrelor populate*. Conferința Internațională “Totul pentru o apă curată” ediția a III-a, 17 – 18 mai 2012 Pitești.
45. **Mirel I., Florescu C., Panfil C., Stăniloiu C., Szgyarto I. (2014)** – *Sisteme alternative pentru canalizarea apelor de scurgere din centrele populate*, Conferință Tehnico – Științifică “Performanța în serviciile de apă – canal” Infrastructură urbană, rețele urbane, management, editura ARA, 16 -18 iunie 2014, București.
46. **Mirel I., Olaru I., Breb C., Szgyarto I., (2009)** – *Considerații cu privire la epurarea levigatului de la depozitele de deșeuri comunale*. Simpozion Internațional “Mediul și Industria”, București, 28 – 30 octombrie.
47. **Negulescu M. (1978)** – *Canalizări*. Editura didactica și pedagogica, Bucuresti.
48. **Olaru I., Breb C., Szgyarto I., (2010)** – *Some considerations on advanced treatment of leachate from household waste landfills*, 1st IWA Austrian National Young Water Professionals Conference, Viena, Austria, 9 – 11 iunie.
49. **Panfil C., Mirel I., Gîrbaciu A. (2011)** - *Alternative privind canalizarea apelor uzate menajere din centrele populate amplasate în zone cu pante reduse ale terenului*. Hidrotehnică, 56(70), Fascicola 2, 2011.
50. **Panfil C.(2011)** - *Study of alternative sewage wastewater from population centers*. Workshop-ul nr.1 din cadrul proiectului “Spre cariere de cercetare prin studii doctorale”, Contract: POSDRU/107/1.5/S/77265 “INTERDISCIPLINARITATEA ȘI MANAGEMENTUL CERCETĂRII”, 24-25 Noiembrie 2011 Universității “POLITEHNICA” din Timișoara
51. **Panfil C., Mirel I., Gîrbaciu A. (2012)** - *Alternative sewage wastewater from residential areas located near population centers*. „XXVI. microCAD

- International Scientific Conference, Miskolc, Ungaria. "29 - 30 Martie 2012.
52. **Panfil C., Mirel I., Gîrbaciu A., Baliga D. (2012)** - *The impact of alternative sewage systems on the environment*. 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & EXPO SGEM2012; Albena; Bulgaria; ISSN 1314-2704; vol 5 2012; numar pagini 8 (905-912).
 53. **Panfil C., Mirel I., Szigyarto I., Isacu M. (2012)** - *Technical, economical, social and ecological characteristics of vacuum sewage system*. International Conference „ECOIMPULS 2012 - Environmental Research and Technology” October 25 - 26, 2012 - Regional Business Center Timisoara, Romania
 54. **Panfil C.(2012)** - *Alternatives to wastewater sewerage system from residential areas located*. Workshop-ul nr.2 din cadrul proiectului "Spre cariere de cercetare prin studii doctorale", Contract: POSDRU/107/1.5/S/77265 "INTERDISCIPLINARITATEA ȘI MANAGEMENTUL CERCETĂRII", 07-08 Iunie 2012 - Universitatea din Oradea.
 55. **Panfil C. (2013)** - *Technical, and ecological characteristics of vacuum sewage system*. Workshop-ul nr.3 din cadrul proiectului "Spre cariere de cercetare prin studii doctorale", Contract: POSDRU/107/1.5/S/77265 "INTERDISCIPLINARITATEA ȘI MANAGEMENTUL CERCETĂRII", 30-31 Mai 2013 - Universitatea din Pitești.
 56. **Panfil C. (2014)** - *Studiul sistemelor alternative de canalizare a apelor uzate din centrele populate*, Teză de doctorat, Editura Politehnica
 57. **Perju S. (2009)** - *Statii de pompare in sisteme de alimentari cu apa si canalizari*. Editura CONSPRES, Bucuresti
 58. **Pislărașu I., Rotaru N. și Tigoianu V.(1965)** - *Canalizări*. Editura tehnică București.
 59. **Retezan Remus (2010)** - *Optimizarea proiectării și exploatării sistemelor hidroedilitare*, Teza de doctorat, Editura Poitehnica
 60. **Rojanschi V., (1995)** *Impact assessment and environmental strategies*, Ecological University, Bucharest, Romania.
 61. **Rojanschi V., Bran F. (2002)** - *Environmental policies and strategies Book/Economical*. Editura, Romania, vol. 1/issue 1, pp 431.
 62. **Schluff R. (1996)**, - *Bemessung und Konstruktion der Unterdruckentwässerung Entwässerungstechnik der Umbruch*, Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasser, Universitz of Stuttgart
 63. **Schluff R. (2013)**, - *Vacuum Sewerage System*, Phd Thesis Universitatea Politehnica București
 64. **Schribertschnig W., Renner H., Kauch E.P., Schlachter H., Nemecek E. (1995)** - *Abwasser und abfalltechnik*. Manz Verlag Schulbuch, Wien.
 65. **Secară E., Bălășescu V., Blitz E. (1973)** - *Exploatarea rețelelor de canalizare*, Editura Tehnica București
 66. **Seteanu I., Rădulescu V., Vasiliu N., Vasiliu D. (1998)** - *Mecanica fluidelor și sisteme hidraulice, Fundamente și aplicații*. Editura Tehnică, București.
 67. ***** (2004)** - *An Introduction to Iseki Redivac Vacuum Tehnology*. Iseki Vacuum Systems Limited, England, September.
 68. ***** (2009)** - *An Introduction to Iseki Redivac Vacuum Tehnology. Sewage collection system the vacuum way*. Redivac Limited. Iseki Vacuum Systems Limited. England, October

69. *****A vákuumos szennyvízelvezető rendszerek tervezési kézikönyv (1997)** - ISEKI utility services LTD, Ungaria.
70. *****ATV Standards – E110 - 2011** - *Hydraulic Dimensioning and Performance Verification of Sewers and Drains*
71. *****ATV Standards – E110 - 2007** - *Special Sewerage Systems. Part 2: Pressure Sewerage Systems Outside Buildings*
72. *****Ghid de proiectare – Wilo 2008** – *Managementul apei. Tehnologii de canalizare. Principiile de bază ale proiectării hidraulice și electrice.*
73. *****Ghid metodologic Noiembrie 2011** – *Analiza dinamico – comparativă a costurilor.*
74. *****Indicativ GP 106–04** - *Ghid de proiectare, execuție și exploatare a lucrărilor de alimentare cu apă și canalizare în mediul rural.*
75. *****Legea 265/2006** - *Privind protecția mediului.*
76. *****Legea 310/2004** - *Legea apelor*
77. *****Legea 350/2001**- *Privind amenajarea teritoriului și urbanismului*
78. *****Manual de utilizare** – *Conducte și rețele de conducte din PVC*
79. *****Normativ NP 133/2013** – *Proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare a localităților.*
80. *****NTPA 001/2002** - *Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate industriale și orășenești în receptorii naturali.*
81. *****NTPA 002/2005** - *privind condițiile de evacuarea apelor uzate în rețelele publice de canalizare.*
82. *****P 96 – 1996** – *Ghid pentru proiectarea și executarea instalațiilor de canalizare a apelor meteorice în clădiri civile, rezidențiale, social-culturale și industriale*
83. *****SR EN 752/4 (2008)** - *Rețele de canalizare în exteriorul clădirilor – Dimensionarea hidraulică și considerații referitoare la mediu.*
84. *****SR EN 1091/2002** - *Rețele de canalizare sub vid, în exteriorul clădirilor.*
85. *****SR 1343-1/2006** - *Alimentari cu apă. Determinarea cantitatilor de apă potabilă pentru localități urbane și rurale.*
86. *****STAS 3051/1991** – *Canale ale rețelelor exterioare de canalizare – Prescripții fundamentale de proiectare.*
87. *** <http://www.primariabors.ro> – prezentare geografică
88. *** <http://www.primariapericei.ro> – prezentare generală
89. ***<http://www.vakuumszivattyuk.hu> - *Compararea sistemelor vacuumat și gravitațional de canalizare.*
90. ***<http://www.valplast.ro/ro/basicline/canalizare/exterioara/> - *Țevi din PVC pentru canalizare exterioară.*
91. ***<http://www.prodimar.ro/teava-hdpe-d-32-pn-10-sdr-13-6-p3980.html> - *Tuburi din polietilenă de înaltă densitate (PEID/PEHD)*
92. ***<http://www.politub.ro/aplicatii/ape-uzate.html> - *Tuburi din polietilenă de medie și înaltă densitate tip PE 80 și PE100*
93. ***www.supralpro.ro – *Țevi din PE-polietilenă*
94. ***www.termosrl.ro – *Tuburi și fittinguri din polietilenă php*
95. *** www.romstal.ro – *Cămin de racord canalizare*