

**CONTRIBUȚII PRIVIND  
IDENTIFICAREA ȘI GESTIONAREA  
GOSPODĂRIEI SUBTERANE DE  
ALIMENTARE CU APĂ ȘI  
CANALIZARE, CU APLICABILITATE  
LA SISTEMELE MUNICIPIULUI  
TIMIȘOARA**

Teză destinată obținerii  
titlului științific de doctor inginer  
la  
Universitatea "Politehnica" din Timișoara  
în domeniul Inginerie Civilă  
de către

**...Capotescu Maria- Cristina...**

Conducător științific: prof.univ.dr.ing. Jura Cornel  
Referenți științifici: prof.univ.dr.ing. Alexandru Mănescu  
prof.univ.dr.ing. Theodor Mateescu  
prof.univ.dr.ing. Ion Mirel

Ziua susținerii tezei: 4 decembrie 2009

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- |                        |                                             |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1. Automatică          | 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații |
| 2. Chimie              | 8. Inginerie Industrială                    |
| 3. Energetică          | 9. Inginerie Mecanică                       |
| 4. Ingineria Chimică   | 10. Știința Calculatoarelor                 |
| 5. Inginerie Civilă    | 11. Știința și Ingineria Materialelor       |
| 6. Inginerie Electrică |                                             |

Universitatea „Politehnica” din 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 Politehnica – Timișoara, 2006

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” din Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,  
tel. 0256 403823, fax. 0256 403221  
e-mail: editura@edipol.upt.ro

## Cuvânt înainte

Teza de doctorat a fost elaborată pe parcursul activității mele în cadrul S.C. „Aquatim” S.A. din Timișoara.

Mulțumiri deosebite se cuvin conducătorului de doctorat prof.dr.ing. Jura Cornel pentru îndrumarea, sprijinul și grija acordate de-a lungul acestor ani. Mulțumesc prof.dr.ing. Ion Mirel, conf.dr.ing. Păun Alan, dr.ing. Vlaicu Ilie directorul general al S.C. Aquatim S.A. și colegilor din cadrul S.C. Aquatim S.A. pentru ajutorul, inspirația și încrederea acordate.

Tema studiată este actuală și se referă la o necesitate fundamentală a unei administrații locale și a unui operator de sistem de alimentare cu apă și canalizare. Cunoașterea detaliată a acestor rețele este foarte importantă pentru exploatarea, mentenanța și dezvoltarea sistemului. De asemenea realizarea unui sistem prin care informațiile să fie ușor accesibile și disponibile unui număr cât mai mare de utilizatori este foarte importantă.

Tema studiată a reprezentat un subiect care mi-a stârnit un interes deosebit și a fost și este o preocupare importantă pentru mine.

Timișoara, septembrie 2009

Capotescu Maria-Cristina

Capotescu, Maria-Cristina

**Contribuții privind identificarea și gestionarea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare, cu aplicabilitate la sistemele municipiului Timișoara**

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5, Nr. 49, Editura Politehnica, 2009, 152 pagini, 22 figuri, 29 tabele.

ISSN:1842-581X

ISBN (10): 978-606-554-014-9.; ISBN (13): .....

Cuvinte cheie: rețele distribuție apă, rețele canalizare, GIS, modelare hidraulică

Rezumat, În cadrul tezei de doctorat s-au analizat diferite modalități de identificare și gestionare a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare. S-au analizat principalele elemente de teorie hidraulică referitoare la rețelele de apă și canal relevante, s-au analizat principalele elemente de teorie a sistemelor de alimentare cu apă referitoare la proiectarea, execuția și exploatarea rețelelor de alimentare cu apă și canalizare. S-au analizat modalitățile practice de identificare a lucrărilor de gospodărie subterană de alimentare cu apă și canalizare. S-au analizat metodele tradiționale și moderne de gestiune a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare. S-au analizat situațiile existente cu problemele, limitările și erorile care pot să apară în activitatea practică de realizare a unui proiect concret de sistem de gestiune a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare.

## CUPRINS

Listă de tabele.....	8
Listă de figuri.....	9
Capitolul 1 Introducere.....	10
Capitolul 2 Hidraulica rețelelor hidroedilitare.....	13
2.1. Elemente fundamentale de hidraulică ale mișcării lichidelor în conducte.....	13
2.1.1. Mișcarea și regimurile de mișcare în conducte.....	13
2.1.2. Relația lui Bernoulli .....	15
2.1.3. Pierderi de sarcină.....	16
2.1.3.1. Calculul pierderilor de sarcină liniară.....	17
2.1.3.2. Calculul pierderilor de sarcină locale.....	21
2.1.4. Clasificarea sistemelor hidraulice.....	21
2.2. Curgerea apei în conducte sub presiune .....	22
2.2.1 Conducte scurte sub presiune în regim permanent de mișcare.....	22
2.2.2. Conducte lungi simple sub presiune în regim permanent de mișcare.....	25
2.2.3. Conducte de aspirație și de refulare.....	28
2.2.4 Conducte sub presiune în regim nepermanent de mișcare.....	31
2.3. Elemente de hidraulică ale mișcării lichidelor în canale.....	34
2.3.1. Canale deschise - mișcarea uniformă.....	35
2.3.2. Canale deschise - mișcarea neuniformă.....	36
2.4 Calculul hidraulic al rețelelor de apă și canal.....	38
2.4.1. Calculul hidraulic al rețelelor de apă.....	38
2.4.1.1 Calculul rețelelor de distribuție ramificate.....	38
2.4.1.2 Calculul rețelelor inelare.....	39
2.4.2. Calculul hidraulic al rețelelor de canal.....	40
Capitolul 3. Sisteme de alimentare cu apă și canalizare.....	42
3.1 Sisteme de alimentare cu apă.....	42
3.1.1. Schema generală a alimentărilor cu apă.....	42
3.1.2. Rețelele de distribuție a apei .....	43
3.1.2.1. Materiale folosite pentru construcția rețelei de distribuție.....	47
3.1.2.1.1. Tuburi și țevi pentru conducte.....	47
3.1.2.1.2. Armăturile conductelor.....	50
3.1.2.1.3. Aparate de măsură și control.....	53
3.1.2.2. Construcții accesorii pe rețeaua de distribuție a apei.....	54
3.1.3. Nevoile de apă din centrele populate și din industrii.....	56
3.2. Sisteme de canalizare.....	58
3.2.1. Determinarea debitelor apelor de canalizare.....	59
3.2.1.1. Determinarea debitului apelor uzate.....	59
3.2.1.2. Determinarea debitului apelor meteorice.....	59
3.2.1.3. Determinarea debitului apelor de suprafață.....	60
3.2.1.4. Determinarea debitului apelor subterane.....	60
3.2.2. Ape admise în rețeaua de canalizare.....	60
3.2.3. Construcții și instalații accesorii pe rețeaua de canalizare.....	61
3.2.3.1. Cămine.....	61
3.2.3.1.1. Cămine de vizitare.....	61
3.2.3.1.2. Cămine de rupere de pantă.....	62
3.2.3.1.3. Cămine și rezervoare de spălare.....	62
3.2.3.2. Guri de scurgere .....	62
3.2.3.3. Guri de zăpadă.....	63
3.2.3.4. Camere de intersecție.....	63

3.2.3.5. Camere pentru schimbarea direcției.....	63
3.2.3.6. Deversoare.....	63
3.2.3.7. Guri de descărcare.....	63
3.2.3.8. Bazine pentru retenția apelor de ploaie.....	64
3.2.3.9. Sifoane de canalizare.....	64
3.2.3.10. Estacade.....	64
3.2.3.11. Traversări pe sub căi ferate și șosele.....	64
3.2.3.12. Racorduri .....	64
3.2.3.13. Construcții pentru ventilația rețelei de canalizare.....	65
3.2.4. Materiale și prefabricate folosite în rețeaua de canalizare.....	65
3.2.4.1. Condiții cerute materialelor folosite la canalizare.....	65
3.2.4.2. Tuburi și piese de canalizare din beton simplu.....	66
3.2.4.3. Tuburi prefabricate, canale monolite și semifabricate.....	66
3.2.4.4. Tuburi din fontă.....	67
3.2.4.5. Țevi din oțel.....	67
3.2.4.6. Tuburi din azbociment.....	68
3.2.4.7. Tuburi și piese de legătură din gresie ceramică.....	68
3.2.4.8. Țevi și tuburi din materiale plastice.....	68
3.2.5. Instalații de epurare a apelor uzate.....	69
Capitolul 4 Metode de identificare a sistemelor de alimentare cu apă și Canalizare.....	71
4.1. Introducere.....	71
4.2. Identificarea rețelei de alimentare cu apă.....	72
4.3. Identificarea rețelei de canalizare.....	73
4.4. Identificarea rețelelor de alimentare cu apă și canalizare cu ajutorul locatoarelor din seria rd 400- radiodetection.....	74
4.4.1. Locatoare analogice.....	74
4.4.2. Locatoare digitale.....	75
4.4.3. Localizarea conductelor îngropate.....	75
4.4.3.1. Cercetarea unei zone pentru localizarea liniilor îngropate.....	76
4.4.3.2. Aplicarea semnalului transmițătorului pentru a trasa o linie de reper.....	78
4.4.3.3. Trasarea unei linii de reper cu ajutorul locatorului.....	79
4.4.3.4. Punctarea unei linii de reper.....	80
4.4.3.5. Măsurarea adâncimii.....	80
4.4.4 Utilizarea sondelor transmițătoare pentru localizarea canalelor și conductelor nemetalice .....	81
Capitolul 5 Sisteme de gestiune a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare.....	84
5.1. Introducere.....	84
5.2. Sisteme de gestiune.....	86
5.2.1. Sisteme de gestiune tradiționale .....	88
5.2.2. Sisteme de gestiune avansate.....	91
5.2.2.1. Sistemul de informații geografice GIS.....	91
5.2.2.1.1. Ce este un GIS? .....	92
5.2.2.1.1.1. Definirea conceptului de GIS.....	92
5.2.2.1.1.2. Cerințele unui GIS.....	93
5.2.2.1.1.3. Componentele unui GIS.....	93
5.2.2.1.1.4. Domeniile de utilizare ale unui GIS.....	94
5.2.2.1.1.5. Alegerea echipamentelor hardware și a softului pentru un proiect GIS.....	95

5.2.2.2. Tipuri de date și modalități de achiziție.....	96
5.2.2.2.1. Tipuri de date.....	96
5.2.2.2.2. Modalități de achiziție.....	97
5.2.2.3. Topologia.....	100
5.2.2.4. Funcțiuni ale unui GIS.....	101
5.2.2.4.1. Operații cu tabele de atribute.....	102
5.2.2.4.2. Analize geografice.....	103
5.2.2.4.3. Crearea de aplicații client.....	104
5.2.2.5. Modelarea rețelelor de alimentare cu apă și canalizare.....	104
5.2.2.5.1. Dezvoltarea planului de modelare.....	104
5.2.2.5.2. Procesul de modelare.....	105
5.2.2.5.3. Selectarea softului și trainingului.....	107
5.2.2.5.4. Definirea cerinței de date.....	107
5.2.2.5.5. Identificarea surselor de date.....	109
Capitolul 6 Contribuții la identificarea și gestionarea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare.....	112
6.1 Contribuții la identificarea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare.....	112
6.1.1 Situația existentă.....	112
6.1.2 Probleme, limitări și erori ale metodelor și tehnicilor folosite.....	113
6.1.3. Soluții și propuneri de îmbunătățire a identificării gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare.....	115
6.2. Contribuții la gestiunea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare prin gis (Geographic Information System- Sistem de informații geografice) .....	117
6.2.1. Aplicație – Concept sistem de gestiune gospodărie de alimentare cu apă și canalizare – propunere autor.....	117
6.2.1.1. Definirea obiectivelor sistemului de gestiune.....	117
6.2.1.2. Sistemul de alimentare cu apă.....	117
6.2.1.3. Sistemul de canalizare.....	121
6.2.2. Situația existentă.....	125
6.2.3. Probleme, limitări, erori și soluții la gestiunea gospodăriei subterane alimentare cu apă și canalizare prin GIS.....	129
6.3. Contribuții la gestionarea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare prin integrarea gis, modelare hidraulică și sistem de monitorizare.....	134
6.3.1. Situația existentă.....	134
6.3.2. Probleme, propuneri și soluții.....	136
6.3.3. Studiu de caz pentru modelarea hidraulică a rețelei de canalizare folosind programul „Sewer Gems” de la Bentley pe un tronson pilot din Timișoara.....	138
Capitolul 7. Concluzii și contribuții personale.....	144
Bibliografie.....	158

## Listă de tabele

Tabelul 2.1 Valorile $y$ în funcție de $n$ și $R$ după N.N. Pavlovski.....	18
Tabelul 2.2 Valorile coeficientului $C$ după formula lui N.N. Pavlovski.....	18
Tabelul 2.3 Valorile $k$ pentru formula Prandtl-Karman-Colebrook.....	20
Tabel 3.1 . Conducele folosite în funcție de caracteristicile și calitatea apei.....	66
Tabel nr. 6.1 Coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de arteră.....	118
Tabel nr.6.2 Caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de arteră.....	118
Tabel nr.6.3 Coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de conductă.....	119
Tabel nr.6.4 Caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de conductă.....	119
Tabel nr.6.5 Numele străzilor.....	119
Tabel nr.6.6 Anul punerii în funcțiune.....	119
Tabel nr.6.7 Anul în care expiră durata de funcționare optimă.....	119
Tabel nr.6.8 Coordonatele hidranților de incendiu.....	120
Tabel nr.6.9 Poziția căminelor.....	120
Tabel nr.6.10 Caracteristicile căminelor.....	120
Tabel nr.6.11 Codurile care caracterizează starea fizică a conductelor.....	120
Tabel nr.6.12 Tabel nou.....	121
Tabel nr.6.13 Coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de colector.....	121
Tabel nr.6.14 Caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de colector.....	122
Tabel nr.6.15 Coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de canal pluvial.....	122
Tabel nr.6.16 Caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de canale pluviale.....	122
Tabel nr.6.17 Coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de canal ape uzate.....	120
Tabel nr.6.18 Caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de canale ape uzate.....	123
Tabel nr.6.19 Anul punerii în funcțiune tronsoane de canale pluviale.....	123
Tabel nr.6.20 Anul punerii în funcțiune tronsoane de canale uzate.....	123
Tabel nr.6.21 Anul punerii în funcțiune tronsoane de colectoare.....	123
Tabel nr.6.22 Coordonatele gurilor de scurgere.....	124
Tabel nr.6.23 Poziția căminelor.....	124
Tabel nr.6.24 Caracteristicile căminelor.....	124
Tabel nr.6.25 Codurile care caracterizează starea fizică a canalelor.....	124



## Listă de figuri

Figura 2.1 Curgerea laminară , turbulentă, tranzitorie.....	14
Figura 2.2 Schema hidraulică de curgere a lichidelor.....	15
Figura 2.3 Valorile coeficientului $\lambda$ și domeniile de aplicare a relațiilor Prandtl-Karman-Colebrook-White.....	20
Figura 2.4 Linia de energie și linia piezometrică la o conductă scurtă.....	25
Figura 2.5 Schema de calcul la conducta de aspirație și de refulare.....	29
Figura 2.6 Graficul pentru determinarea diametrului economic la conductele de refulare.....	31
Figura 2.7 Schemă de calcul a conductelor în regim nepermanent de mișcare.....	32
Figura 2.8 Elementele de calcul în mișcarea uniformă la canale.....	35
Figura 2.9 Energia specifică în secțiunea unei albie.....	37
Figura 6.1 Fragment plan situație rețele canal construit în perioada 1909-1912 digitizat și georeferențiat –Timișoara.....	112
Figura 6.2 Fragment plan situație rețele apă construite în perioada 1912-1914 digitizat și georeferențiat.....	113
Figura 6.3 Vizualizare strat clădiri în aplicația AutoCADMap3D.....	126
Figura 6.4 Vizualizare strat clădiri, canalizare, subparcele în aplicația AutoCADMap3D.....	127
Figura 6.5 Vizualizare formular de actualizare a tronsoanelor în aplicația AutoCADMap3D.....	128
Figura 6.6 Vizualizare straturi conductă, canal, subparcele, clădiri, texte tip pagina web.....	128
Figura 6. 7. Zona pilot de pe strada Telegrafului și intrarea Ion Vasii.....	139
Figura 6. 8. Tabel atribute cămine canal din GIS.....	140
Figura 6. 9. Tabel atribute cămine canal din program modelare Hidraulică.....	140
Figura 6. 10. Fereastră proprietăți cu atribute tronson canal din program modelare hidraulică.....	141
Figura 6. 11. Vizualizare tronson canal și sub-bazine pluviale din programul de modelare.....	142
Figura 6. 12. Profil longitudinal din programul de modelare hidraulică.....	142
Figura 6. 13. Codificare pe culori a tronsoanelor de canal în funcție de viteze de curgere calculate.....	143

## Capitolul 1 Introducere

Misiunea operatorului de sistem de alimentare cu apă și/sau canalizare este furnizarea serviciilor de alimentare cu apă și/sau canalizare la parametrii cantitativi și calitativi confirm standardelor și reglementărilor în vigoare neîntrerupt și la un preț competitiv. Performanța se poate realiza doar dacă se adoptă cele mai bune practici disponibile la momentul actual. Pentru aceasta este recomandabilă realizarea modelului hidraulic al rețelei de distribuție/canalizare care poate fi folosit în deciziile manageriale, proiectarea pe termen lung –Masterplan-, proiectarea lucrărilor noi, reabilitări, verificarea calității apei. Modelul hidraulic al unei rețele se poate realiza atunci când există date disponibile referitoare la componența și caracteristicile rețelei, debitele de intrare și consumate, parametrii de funcționare ai sistemului.

Modelarea hidraulică și evidența situației existentă a inventarului rețelelor pot fi făcute cel mai eficient folosind soluțiile informatice disponibile. Întreprinderile de profil utilizează diverse soluții informatice pentru modelarea hidraulică, SCADA, cartografierea, inventarul, mentenanța rețelelor, evidența abonaților, consumurile înregistrate. Toate acestea sunt de cele mai multe ori organizate în sisteme de baze de date, aplicații de modelare, sisteme informatice cartografice care nu comunică între ele creând insule de informații. Elementul comun al acestora însă este geografia și toate pot fi relaționate folosind operația de georeferire și integrarea prin intermediul GIS.

Cele mai noi concepte și tehnologii informatice permit și facilitează integrarea și comunicarea între diverse medii informatice datorită standardului open source, bazele de date relaționale, conceptului object oriented. Acestea permit ca folosind tehnologia GIS ca element integrator să se poată crea modelul hidraulic prin transferul automat al informațiilor actualizate. Permit de exemplu ca informațiile referitoare la consumuri să fie alocate nodurilor în modelul hidraulic folosind GIS ca integrator.

Deși mediile informatice devin din ce în ce mai deschise și comunicarea între aceste este facilitată pentru eficacitate este necesar ca proiectarea acestora să se facă luând în considerare necesitățile fiecărei activități în parte și posibilitatea de a fi integrate. Spre exemplu GIS poate fi folosit pentru cartografiere sistemului de alimentare cu apă și canalizare dar și pentru realizarea modelului hidraulic al rețelei dar dacă nu este proiectat de la început având modelarea în minte se poate să nu fie utilizabil sau să necesite conversii complicate de date care necesită eforturi suplimentare și pot genera erori.

Crearea unor sisteme informatice integrate bine proiectate este necesară datorită faptului că sunt implicate resurse de realizare mari în primul rând resurse umane și de timp în procesul de achiziție și completare a bazelor de date.

Scopul acestei lucrări este de a cerceta capacitățile acestor sisteme și cum pot fi utilizate optim pentru a rezolva probleme de modelare hidraulică. Stabilirea necesităților în stadiul de proiectare a sistemelor informatice să fie făcută de o echipă de specialiști din diverse domenii: hidrotehnică, automată și calculatoare,

chimie, management. Cercetarea interdisciplinară și comunicarea între diversele domenii implicate poate genera un sistem puternic și eficient.

Pentru creșterea eficienței se recomandă ca toate resursele informaționale să fie folosite la maximum și redundanța datelor să fie evitată pe cât posibil. Pentru aceasta se poate proceda la proiectarea unor sisteme de baze de date centralizate.

O abordare practică a unui proiect de gestiune a gospodăriei subterane este ca proiectul de reprezentare cartografică a rețelelor de apă sau canalizare a unei localități cu specificul Timișoarei să se desfășoare astfel:

1. Abordarea cu prioritate a zonelor în care se preconizează să se realizeze studii de fezabilitate și masterplan. În aceste zone se recomandă cunoașterea amănunțită a condițiilor existente, mai ales pentru punctele în care se vor realiza legăturile cu rețelele existente. Dacă nu există suficiente informații se recomandă studii de teren amănunțite și verificarea informațiilor existente.
2. Realizarea de studii de teren pe tot parcursul desfășurării lucrărilor de execuție, cu precădere în punctele de legătură care vor conține elemente de legătură nevizitabile și care se pot pierde ca informație.
3. Verificarea cu instrumentele de detecție a semnalului electric indus firul de control a rețelelor care sunt executate din materiale care nu se pot detecta prin alte mijloace.
4. Reprezentarea cartografică cât mai amănunțită a lucrărilor noi, în execuție.
5. Reprezentarea cartografică a rețelelor existente cu precădere a rețelelor principale pentru a crea cât mai rapid un model hidraulic al rețelelor. Deoarece faza de culegere a datelor și completării bazelor de date este o operație care consumă cea mai mare parte a resurselor de timp, în primul rând, se poate ajunge în situația ca timpul să fie consumat înainte ca fructificarea informațiilor să aibă loc.

Proiectarea sistemelor de gestiune a informațiilor trebuie să aibă în vedere necesitățile tuturor beneficiarilor acestor date. Realizarea unor proiecte pilot este foarte importantă pentru a nu consuma resurse materiale, umane și de timp pentru a realiza sisteme care ulterior se dovedesc a fi incomplete sau incompatibile. Având în vedere volumul foarte mare de date este foarte important ca fiecare operație de culegere a datelor și actualizare să fie cât mai eficientă. Spre exemplu dacă GIS-ul este proiectat cu scopul de a fi folosit pentru crearea modelului hidraulic trebuie să aibă baza de date proiectată corespunzător. De obicei în GIS se folosește un grad de detaliere care nu este necesar în modelul hidraulic, de exemplu între două cămine de vizitare pe rețeaua de canalizare tubul poate fi reprezentat în sistemul GIS dintr-o succesiune de segmente de polilinie și un punct de joncțiune pentru a evidenția fiecare punct de racordare a canalelor laterale, cu scopul de a avea un inventar detaliat. Datorită tehnologiei object oriented GIS-urile actuale pot fi programate astfel încât racordurilor laterale să fie legate de polilinia care reprezintă tubul de

canal prin vertexuri. Astfel se reduce numărul de elemente și datele pot fi folosite fără a folosi transformări și operații de eliminare a elementelor netrebuincioase care pot genera erori.

Multe GIS-uri nu au fost proiectate având stabilită ca necesitate crearea modelului hidraulic și în acest caz este necesar ca tabelele de date să fie transformate astfel încât să poată fi creat modelul hidraulic.

Deși multe companii au creat modele hidraulice ale rețelelor pornind de la GIS-uri existente, puține au reușit să întrețină altceva decât modele foarte schematizate deoarece GIS-ul și modelul hidraulic erau ținute separat și deși actualizarea planurilor se făcea permanent nu se reușea actualizarea și a modelului hidraulic. De aceea modelele hidraulice reprezentau de obicei o imagine a unui stadiu care acum nu mai este la fel. Anul 2002 a reprezentat un moment în istoria hidraulicii prin apariția unor software-uri de modelare cum ar fi WaterGEMS care combină funcționalitățile ambelor sisteme. Astfel există posibilitatea ca situația existentă să fie reprezentată și actualizată permanent în GIS apoi modelul să fie actualizat automat. După realizarea modelului hidraulic datele rezultate pot fi transferate înapoi în GIS pentru analize adecvate și facilitate de acest mediu de lucru. De exemplu în GIS se poate realiza un model digital tridimensional al terenului DTM peste care să se suprapună linia piezometrică a rețelei pentru a se evidenția care sunt potențialele zone în care apar suprapresiuni sau presiune este insuficientă.

## Capitolul 2 Hidraulica rețelelor hidroedilitare

Hidraulica are ca obiect studiul repaosului și mișcării lichidelor în scopul rezolvării diferitelor probleme ingineresti. Bazele teoretice ale hidraulicii sunt furnizate de mecanica fluidelor, ramură a mecanicii mediilor continue. [14]

Câmpul obiectului de studiu al hidraulicii cu cele mai importante aplicații tehnice ingineresti este reprezentat de:

- *Hidrostatică*- se referă la stabilirea încărcărilor din apă, în stare de repaos sau mișcare, pe diferite construcții.
- *Hidraulica sistemelor de transport sub presiune a fluidelor*- în cadrul căreia se studiază funcționarea hidraulică a acestor sisteme (ex. Aducțiuni, rețele de distribuție a apei în alimentări cu apă, irigații, rețele de conducte aferente stațiilor de pompare sau unor instalații complexe). [14]
- *Hidraulica sistemelor de transport a apei cu nivel liber*- urmărește cunoașterea condițiilor de curgere ale canalelor cu suprafață liberă și, pe această bază, elaborarea metodelor de calcul hidraulic pentru proiectarea acestor sisteme hidraulice (ex. Canale de aducțiune/evacuare a apei, rețele de canale utilizate la lucrări hidrotehnice și de îmbunătățiri funciare, noduri hidrotehnice). [14]

### 2.1 Elemente fundamentale de hidraulică ale mișcării lichidelor în conducte

#### 2.1.1 Mișcarea și regimurile de mișcare în conducte

Hidrocinematica se ocupă cu studiul mișcării lichidelor fără introducerea forțelor care acționează asupra lor.

Hidrodinamica este știința care se ocupă cu mișcarea lichidelor și a forțelor care acționează asupra lor.[14]

**a) Clasificarea mișcării lichidelor în conducte după comportarea particulelor în timpul mișcării** se face în regim laminar, turbulent sau tranzitoriu.

Mișcarea laminară este mișcarea cu viteză mică în care particulele se deplasează în straturi suprapuse paralele cu direcția generală de mișcare fără a se amesteca cu restul lichidului. Viteza este constantă și liniile de curent sunt rectilinii, paralele și stabile. [14]

Mișcarea turbulentă este mișcarea cu structură aparent dezordonată în care particulele se deplasează în sens transversal direcției generale de mișcare cu întretăieri de traiectorii și cu formări de vârtejuri, care se amortizează după un parcurs. Viteza locală reală instantanee într-un punct își schimbă direcția în fiecare moment și are variații rapide în jurul unei viteze medii. [14]

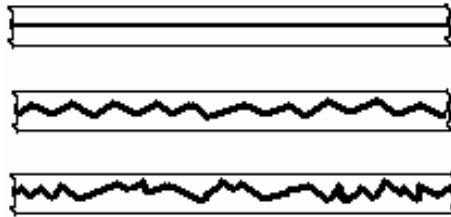


Figura 2.1 Curgerea laminară , turbulentă, tranzitorie[14]

Regimul de mișcare se poate caracteriza de numărul Reynolds ( $Re$ ), dat în cazul conductelor sub presiune circulară de relația:

$$Re = \frac{vD}{\nu} \quad [2.1]$$

în care:

$v$  este viteza apei în secțiunea considerată, în m/s;

$D$  diametrul conductei sub presiune circulară, în m;

$\nu$  este coeficientul de viscozitate cinematică a lichidului, în  $m^2/s$ .

Pentru  $Re \leq Re_{cr}$  mișcarea este laminară, iar pentru valori  $Re \geq Re_{cr}$  - turbulentă.

Numărul Reynolds critic  $Re_{crit}$  se determină experimental. Pentru curgerea printr-un tub de curent  $Re_{crit} \sim 2320$ . La evitarea deosebit de îngrijită a oricăror perturbații de curgere sunt însă posibile și numere Reynolds critice mult mai mari. [14]

**b) Clasificarea mișcării lichidelor în conducte după variația parametrilor în timp sau a vitezelor locale în lungul liniilor de curent** se face în regim de mișcare permanent, nepermanent, uniform, neuniform, permanent și uniform, permanent și neuniform. [14]

În **regimul permanent** de mișcare parametrii locali sunt constanți în timp. Debitul lichidelor de masă specifică care trece prin diferite secțiuni de lungime este constant. În acest regim vitezele locale rămân invariabile în timp ca direcție și mărime. Liniile de curent rămân invariabile în timp și coincid cu liniile de curent ale particulelor, iar firele de curent ocupă o poziție stabilă în timp și în spațiu. [14]

În **regimul nepermanent** de mișcare, parametrii locali variază în timp, iar liniile de curent se deosebesc de liniile de curent ale particulelor, deoarece într-un moment o particulă se găsește pe o linie de curent iar în momentul următor aceasta se situează pe altă linie de curent, care variază cu timpul. În acest regim de mișcare s-au stabilit ecuațiile generale de mișcare ale lui Euler. Mișcarea nepermanentă la

care parametrii locali sunt funcții periodice de timp este denumită mișcare periodică, iar mișcarea nepermanentă prin care se realizează trecerea între cele două stări de mișcare permanentă sau periodică este denumită mișcare tranzitorie. [14]

Mișcarea nepermanentă este **lent variabilă** dacă variabilitatea în timp a mișcării este redusă. Mișcarea este **rapid variabilă** dacă variabilitatea în timp a mișcării este pronunțată. Mișcarea **semipermanentă** este cea în care direcția vitezei locale este fixă. [14]

În **regimul uniform de mișcare**, vitezele locale se mențin constante în lungul aceleași linii de curent rectilinie și paralele. [14]

În **regimul neuniform de mișcare**, vitezele locale variază în lungul unei linii de curent sau liniile de curent nu sunt rectilinii și paralele. [14]

**Mișcarea gradual variată** are un grad de neuniformitate spațială redus, care poate fi astfel asimilată local cu o mișcare cu linii de curent rectilinii și paralele. [14]

**Mișcarea rapid variată** are un grad de neuniformitate spațială ridicat. [14]

**Regimul permanent și uniform de mișcare** are loc în conducte sub presiune [14]

### 2.1.2 Relația lui Bernoulli

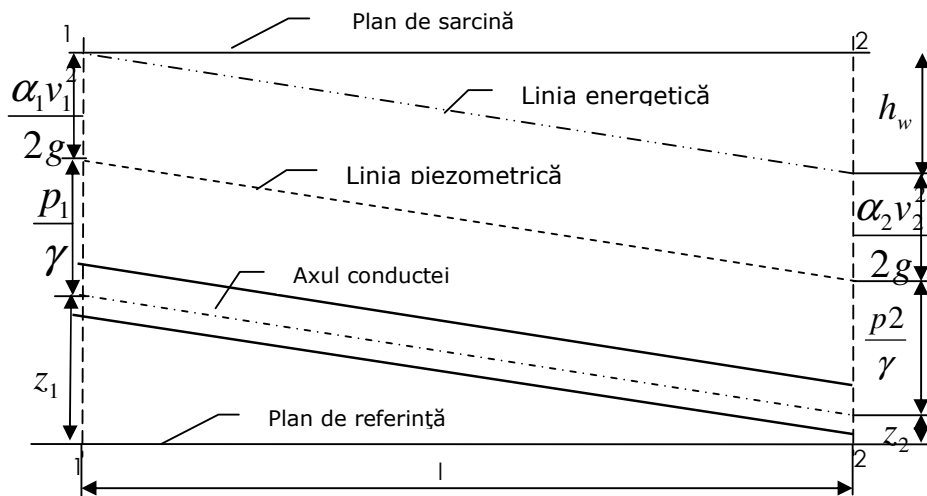


Figura 2.2 Schema hidraulică de curgere a lichidelor [14]

Relația Bernoulli se aplică pentru curgerea apei în conducte: [14]

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_w = const, \quad [2.2]$$

În care:

- $z_1, z_2$  sunt cotele centrelor secțiunilor 1 și 2 deasupra unui plan de referință;
- $p_1, p_2$  sunt presiunile în centrele secțiunilor 1 și 2;
- $\alpha_1, \alpha_2$  sunt coeficienți care țin seama de distribuția neuniformă a vitezelor în secțiune și care se iau pentru:
  - mișcarea laminară în conducte cilindrice  $\alpha = 2$ ;
  - mișcarea turbulentă în conducte circulare netede  $\alpha = 1,03 \dots 1,05$ ;
  - mișcarea turbulentă în conducte circulare rugoase  $\alpha = 1,05 \dots 1,1$ ;
- $h_w$  – pierderi de sarcină.

Deoarece fiecare termen reprezintă o lungime astfel încât înălțimea planului de sarcină este: [14]

$$H_s = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g} \quad [2.3]$$

Pantele hidraulice se calculează cu relațiile : [14]

- panta energetică sau de frecare

$$i_f = \frac{h_w}{l} = \frac{z_1 - z_2}{l} + \frac{p_1 - p_2}{\gamma l} + \frac{\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2}{2g l} \quad [2.4]$$

- panta piezometrică sau a energiei potențiale

$$i_p = \frac{z_1 - z_2}{l} + \frac{p_1 - p_2}{\gamma l} \quad [2.5]$$

### 2.1.3 Pierderi de sarcină

La curgerea lichidelor au loc pierderi de sarcină datorită rezistențelor hidraulice care trebuie învinse. Aceste pierderi de sarcină se împart în distribuite sau locale.

Pierderea de sarcină distribuită  $h_d$  are loc în lungul curenților fără rezistențe locale, iar pierderile de sarcină locală  $h_l$  se produce în zone cu neuniformitate pronunțată. Toate pierderile de sarcină se cumulează. [14]



**2.1.3.1 Calculul pierderilor de sarcină liniară**

La curgerea lichidului prin conductă se nasc frecări atât între particulele de lichid care se deplasează cu viteze diferite, cât și între particulele de lichid și perete. [14]

Pentru regimul turbulent și laminar se folosește relația de calcul de forma: [14]

$$h_d = \lambda \frac{L v^2}{D 2g} \quad [2.6]$$

În care :

- $h_d$  pierdere de sarcină liniară, în m;
- $\lambda$  coeficient de rezistență al pierderilor de sarcină liniare;
- $L$  lungimea de calcul a conductei sub presiune, în m;
- $v$  viteza medie de curgere a apei în conducte sub presiune, în m;
- $g$  accelerația gravitației, în  $m/s^2$ ;

Exprimând panta hidraulică  $J$  în funcție de pierderea de sarcină liniară  $h_d$ :

$$J = \frac{h_d}{L} = \frac{\lambda \frac{L v^2}{D 2g}}{L} = \lambda \frac{v^2}{2Dg} = \lambda \frac{v^2}{2(4R)g} = \frac{v^2}{\frac{8g}{\lambda} R} = \frac{v^2}{C^2 R} \quad [2.7]$$

Se obține formula lui Chézy: [14]

$$V = C \sqrt{RJ} \quad [2.8]$$

În care  $C$  este coeficientul lui Chézy, coeficient de rezistență al pierderii de sarcină distribuită, care poate fi calculat în funcție de  $\lambda$  din relația:

$$C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} \quad [2.9]$$

Legea de variație a coeficientului  $\lambda = f\left(\text{Re}, \frac{\Delta}{R}\right)$  a fost studiată de Nikuradze,

obținând valori în funcție de  $\text{Re}$  și  $\frac{r_0}{k}$ ; se deosebesc cinci tipuri de relații între elementele studiate, corespunzător la cinci zone de mișcare: laminară, de tranziție, turbulentă, prepătratică și pătratică. [14]

În mișcarea laminară ( $\text{Re} \leq 2320$ ) se utilizează relația  $\lambda = \frac{A}{\text{Re}}$ , iar pentru conducte cilindrice

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}_D} \quad [2.10]$$

În mișcarea turbulentă, în conducte netede sub presiune pentru  $4000 > Re_D > 1000$  se recomandă formula Filonenko-Altașul: [14]

$$\lambda = \frac{1}{(1,82 \lg Re_D - 1,64)^2} \quad [2.11]$$

Pentru conducte cu rugozitate neuniformă, în zona pătratică a rezistențelor se pot utiliza diferite formule, și anume:

- formula lui N.N. Pavlovski

$$C = \frac{1}{n} R^y \quad [2.12]$$

$$\text{În care } y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1)$$

Valorile  $y$  pentru diferiți  $n$  și  $R$  se pot lua din tabelul 2.1. Valorile  $C$  pentru diferite valori ale lui  $n$  și  $R$  se pot lua din tabelul 2.2. N.N.Pavlovski a recomandat și relații aproximative, și anume: [14]

$$y \approx 1,5\sqrt{n} \text{ pentru } R < 1,00 \text{ m și } y \approx 1,3\sqrt{n} \text{ pentru } R > 1,00 \text{ m.}$$

Relațiile lui Pavlovski se consideră aplicabile până la  $R \leq 3,00$  m.

Tabelul 2.1 Valorile  $y$  în funcție de  $n$  și  $R$  după N.N. Pavlovski

n	Raza hidraulică R, m				
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,80
0,010	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
0,013	0,152	0,151	0,149	0,147	0,146
0,015	0,171	0,168	0,165	0,163	0,161
0,020	0,214	0,210	0,204	0,200	0,196
0,025	0,251	0,246	0,238	0,232	0,227
0,030	0,286	0,279	0,268	0,261	0,254
0,035	0,318	0,309	0,297	0,288	0,280
0,040	0,346	0,337	0,323	0,312	0,303

Tabelul 2.2 Valorile coeficientului C după formula lui N.N. Pavlovski

R m	Coeficientul de rugozitate n		
	0,011	0,013	0,014
0,20	73,7	60,5	55,2
0,22	74,6	61,3	56,1
0,24	75,6	62,1	56,9
0,26	76,3	62,9	57,6
0,28	77,0	63,5	58,3
0,30	77,7	64,3	59,1
0,32	78,3	65,0	59,7
0,34	79,0	65,7	60,3
0,36	79,6	66,1	60,9
0,38	80,1	66,7	61,4
0,40	80,7	67,1	61,9
0,42	81,3	67,7	62,4
0,44	81,8	68,2	62,9
0,46	83,3	68,6	63,3
0,48	82,7	69,1	63,7

- formula lui Manning pusă sub forma :

$$Q = SC\sqrt{Ri} = SKR^{1/6}R^{1/2}i^{1/2} = KSR^{2/3}i^{1/2} \quad [2.13]$$

Valorile coeficientului  $K=1/n$  recomandate sunt : [14]

- 83 - pentru canale din tuburi de fontă, bazalt, gresie, ceramică;
- 74 - idem, de beton, din zidărie, de piatră cu față cioplită regulat, din zidărie de cărămidă;
- 90 - idem, de azbociment sau policlorură de vinil;
- 59- pentru canale deschise, căptușite cu plăci din beton;
- 50- idem, cu piatră brută;
- 40-idem, brăzduite.

Relații care sunt utilizate frecvent, pentru curgerea turbulentă ( $Re > 2320$ ), sunt următoarele:

- pentru conducte hidraulice netede  $\lambda = f(Re)$ , formula lui Prantl-Karman:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \left( \frac{Re \sqrt{\lambda}}{2,51} \right) \quad [2.14]$$

- pentru zona de trecere între conducte hidraulice netede și rugoase  $\lambda = f(Re, k/D)$  și cu suficientă exactitate pentru întreaga curgere turbulentă, formula lui Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left( \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71D} \right) \quad [2.15]$$

- pentru zona hidraulică rugoase  $\lambda = f(k/D)$  formula lui Prandtl-Nikuradze:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left( 3,71 \frac{D}{k} \right) \quad [2.16]$$

Valorile coeficientului de rezistență  $\lambda$  și domeniile de aplicare a relațiilor [2.14], [2.15], [2.16] se pot lua din figura 2.3, iar valorile  $k$  se pot lua din tabelul 2.3;

- formula lui Ganguillet-Kutter sub forma prescurtată:

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n}}{1 + 23 \frac{n}{\sqrt{R}}} \quad [2.17]$$

- formula Altșul:

$$\lambda \approx 0,10 \left( 1,46\Delta + \frac{100}{Re_D} \right)^{1/4} \quad [2.18]$$

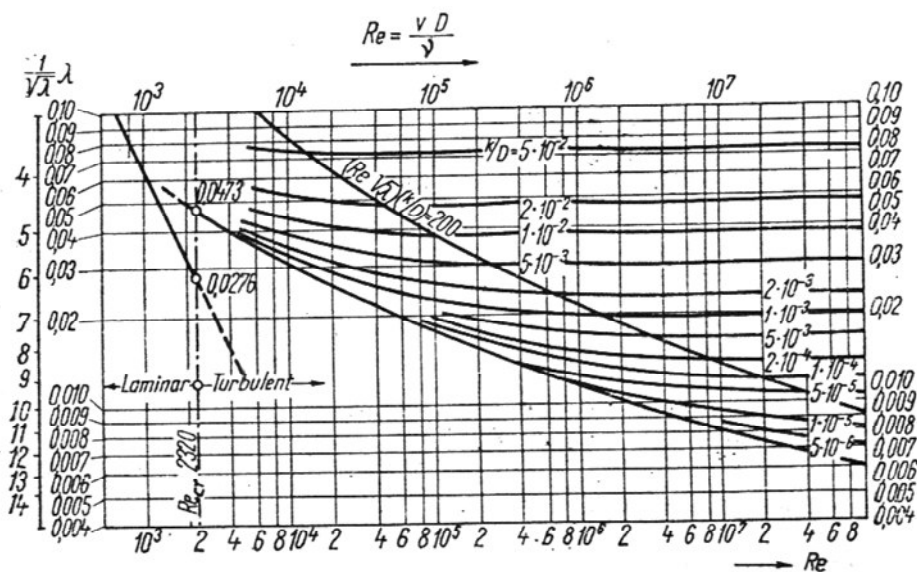


Figura 2.3 Valorile coeficientului  $\lambda$  și domeniile de aplicare a relațiilor Prandtl-Karman-Colebrook-White, [14]

Tabelul 2.3 Valorile  $k$  pentru formula Prandtl-Karman-Colebrook [14]

Elementul caracteristic	K (mm)
Tuburi de oțel, sudate:	
- noi	0,05-0,01
- curățite, după o mai lungă întrebuințare	0,15-0,20
- puțin ruginite, ușor încrustate	0,40
- încrustate puternic	3,00
Tuburi de fontă:	
- bitumate la interior	0,125
- noi	0,25-1,00
- ruginite	1,00-1,50
- încrustate	1,50-3,00
Tuburi de beton:	
- azbociment	0,10
- centrifugate, netede, noi	0,16
- armate, tencuite neted, cu rugozitate normală din exploatare	0,20-0,30
- tencuite neted	0,30-0,80
- tencuite cu ciment	1,50-1,60
- brute	1,00-3,00
- cu rugozitatea cofrajelor	10
Săpături	
- neconsolidate, în nisip și pietriș fin, fără buruieni	23,00
- neconsolidate, în pietriș	65,00
- cu buruieni sau aluviuni târâte	150,00
- cu buruieni multe sau aluviuni târâte	250,00

### 2.1.3.2 Calculul pierderilor de sarcină locale

Pierderile de sarcină locale se calculează cu relația lui Waysbach: [14]

$$h_e = \xi \frac{v^2}{2g} \quad [2.19]$$

În care  $\xi$  este un coeficient de rezistență locală,  $v$ -viteza medie a curentului în aval de obstacol, dacă nu se indică altfel.

Coeficientul  $\xi$  depinde de forma obstacolului ce produce pierderea de sarcină locală și de numărul Reynolds al curentului. Valorile  $\xi_i$  se stabilesc experimental.

La intrarea într-o conductă pierderile de sarcină vor fi :

$$h_p = \xi_1 \frac{v^2}{2g} + \alpha \frac{v^2}{2g} = (\xi_1 + \alpha) \frac{v^2}{2g} = \lambda \frac{v^2}{2g} \quad [2.20]$$

Unde  $\alpha$  este coeficientul de corecție a vitezei și se ia  $\alpha = 1,00 \dots 1,10$ .

### 2.1.4 Clasificarea sistemelor hidraulice

Sistemul hidraulic asigură curgerea unui fluid printr-un ansamblu de conducte, canale și dispozitive. Acesta se clasifică după natura curenților și după pierderile de sarcină predominante. [14]

Clasificare după natura curenților :

- sub presiune ;
- cu nivel liber ;
- mixt, în care curenții sub presiune și cu nivel liber.

Clasificare după pierderile de sarcină predominante [14]:

- locale, se iau în considerare atât pierderile de sarcină locală și se neglijează cele distribuite ;
- scurte, se iau în considerare atât pierderile de sarcină locală , cât și pierderile de sarcină distribuite ;

- lungi, se iau în considerare numai pierderile de sarcină distribuite, și se neglijează pierderile de sarcină locală și sarcină cinetică din secțiunea de ieșire. .[14]

Exemple :

- locale, orificii, ajutaje ;
- scurte, rețelele interioare de alimentare cu apă dintr-o clădire ;
- lungi, rețele de alimentare cu apă.

## 2.2 Curgerea apei în conducte sub presiune

Conductele sub presiune sunt construcții tubulare care transportă fluide gravitațional sau prin pompare la o presiune mai mare sau mai mică decât presiunea atmosferică, fiind complet umplute. Secțiunea transversală a acestora este în general circulară. [14]

Conductele sub presiune pot fi scurte sau lungi, în funcție de lungimea care poate fi mai mare sau mai mică decât 500 D. [14]

Conductele sub presiune pot fi simple sau compuse. Conductele simple au un singur fir cu mai multe tronsoane de diametre diferite, iar cele complexe au ramificații, legături inelare sau și ramificații și inele.

Conductele sub presiune pot fi cu serviciu în drum sau fără serviciu în drum, în funcție de variația debitului pe parcurs. [14]

### 2.2.1 Conducte scurte sub presiune în regim permanent de mișcare

Elementele care intervin în calculul conductelor scurte sub presiune în regim permanent de mișcare sunt : debitul  $Q$ , viteza  $V$ , diametrul  $D$ , sarcina  $h$  și lungimea  $L$ , iar pentru determinarea lor se pot scrie numai două relații [14]:

$$Q = AV = \frac{\pi D^2}{4} V \quad [2.21]$$

$$V = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \zeta + \lambda \frac{L}{D}}} \sqrt{2gh} \quad [2.22]$$

Deci trei dintre ele trebuie să se cunoască inițial.

Alte forme ale celor două relații sunt [14]:

$$h = \frac{8}{\pi^2 g} \left[ (1 + \sum \zeta) D + \lambda L \right] \frac{Q^2}{D^5} \quad [2.23]$$

Sau formula de dimensionare :

$$D^5 = \frac{8}{\pi^2 g} \left[ (1 + \sum \zeta) D + \lambda L \right] \frac{Q^2}{h} \quad [2.24]$$

Rezistența locală poate fi înlocuită printr-o rezistență liniară echivalentă cu lungimea

$$L_e = \zeta \frac{D}{\lambda} \quad [2.25]$$

La aceste conducte se pot rezolva probleme de dimensionare și probleme de funcționare. [14]

**În cazul problemei de dimensionare** se dau mărimile Q, h, L și se cer mărimile D și V. Se scrie relația [2.24] :

$$D^5 = \frac{8}{\pi^2 g} \left[ (1 + \sum \zeta) D + \lambda L \right] \frac{Q^2}{h}$$

Se aplică metoda iterației, impunându-se inițial o valoare  $\lambda_i = 0,025$ , care se introduc în această relație.

Prin încercări sau dintr-o curbă  $Q=f(D)$ , care se construiește pentru diferite diametre apropiate de cel căutat, se determină diametrul corespunzător debitului Q.

Se determină apoi viteza din relația [2.22] :

$$V = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \zeta + \lambda \frac{L}{D}}} \sqrt{2gh}$$

În continuare se calculează în continuare numărul Reynolds, Re și coeficientul  $\lambda$  și dacă între  $\lambda_i$  și  $\lambda$  nu există diferență mai mare de 2%, valorile lui D și V sunt bine calculate. În caz contrar, calculul se continuă cu alte valori  $\lambda_i$  până când diferența față de  $\lambda$  este mai mică de 2%.

Diametrul rezultat din calcul va fi comparat cu diametrele normalizate și se vor alege două tronsoane de conductă de diametru imediat superior și imediat inferior pentru ca conducta să funcționeze în condițiile de debit și sarcină cerute. [14]

Viteza trebuie să se încadreze în anumite limite admisibile, în funcție de depunerile pe pereții conductelor a suspensiilor transportate de apă și materialul conductelor. La viteze prea mici se produc depuneri pe pereții conductelor, iar la viteze prea mari pot să apară fenomene de cavitație, lovituri de berbec și eroziuni dăunătoare pereților și îmbinărilor conductelor. Viteza minimă a apei în conducte se consideră de 0,3 m/s, când se transportă apă curată, iar viteza maximă se consideră de 5,0 m/s în cazul conductelor de beton simplu, beton armat, azbociment, policlorură de vinil, poliesteri armați cu fibră de sticlă și de 8,0 m/s în cazul conductelor metalice sau din beton armat centrifugat sau precomprimat. [14]

Regimul de curgere în conductele scurte sub presiune este, în general, regim turbulent pătratic. [14]

**În cazul problemei de funcționare** se dau mărimile  $D$ ,  $h$ ,  $L$  și se cer mărimile  $Q$  și  $V$ . Se introduce  $\lambda_i=0,025$  în relația [2.22] :

$$V = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \zeta + \lambda \frac{L}{D}}} \sqrt{2gh}$$

Se calculează apoi numărul Reynolds,  $Re$  și coeficientul  $\lambda$  și dacă  $\lambda_i$  nu ă diferă cu mai mult de 2% de  $\lambda$ , viteza  $V$  este bine determinată. În caz contrar, calculul se continuă cu noi valori  $\lambda_i$ , până când diferența față de  $\lambda$  este mai mică de 2%. [14]

Debitul se determină din relația [2.21] :

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V$$

În cazul proiectării mai poate interveni și situația când se dau mărimile  $Q$ ,  $D$ ,  $J$  și se cer mărimile  $h$  și  $V$ . [14]

Se calculează viteza din relația [2.21] :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$



Se determină apoi numărul Reynolds,  $Re$  și coeficientul  $\lambda$ , iar în continuare sarcina  $h$  din relația [2.23] :

$$h = \frac{8}{\pi^2 g} \left[ (1 + \sum \zeta) D + \lambda L \right] \frac{Q^2}{D^5}$$

Pentru verificarea rezultatelor obținute prin calcul, se trasează linia de energie și linia piezometrică (fig.2.4), în ipoteza că între cele două coturi nu există un tronson liniar de conductă.

În general, conductele de aspirație și conductele rețelei interioare de alimentare cu apă sunt conducte scurte sub presiune.

La calculul rețelei interioare de alimentare cu apă se poate introduce în calcule, în mod aproximativ,  $h_r = 1,05 \dots 1,15 h_d$ . [14]

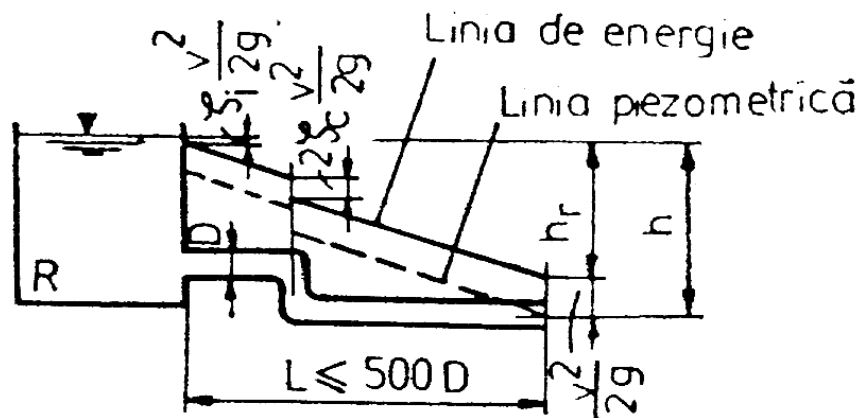


Figura 2.4 Linia de energie și linia piezometrică la o conductă scurtă [14],

### 2.2.2 Conducte lungi simple sub presiune în regim permanent de mișcare

La conductele lungi sub presiune se neglijează și pierderile de sarcină locală și sarcină cinetică, ( $1 + \sum \zeta = 0$ ), linia de energie confundându-se cu linia piezometrică, iar sarcina fiind egală cu pierderile de sarcină liniară. Cu această particularizare formulele conductelor lungi devin [14]:

$$V = \sqrt{\frac{2g}{\lambda}} \sqrt{JD} = \frac{1}{\sqrt{\lambda \frac{L}{D}}} \quad [2.26]$$

$$h = \lambda \frac{L V^2}{D 2g} = \frac{8}{\pi^2 g} \lambda L \frac{Q^2}{D^5} \quad [2.27]$$

$$D^5 = \frac{8}{\pi^2 g} \lambda L \frac{Q^2}{h} \quad [2.28]$$

În general, regimul de mișcare în conducte lungi sub presiune este turbulent pătratic, caz în care pentru determinarea elementelor ce intervin în calculul acestor conducte se pot scrie, din punct de vedere hidraulic, relația de continuitate [2.21] :

$$Q = AV = \frac{\pi D^2}{4} V$$

Si relația lui Chezy :

$$V = C \sqrt{RJ}$$

Sau

$$h = h_d = \lambda \frac{L V^2}{D 2g} = \frac{V^2}{C^2 R} L \quad [2.29]$$

Coeficientul C se poate calcula cu formula lui Manning sau Pavlovski. Dacă nu intervin considerente speciale sau dacă nu se pune problema factorului economic, înseamnă că numărul elementelor necunoscute poate fi de maxim două. [14]

În tehnică se întâlnesc patru cazuri :

Cazul I, când se dau mărimile Q, L și se cer mărimile D și h, întâlnit în alimentări cu apă, când se pune problema determinării diametrului unei conducte de lungime L care trebuie să transporte un debit Q și să asigure o presiune  $p_A$  în punctul A (fig. 2.5). Fiind cunoscute numai două elemente, trebuie să se recurgă la factorul economic și să se scrie o relație în plus sau să se introducă un element cunoscut. Se presupune ca element cunoscut în plus viteza corespunzătoare minimului de cot, adică viteza economică sau optimă, care în alimentări cu apă are valoarea  $V=0,6...1,4$  m/s. [14]

Determinarea diametrului se face din relația [2.21] :

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V$$

Rezultând

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Se alege un diametru normalizat  $D_n$  și se calculează viteza corespunzătoare :

$$V = \frac{4Q}{\pi D_n^2}$$

Pierderea de sarcină se determină apoi din relația [2.29] :

$$h_d = \frac{V^2}{C^2 R} L$$

În funcție de presiunea  $p_A$  și de pierderea de sarcină  $h$  se determină apoi cota piezometrică la rezervor. [14]

Cazul II, când se dau mărimile  $Q$ ,  $L$ ,  $h$  și se cer mărimile  $D$  și  $V$ . Diametrul se determină din relația :

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} C \sqrt{RJ} = \frac{\pi D^2}{4} \frac{1}{n} \left( \frac{D}{4} \right)^{1/6} \sqrt{\frac{D h}{4 L}} = 0,312 K D^{8/3} J^{1/2} = Q_* \sqrt{J} \quad [2.30]$$

Iar viteza din relație :

$$V = C \sqrt{RJ} = \frac{1}{n} \left( \frac{D}{4} \right)^{1/6} \sqrt{\frac{D h}{4 L}} = 0,398 K D^{2/3} J^{1/2}$$

[2.31]

$Q_*$  fiind modulul de debit. Dacă se adoptă diametre normalizate, problema se rezolvă ca la conducte scurte.

Cazul III, când se dau mărimile  $D$ ,  $L$ ,  $h$  și se cer mărimile  $Q$  și  $V$ .

Debitul se determină din relația [2.21]

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V$$

Iar viteza din relația :

$$V = C\sqrt{RJ}$$

Cazul IV, când se dau mărimile  $Q$ ,  $D$ ,  $L$  și se cer mărimile  $h$  și  $V$ .

Viteza se determină din relația [2.21] :

$$V = \frac{4Q}{\pi D_n^2}$$

Iar pierderile de sarcină din relația [2.29] pusă sub forma:

$$h_d = \frac{V^2}{C^2 R} L = \frac{n^2 V^2}{\left(\frac{D}{4}\right)^{4/3}} L = \frac{V^2}{K^2 \left(\frac{D}{4}\right)^{4/3}} L \quad [2.32]$$

În general, conductele de aducțiune și de distribuție în alimentări cu apă sunt conducte lungi.

Pentru dimensionarea rapidă a conductelor lungi s-au întocmit tabele și diagrame care dau legătura între  $Q$ ,  $D$ ,  $V$  și  $J$ . [14]

### 2.2.3 Conducte de aspirație și de refulare

Conductele de aspirație și de refulare sunt conducte prin care se ridică apa de la o cotă energetică mai mică la o cotă energetică mai mare, cu ajutorul pompelor. [14]

Înălțimea totală de pompare,  $H$ , în m, se determină din relația :

$$H = H_g + h_{ra} + h_{rr} = H_{ga} + H_{gr} + h_{ra} + h_{rr}, \quad [2.33]$$

În care :  $H_g$  – este înălțimea geodezică totală, în m,  $H_{ga}$  – înălțimea geodezică de aspirație, în m ;  $H_{gr}$  – înălțimea geodezică de refulare, în m ;  $h_{ra}$  – pierderile de sarcină pe conducta de aspirație, în m ;  $h_{rr}$  – pierderile de sarcină pe conducta de refulare, în m . [14]

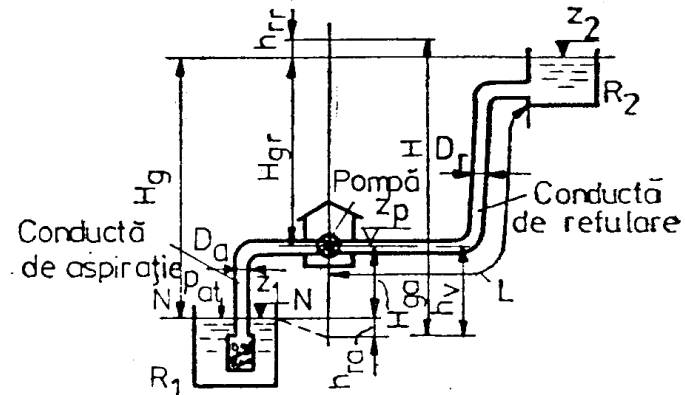


Figura 2.5 Schema de calcul la conducta de aspirație și de refulare[14]

Dacă apa se pompează într-un vas sub presiune se adună și sarcina corespunzătoare presiunii, iar dacă apa este aspirată dintr-un vas așezat mai sus decât axul pompei sau dintr-un vas sub presiune, se scade sarcina corespunzătoare din sarcina manometrică totală. [14]

Conducta de aspirație transportă apa de la rezervorul R1 până în corpul pompei. În general, conducta de aspirație este o conductă scurtă în sifon. [14]

După dimensionarea conductei de aspirație în funcție de debitul pompat  $Q$  și de viteza medie  $V=1...1,5$  m/s, se pune problema determinării înălțimii la care trebuie amplasat axul pompei față de nivelul apei din rezervor, pentru a nu avea loc fenomene de cavitație. [14]

Se scrie relația lui Bernoulli pentru secțiunea de pe suprafața liberă a apei în rezervorul  $R_1$  și pentru secțiunea finală a conductei de aspirație, în raport cu planul N-N, ce corespunde suprafeței libere a lichidului din rezervorul R1 [14]:

$$\frac{p_{at}}{\gamma} + \alpha_0 \frac{v_0^2}{2g} = H_{ga} + \frac{p_b}{\gamma} + \alpha \frac{v^2}{2g} + h_{ra}$$

Dacă se consideră

$v_0=0$  și

$\alpha_0 = \alpha = 1$

rezultă :

$$H_{ga} = \frac{p_{at} - p_b}{\gamma} - \frac{v^2}{2g} - h_{ra} = h_{vac} - \frac{v^2}{2g} - h_{ra} \quad [2.34]$$

Dacă se cunoaște din caracteristicile pompelor furnizate de fabricant valoarea 14]

$$H_{ga \max} = h_{vac \max} - \frac{v^2}{2g} - h_{ra} \quad [2.35]$$

În mod practic, valoarea  $H_{ga}$  introdusă în calcule se consideră mai mică decât  $H_{ga \max}$  pentru asigurarea unor condiții normale de funcționare. [14]

Conducta de refulare transportă apa din corpul pompei în rezervorul  $R_2$ . În general, conducta de refulare este o conductă lungă sub presiune și funcționează sub presiune mai mare decât presiunea atmosferică. [14]

De la început se poate constata că la o conductă de diametru mic sunt necesare pompe puternice și energie de pompare costisitoare, iar la o conductă de diametru mare sunt necesare pompe de capacitate mică și energie de pompare mai puțin costisitoare. Presupunem, în acest caz că pentru dimensionarea conductei de refulare, din punct de vedere hidraulic, se ia în considerare criteriul de optimizare al cheltuielilor anuale minime importante, care se datoresc amortizării investițiilor și energiei consumate pentru pompare, costurile de investiție fiind aproximativ egale în mai multe variante. [14]

Pe cale grafică, se construiesc prin puncte curbele costului amortizării  $C_{am}$  și costul energiei de pompare  $C_e$ , într-un sistem de axe rectangulare ca în figura 2.6. Se deduce din figură că abscisa corespunzătoare ordonatei minime a curbei rezultante este tocmai diametrul economic sau optim căutat. [14]

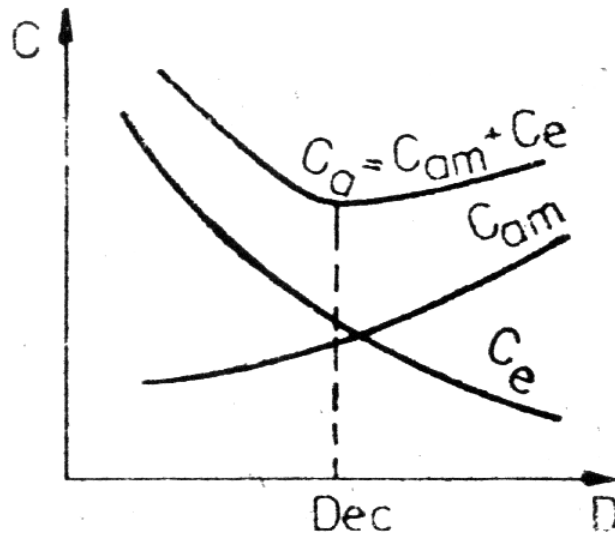


Figura 2.6 Graficul pentru determinarea diametrului economic la conductele de refulare[14]

În mod practic, se poate determina diametrul până la 200 mm al conductei de refulare din relația :

$$D = \alpha \sqrt{Q} \quad [2.36]$$

În care : D este diametrul conductei, în m ; Q debitul de calcul, în m<sup>3</sup>/s ;

$\alpha$  - un coeficient care variază între 1,1, la debitul de 35 l/s și 1,4, la debitul de 20 l/s. [14]

#### 2.2.4 Conducte sub presiune în regim nepermanent de mișcare

Regimul nepermanent de mișcare ia naștere în conductele sub presiune la schimbarea regimului de funcționare prin închiderea sau deschiderea vanelor, pornirea sau oprirea pompelor, eliminarea aerului, deformarea sau spargerea conductelor. [14]

În cazul închiderii bruște, parțiale sau totale, a vanelor, se produce o suprapresiune urmată de o depresiune și în continuare au loc oscilații asemănătoare de presiune, care se amortizează cu timpul din cauza efectului frecării. La

deschiderea vanelor sau la întreruperea unei conducte de refulare prin închiderea bruscă a pompei sau prin întreruperea alimentării cu energie electrică ia naștere, mai întâi, o depresiune și apoi au loc în continuare suprapresiuni și depresiuni. Dacă în sistem sunt organe mobile, au loc și zgomote. [14]

Fenomenul acesta de mișcare rapid variabilă sau ondulatorie, în instalații sub presiune, caracterizat prin oscilații de presiune cu amplitudini și frecvențe mari, care impun luarea în considerare compresibilitatea lichidului, se numește lovitură de berbec. [14]

Se consideră o conductă sub presiune, de lungime  $L$  și de diametru  $D$ , care transportă apă cu viteza medie  $V_0$ , în regim permanent fig.2.7. Presiunea la vană  $V$  în acest regim este  $p_0$ . La închiderea bruscă a vanei, regimul de mișcare în conducte devine nepermanent. [14]

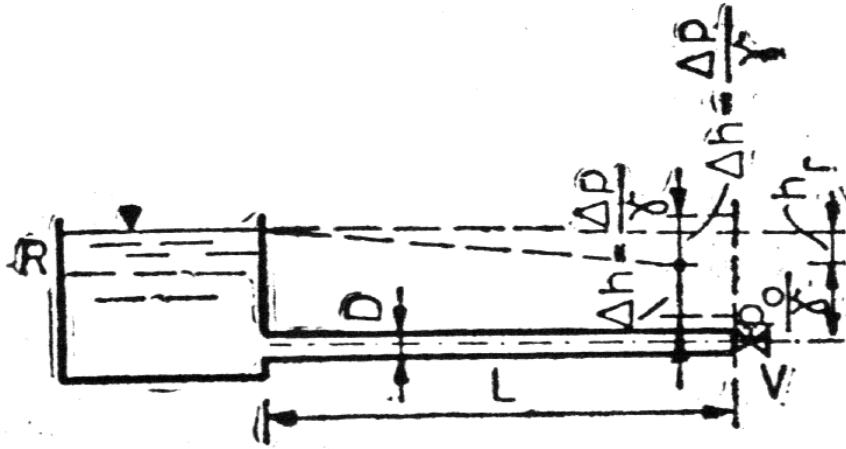


Figura 2.7 Schemă de calcul a conductelor în regim nepermanent de mișcare[14]

Dacă apa și materialul conductei ar fi rigide, s-ar opri instantaneu apa din întreaga conductă și ar lua naștere o presiune infinită pe toată lungimea conductei, la închiderea bruscă a vanei. Datorită compresibilității apei, într-un interval de timp dat după închiderea bruscă a vanei, masa elementară de lichid de lângă vană se va opri, viteza ei trecând de la  $V_0$  la zero. Această masă va fi comprimată de lichidul din amonte, care se mișcă cu viteza  $V_0$  spre vană. Ca urmare, presiunea lichidului pe fața de lângă vană va crește cu valoarea  $\Delta p$ , acestei presiuni corespunzându-i înălțimea  $\Delta h$ . [14]

În calcule trebuie să se ia în considerare presiunile  $p_0 \pm \Delta p$ , presiunea minimă putând provoca voalarea pereților conductei sau apariția cavității, iar presiunea maximă putând duce la ruperea conductei.



Presiunea  $\Delta p$  se poate calcula luând în considerare transformarea energiei cinetice a apei într-o energie de compresiune a apei și o energie de dilatare a pereților conductei, la oprirea bruscă a coloanei de apă. [14]

Considerând că atât forța de presiune, care tinde să scurteze coloana de apă, cât și forța de tensiune, care tinde să lungească perimetrul conductei, încep de la zero și cresc în mod uniform până la valoarea maximă, se poate scrie [14]:

$$\gamma \frac{\pi D^2}{4} L \frac{V_0^2}{2g} = \frac{1}{2} F_c \Delta L + \frac{1}{2} F_t \Delta P = \frac{1}{2} \Delta P \frac{\pi D^2}{4} L \frac{\Delta P}{E_a} + \frac{1}{2} \frac{\Delta P D L}{2} \pi D \frac{\Delta P D L}{2 \delta E_c} \quad [2.37]$$

In care  $F_c$ - este forța care comprimă apa ;

$\Delta L$ - scurtarea totală a coloanei de apă din conductă ;

$F_t$  – forța care dilată pereții conductei (fig.2.8)

$E_a$ - modulul de elasticitate a apei ;

$E_c$ - modulul de elasticitate al conductei, care se ia de  $20,59 \cdot 10^{10}$  N/m<sup>2</sup> pentru oțel, de  $9,81 \cdot 10^{10}$  N/m<sup>2</sup> pentru fontă și de  $2,059 \cdot 10^{10}$  N/m<sup>2</sup> pentru beton;

$\Delta$  – grosimea peretelui conductei.

Efectuând calculele se obține :

$$\gamma \frac{V_0^2}{g} = \frac{\Delta p^2}{E_a} + \frac{\Delta p^2 D}{\delta E_c} \quad [2.38]$$

De unde rezultă formula lui Jukovski (dată în anul 1898) :

$$\Delta p = \frac{\rho V_0}{\sqrt{\rho \left( \frac{1}{E_a} + \frac{D}{\delta E_c} \right)}} = \rho \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{D}{\rho} \frac{E_a}{E_c}}} V_0 = \rho a V_0 \quad [2.39]$$

In care 1425 este viteza de propagare a sunetului, în m/s.

În cazul conductei rigide  $E_c = \infty$ , deci

$$\frac{D}{\delta E_c} = 0.$$

Se poate determina în continuare :

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{\rho a V_0}{\gamma} = \frac{a V_0}{g} \quad [2.40]$$

În cazul închiderii bruște, incomplete a vanei, lichidul rămânând încă în mișcare cu viteza  $V_1$ , se poate determina presiunea  $\Delta p$  din relația

$$\Delta p = \rho a (V_0 - V_1) \quad [2.41]$$

Dacă vana se închide încontinuu, după o lege oarecare, într-un timp  $t_i > t_r$ , această închidere se poate înlocui printr-o succesiune de variații bruște efectuate în timp  $\Delta t$  foarte mici, iar vana poate fi considerată ca o sursă care generează mereu unde de suprapresiune. Presiunea maximă sau minimă rezultă, în acest caz, din însumarea efectului mai multor unde și  $\Delta p$  se poate calcula din relația [14]:

$$\Delta p = \rho a V_0 \frac{t_r}{t_i} \quad [2.42]$$

Lovitura de berbec duce la slăbirea îmbinărilor sau chiar la distrugerea pereților conductelor și armăturilor, conductele de plumb care nu au suficientă elasticitate se umflă și apoi pot să crape, iar la conductele din cauciuc elastic, umflătura se poate simți cu mâna sau se poate vedea cu ochiul liber. [14]

Ținând seama de loviturile de berbec, conductele se execută de lungimi cât mai mici, se verifică la presiuni mărite cu 50...100% față de presiunea de regim și se prevăd pentru limitarea suprapresiunilor în lung, cu ventile de siguranță cu arc, cu conductă de ocolire a clapetei de reținere ; cu clapetă găurită sau cu rezervor cu pernă de aer, iar pentru delimitarea depresiunilor, cu ventile de vacuum sau cu rezervor de apă, pentru introducerea unei cantități de apă la presiune mai mică decât cea admisibilă. [14]

Prin introducerea unui volant pe arborele motor se prelungește durata la oprirea completă a rotorului pompei și undele reflectate se suprapun peste cele directe, limitându-se depresiunile, iar prin introducerea controlată a aerului în stare liberă în conducte se atenuază fenomenul de lovitură de berbec, datorită măririi elasticității mediului bifazic. De asemenea, se prevăd la conducte vane speciale cu axe filetate cu pas cât mai mic, pentru a se închide sau a se deschide lent la manevrări. [14]

### 2.3 Elemente de hidraulică ale mișcării lichidelor în canale

Canalele sunt albie artificiale închise sau deschise. Canalele închise sunt parțial umplute și se mai numesc și conducte sau galerii cu nivel liber și pot avea secțiune circulară, ovoidă, clopot sau alte forme. Canalele deschise se mai numesc

și rigole, jgheaburi sau șanțuri, când au secțiuni mici și pot avea secțiune trapezoidală, dreptunghiulară, triunghiulară, poligonală, parabolică, semieliptică, altele. [14]

Regimul de curgere permanent și uniform de mișcare are loc în albiei prismatice rectilinii cu adâncimea  $h$  constantă, prin care trec debite constante și în care se menține aceeași rugozitate. În acest caz, panta piezometrică,  $J$  este paralelă cu panta hidraulică  $J$  și cu panta radierului  $i$ . Formulele de bază pentru rezolvarea problemelor de dimensionare și de funcționare în acest regim sunt cele de tip Chezy[14]:

$$v = C\sqrt{R \cdot J} = C\sqrt{R \cdot i}$$

$$Q = Av = AC\sqrt{R \cdot i} = Q_*\sqrt{i}$$

Mișcările nepermanente cu suprafață liberă apar la schimbarea de debite și de niveluri și au caracter ondulatoriu, ca și mișcările nepermanente sub presiune. [14]

### 2.3.1 Canale deschise - mișcarea uniformă

Determinarea vitezei  $v$  are în vedere că aceasta este constantă, astfel încât pentru un debit constant și o pantă constantă a fundului se va avea, din relația lui Bernoulli[3]:

$$h_w = \left( z_1 + \frac{p_1}{\gamma} \right) - \left( z_2 + \frac{p_2}{\gamma} \right) \quad [2.43]$$

Iar pentru că  $p_1=p_2=p_0$  atunci  $h_w = z_1 - z_2$ .

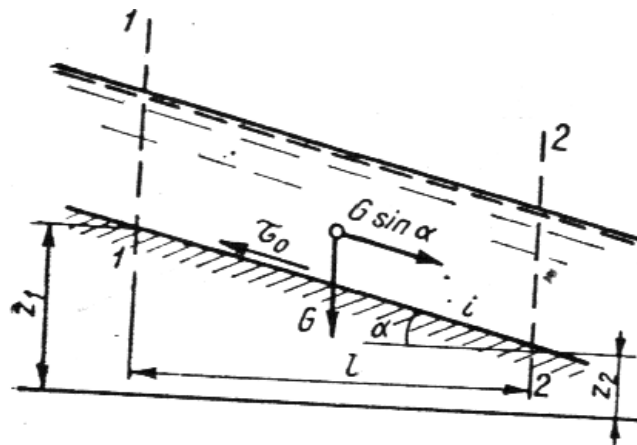


Figura 2.8 Elementele de calcul în mișcarea uniformă la canale[3]

Forța de frecare este  $\tau_0 = G \sin \alpha = Sl\gamma \sin \alpha$ , sau, deoarece  $\sin \alpha \approx i$ :  
 $\tau_0 = Sl\gamma i$ .

Conform Chézy,  $\tau_0$  este proporțional cu factorul  $1/C^2$ , cu perimetrul udat, cu greutatea specifică  $\gamma$  și cu pătratul vitezei  $v$ , adică:

$$\tau_0 = Sl\gamma i = \frac{1}{C^2} P v^2 \gamma \quad [2.44]$$

Pentru  $l=1$  rezultă relația lui Chézy:

$$v = C \cdot \sqrt{\frac{S}{P}} \cdot i \text{ sau } v = C \sqrt{R \cdot i} \quad [2.45]$$

și atunci:

$$Q = Sv = SC \sqrt{R \cdot i} \quad [2.46]$$

sau pentru o anumită secțiune:

$$Q = K \sqrt{i} \quad [2.47]$$

Unde:  $K = SC \sqrt{R}$  este numit și modul de debit.

Pentru calculul coeficientului  $C$ , în  $m^{1/2 \cdot s^{-1}}$  s-au elaborat mai multe relații dintre care mai jos citez formula lui R. Manning (1890):

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad [2.48]$$

### 2.3.2 Canale deschise - mișcarea neuniformă

În practica inginerescă se întâlnesc canale care au profile transversale ce variază în lungul lor. Astfel suprafața secțiunii de scurgere variază cu adâncimea curentului și distanța  $s$  de la secțiunea de origine, adică  $S=f(h,s)$ . [3]

Canalele se pot grupa în trei categorii :

$i > 0$  - cu pantă pozitivă ;

$i = 0$  - cu pantă nulă ;

$i < 0$  - cu pantă negativă.

Pentru albiile orizontale ( $i=0$ ) sau cele cu pantă negativă ( $i<0$ ) mișcarea uniformă nu este posibilă și deci relația lui Chézy își pierde sensul fizic, nu mai are sens nici noțiunea de adâncime normală. [3]

Energia specifică în secțiune se definește prin energia determinantă în raport cu un plan orizontal de referință ce trece prin cel mai coborât punct al secțiunii transversale (planul  $0_1-0$  din figura 2.9,a). În acest caz, în relația Bernoulli, pentru un punct M, termenii  $z + \frac{P}{\gamma}$  devin  $z$ , iar energia specifică este:

$$\varepsilon = h + \frac{\alpha v^2}{2g} \tag{2.49}$$

și variabilă de la o secțiune la alta cu excepția mișcării uniforme în albiile prismatice. [14]

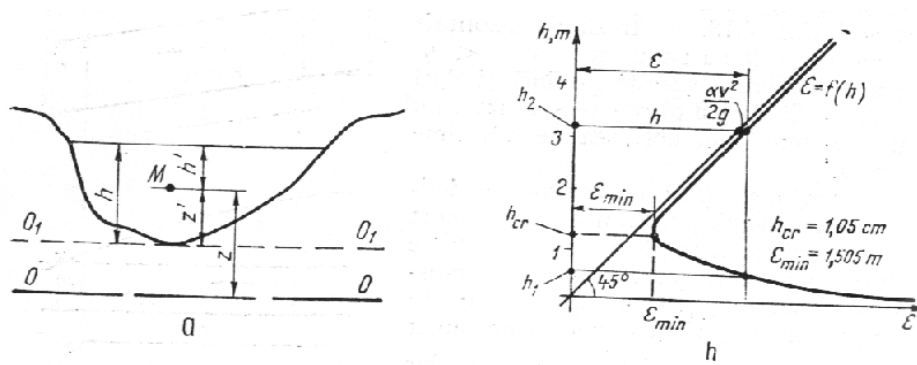


Figura 2.9 Energia specifică în secțiunea unei alpii:  
a-secțiune; b-reprezentarea grafică a funcției  $\varepsilon = f(h)$ [3]

Adâncimea critică în secțiunea  $h_{cr}$  este adâncimea  $h$  pentru care energia specifică este minimă; ea corespunde debitului maxim. În mișcarea uniformă pentru  $h < h_{cr}$  și  $i > i_{cr}$  mișcarea se numește rapidă sau torențială, iar pentru  $h > h_{cr}$  și  $i < i_{cr}$  mișcarea este lentă sau fluvială.

Valoarea  $h_{cr}$  se obține prin anularea derivatei în raport cu  $h$  a energiei  $\varepsilon$  din relația [2.15], adică:

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial h} = \frac{\partial \left( h + \alpha \frac{Q^2}{S^2} \cdot \frac{1}{2g} \right)}{\partial h} = 1 - \alpha \frac{Q^2}{g} \cdot \frac{B}{S^3} = 0,$$

De unde:

$$\frac{S_{cr}^2}{B_{cr}} = \frac{\alpha Q^2}{g} \quad [2.50]$$

În care  $S_{cr}$  și  $B_{cr}$  sunt respectiv suprafața și lățimea medie a secțiunii corespunzătoare adâncimii critice  $h_{cr}$ . Din reprezentarea grafică (figura 2.3,b) a relației [2.49] rezultă că pentru aceeași valoare a energiei specifice se poate avea două adâncimi, în regim lent și în regim rapid. [3]

Se observă că funcția  $\mathcal{E}$  este independentă de panta albiei și de rugozitate.

Caracterul mișcării se poate diferenția prin criteriul cinetic al curentului, numărul lui Froude:

$$Fr = \frac{\alpha v^2}{gh} \quad [2.51]$$

în care pentru albi neregulate  $h = \frac{S}{B}$  și care pentru albi dreptunghiulare devine:

$$Fr = \left( \frac{h_{cr}}{h} \right)^3$$

Pentru diferite adâncimi se vor avea regimuri: rapid la  $Fr > 1$ , critic la  $Fr = 1$  și lent la  $Fr < 1$ .

Vâscozitatea este proprietatea fluidelor de a opune rezistență la curgere, ca rezultat al interacțiunii mecanice dintre particulele constituente. În interiorul fluidelor reale se dezvoltă, ca efect al vâscozității, tensiuni tangențiale pe orice. [3]

## 2.4 Calculul hidraulic al rețelelor de apă și canal

### 2.4.1 Calculul hidraulic al rețelelor de apă

Calculul hidraulic al rețelelor de alimentare cu apă se conduce în cazul în care se face dimensionarea unei rețele nou proiectate sau pentru verificarea capacității hidraulice a unei rețele existente.

Dimensionarea unei rețele constă din determinarea diametrelor tronsoanelor astfel încât să se obțină soluția optimă pentru realizarea presiunilor minime necesare în diferite puncte de consum la debitele maxime de calcul.

#### 2.4.1.1. Calculul rețelelor de distribuție ramificate

Calculul rețelelor ramificate se face prin cumularea consumurilor de la extremități spre punctul de alimentare. Dimensionarea este în acest caz determinată dacă presiune la intrarea în rețea este cunoscută, din condiția de a realiza presiunile

de serviciu necesare. Diametrul conductei rezultă din condiția ca fiecare tronson să fie acoperită condiția de presiune de serviciu, astfel se determină debitul și panta piezometrică.

#### 2.4.1.2 Calculul rețelelor inelare

Rețeaua inelară poate fi redusă la schema unei rețele ramificate, dacă se secționează în acele puncte în care tronsoanele de conducte au un debit de tranzit nul.

Alimentarea cu apă a unui consumator la o rețea inelară se realizează din cel puțin două direcții, astfel, repartizarea debitelor nu poate fi cunoscută de la început. Astfel sunt necunoscute atât debitele pe tronsoane cât și diametrele acestora.

Din condițiile hidraulice rezultă ecuațiile:

- ecuațiile conservării debitului în noduri, suma debitelor intrate și a celor ieșite este egală,

$$\sum Q_i = 0 \quad [2.52]$$

- ecuațiile presiunilor pe inele, pentru că presiunea într-un punct are o valoare unică,

$$\sum h_i = 0 \quad [2.52]$$

La un sistem inelar cu a noduri și b inele se pot scrie (a+b-1) ecuații care constituie un sistem nedeterminat deoarece la numărul de tronsoane al rețelei care este (a+b-1) corespunde un număr dublu de necunoscute (pentru fiecare tronson având ca necunoscute atât debitul cât și diametrul).

Metode cunoscute de soluții și modele de calcul sunt.

##### a) Metoda secțiunilor

Este o metodă simplă dar și imprecisă, constă în transformarea rețelei inelare într-o rețea ramificată care urmează a fi verificată astfel încât în punctele unde s-au operat tăierile tronsoanelor, diferența de cotă piezometrică să fie <0,5 m.

Condiția nu este îndeplinită în general după prima încercare de distribuție a debitelor și efectuare a secțiunilor și calculele trebuie repetate.

##### b) Metoda prin aproximații succesive

Principiul acestei metode este rezolvarea sistemului de ecuații de tipul  $SQ^2=0$  prin iterații și presupun în primă aproximație o predimensionare a rețelei, obținându-se prin calcul debitele de corecție  $\Delta Q$  pe fiecare inel care determină neînchiderea  $\Delta h$  a pierderilor de sarcină.

În a doua aproximație, debitele Q pe fiecare bară se corectează cu  $\Delta Q$ , refăcându-se apoi calculele debitelor de corecție.

Toleranța admisă în care trebuie să se înscrie operațiile este de maximum 0,5 m pe fiecare inel și de 1,0 -1,5 m pe inelul de contur al rețelei.

Pentru a se obține o convergență mai rapidă a iterațiilor după procedeul Cross s-a adoptat metoda Lobacev în care rețeaua se transformă prin înlocuirea inelelor cu nodurilor unui sistem poligonal, în care se înscriu corecțiile  $\Delta Q$  din prima aproximație de calcul. Calculul urmează apoi procedeul folosit la sistemele de cadre static nedeterminate.

Aceste metode sunt laborioase și volumul calculelor este prohibitiv în cazul rețelelor în funcțiune sau alimentate prin pompare. Aceste metode au fost aplicate totuși o perioadă apreciabilă de timp, până la apariția calculatorului electronic și a calculului automat.

c) Metoda cu ajutorul mașinilor analogice

Această metodă are la bază analogia dintre legile de circulație a apei și legile de trecere a curentului electric prin conductoare cu dispoziție inelară..

Metoda se utilizează tot mai rar datorită calculului automat.

d) Calculul computerizat al rețelelor de distribuție.

Prin perfecționarea tehnicii de calcul și utilizarea unor programe adecvate, rețelele de distribuție se calculează în prezent de regulă cu ajutorul calculatorului electronic.

Se realizează un model hidraulic al rețelei reale care se poate face prin reprezentare schematică sau la scară. Se reprezintă rețeaua prin tronsoane conectate în noduri. Se introduc caracteristicile tronsoanelor, diametru, material, rugozitate. Se introduc cotele piezometrice ale nodurilor. Debitel consumate în noduri se pot introduce pentru diferite ipoteze de calcul.

După realizarea modelului este necesar să se realizeze calibrarea modelului prin introducerea datelor măsurate pe modelul real pentru diferite puncte caracteristice. Programul recalculează diametrele și rugozitățile pentru tronsoanele modelului pentru a coincide cu valorile măsurate.

După calibrare se poate face un nou set de măsurători diferite pentru verificarea modelului.

#### **2.4.2 Calculul hidraulic al rețelelor de canal**

Calculul hidraulic de dimensionare a rețelei de canalizare se face parcurgând etapele:

- trasarea pe planul de situație a schemei de canalizare, indicând punctele de plecare a diferitelor canale și sensul de curgere,
- delimitarea suprafeței bazinelor fiecărui colector,
- executarea profilului în lung a terenului pentru canalele care urmează să fie dimensionat,
- stabilirea adâncimii minime a canalului,
- stabilirea debitelor specifice de calcul , în funcție de suprafață sau de lungime
- trasarea pantei, respectiv a crestei canalului, pe profilul în lung, astfel încât să urmărească panta terenului,
- cu ajutorul debitului și pantei se determină secțiunea, viteza și debitul la plin al canalului,
- din diagrame se determină înălțimea apei și viteza efectivă,



- se verifică condițiile de viteză minimă și maximă nu sunt îndeplinite se va modifica panta și se vor relua calculele de dimensionare, construindu-se eventuale cămine de rupere de pantă,
- se calculează pierderile de sarcină, prin înmulțirea pantei  $I$ , cu lungimea tronsonului  $L$ ,
- se vor nota cotele terenului, precum și cele ale radierului în punctele aval ale fiecărui tronson,
- se fixează căminele pe profilul în lung al canalului, la distanțele menționate anterior, în funcție de dimensiunile canalului,
- se înscriu pe profilul în lung datele rezultate din calcul.

## **Capitolul 3. Sisteme de alimentare cu apă și canalizare**

### **3.1 Sisteme de alimentare cu apă**

#### **3.1.1. Schema generală a alimentărilor cu apă**

Schema generală a alimentărilor cu apă este reprezentarea simplificată a sistemului de alimentare cu apă și cuprinde totalitatea construcțiilor și instalațiilor necesare pentru satisfacerea cerințelor de apă ale tuturor folosințelor din centrele populate și industriale. Sistemul de alimentare cu apă cuprinde construcțiile și instalațiile pentru: captarea, tratarea, transportul, pomparea, înmagazinarea și distribuția apei. [15], [19],[24]

Captarea cuprinde totalitatea construcțiilor și instalațiilor care asigură debitul necesar prin prelevarea apei din una sau mai multe surse. Captarea nu poate lipsi din nici o schemă de alimentare cu apă, chiar dacă diferă de la un tip de sursă la alta. [15], [19],[24]

Stația de tratare a apei cuprinde totalitatea construcțiilor și instalațiilor necesare pentru îmbunătățirea caracteristicilor calitative ale apei prelevate de la sursă și aducerea la calitatea impusă de cerințele consumatorului. Când sursa captată este de bună calitate stația de tratare nu este obligatorie. [15], [19],[24]

Transportul apei de la captare până la construcțiile și instalațiile de înmagazinare, se face prin aducțiune sau apeduct (conductă, canal). Lungimea aducțiunilor poate varia de la foarte scurtă la foarte lungă, dar nu poate lipsi din nici o schemă de alimentare cu apă. [15], [19],[24]

Stațiile de pompare a apei au rolul de a ridica presiunea apei în conducte în următoarele scopuri:

- pentru a transporta la stația de tratare, dacă aceasta este situată la o cotă superioară față de captare;
- pentru a transporta apa de la tratare la rezervorul de înmagazinare, când rezervorul este la o cotă superioară;
- după rezervor pentru a satisface condițiile necesare de presiune în rețeaua de distribuție. [15], [19],[24]

Dacă sursa de apă este situată la o cotă ce domină centrul populat stația de pompare poate să lipsească. [15], [19],[24]

Înmagazinarea apei în rezervoare sau castele de apă se face pentru asigurarea cantității necesare de apă pentru funcționarea uniformă și continuă a distribuției apei la consumatori astfel încât:

- să se realizeze compensarea orară a debitelor de consum cu cele de alimentare,

- funcționarea în cazul unei defecțiuni pe conducta de aducțiune,
- asigurarea rezervei de apă pentru stingerea incendiilor. [15], [19],[24]

Dacă rezervoarele sunt situate la o cotă corespunzătoare față de cota centrului populat pot asigura și presiunea în rețeaua de distribuție. [15], [19],[24]

Rezervoarele nu pot lipsi din nici o schemă de alimentare cu apă. [15], [19],[24]

Distribuția apei către centrul populat sau industrie se face prin rețeaua de distribuție. Aceasta cuprinde toate conductele, instalațiile și construcțiile accesorii care au rolul de a transporta apa de la rezervoare până la cel mai îndepărtat punct de consum, asigurând debitele de apă la presiunea necesară. Rețeaua de distribuție poate să aibă o lungime foarte mare (mii de km) sau foarte redusă (câteva sute de metri), dar nu poate lipsi din nici o schemă de alimentare cu apă. [15], [19],[24]

Schema generală a unui sistem de alimentare cu apă depinde de natura sursei de apă, de relieful terenului, de cerințele de ordin calitativ și de presiune ale folosințelor de apă deservite. În schema generală a unei alimentări cu apă sunt unele părți care sunt strict necesare în orice situație (captarea, aducțiunea, rezervorul și rețeaua de distribuție), iar celelalte (stația de tratare și stațiile de pompare) sunt necesare numai în anumite cazuri. [15], [19],[24]

### 3.1.2. Rețelele de distribuție a apei

Rețeaua de distribuție a apei, într-un centru populat sau industrie, cuprinde totalitatea conductelor, armăturilor, aparatelor de măsură și construcțiilor accesorii care asigură transportul apei de la construcțiile principale de înmagazinare sau ridicare a presiunii și până la brașamentele consumatorilor. [15], [19],[24]

Rețeaua de distribuție trebuie să asigure debitul maxim orar la presiunea de serviciu necesară. Presiunea de serviciu este presiunea minimă care trebuie să fie asigurată în orice punct de brașament al rețelei de distribuție, pentru ca debitul de apă normat să poată ajunge la cel mai înalt și îndepărtat punct de consum al instalației interioare din clădirile civile și industriale, direct sau prin intermediul instalațiilor de pompare cu hidrofor, ținând seama și de pierderea de sarcină de la brașament până la locul de consum. Presiunea de serviciu se exprimă de obicei în metri coloană de apă deasupra nivelului străzii. [15], [19],[24]

Presiunea de serviciu în rețeaua de distribuție se poate realiza prin:

- a) gravitație – din rezervoare de înmagazinare și compensare situate la cota care domină zona de alimentat;
- b) pompare directă în rețea.

Presiunea maximă admisă într-o rețea de alimentare cu apă este de 60 m col. H<sub>2</sub>O, condiționată de limita de rezistență a instalațiilor interioare din clădiri. Pentru a nu solicita prea mult aceste instalații și pentru ca să nu se producă pierderi de apă prea mari, se recomandă ca presiunea maximă în rețea să se limiteze la 40 – 50 m col. H<sub>2</sub>O. [15], [19],[24]

Punctele de branșament ale rețelei sunt punctele de legătură dintre rețeaua de distribuție comunală și conducta sau rețeaua interioară de alimentare a unei clădiri, a unui grup de clădiri sau a unei industrii. [15], [19],[24]

Datorită lungimii mari a rețelelor de distribuție (1-2 m / locuitor), ele reprezintă partea cea mai costisitoare din sistemul de alimentare cu apă potabilă a centrelor populate (50 – 70 % din costul total al instalației). Din acest motiv trebuie dată o atenție deosebită la proiectarea, gestionarea și întreținerea rețelei. [15], [19],[24]

Pentru această trebuie să se îndeplinească următoarele condiții:

- a) alegerea judicioasă a schemei rețelei
- b) aprecierea corectă a debitelor de consum
- c) alegerea judicioasă a materialelor conductei
- d) calculul corect al diametrelor
- e) evidența corectă a poziționării rețelei, componenței și a materialelor rețelei
- f) întreținerea corespunzătoare a rețelei prin programe de mentenanță preventivă și corectivă [15], [19],[24]

Rețeaua de distribuție trebuie să funcționeze sigur, fără întreruperi și să reprezinte soluția cea mai economică luând în considerare ansamblul de construcții și instalații: rezervoare, stații de pompare și rețea de distribuție. [15], [19],[24]

În centrele populate se prevede în general, o singură rețea de distribuție pentru satisfacerea tuturor nevoilor de apă: potabilă, industrială, pentru combaterea incendiilor, stropirea spațiilor verzi, etc. [15], [19],[24]

Schema în plan a rețelei de distribuție a apei se stabilește în funcție de următorii factori:

- sistematizarea teritoriului care trebuie să fie alimentat cu apă și amplasamentele consumatorilor
- relieful terenului
- poziția obstacolelor naturale și artificiale (râuri, canale, căi de comunicație, etc.) [15], [19],[24]

În general, rețeaua de distribuție urmărește traseele străzilor și aleilor din centrele populate sau industrii.

După forma în plan se deosebesc două poziții principale de rețea:

- a) rețea ramificată, în care apa circulă într-o singură direcție
- b) rețea inelară, în bucle sau ochiuri închise, la care apa poate ajunge în orice punct, cel puțin din două direcții [15], [19],[24]

Punctele de ramificație ale unei rețele poartă numele de noduri.

Dispoziția inelară a unei rețele de distribuție a apei este cea mai indicată, deoarece prezintă siguranță în exploatare, atât la debitul de consum obișnuit, cât și mai ales în caz de incendiu. Un defect pe un sector al rețelei nu lasă fără apă decât consumatorii branșați strict pe acel sector, pe când la o rețea ramificată, un defect

pe conductă întrerupe distribuția pe toată suprafața localității sau industriei situată în aval de acel punct. Totodată, rețeaua inelară micșorează, într-o mare măsură, acțiunea loviturii de berbec. De asemenea, rețeaua inelară necesită diametre de conducte mai reduse, datorită împărțirii debitului pe mai multe ramuri, în special în caz de incendii la extremitățile rețelei, unde debitul consumat, în mod normal, este redus, așa încât, uneori, este chiar mai economică decât rețeaua ramificată. [15], [19],[24]

Dezavantajele dispoziției inelare a rețelei sunt:

- lungimea ceva mai mare a conductelor (care este, însă, neînsemnată în raport cu toate celelalte avantaje);
- dificultățile unui calcul riguros, mai ales la rețelele cu număr mare de inele.

Cazurile întâlnite, în mod obișnuit, în practică nu reprezintă nici scheme inelare, nici scheme ramificate. Rețelele orașenești au dispoziție inelară cu ramificații de maxim 500 m la partea lor periferică, pentru clădiri izolate. De asemenea, pe durata execuției lucrărilor, rețeaua de distribuție trece prin etape în care funcționează ca schemă ramificată, iar pe măsura extinderii conductelor, se aproprie din ce în ce mai mult de forma inelară. Rețelele ramificate propriu-zise se întâlnesc numai la localitățile având cel mult 15.000 de locuitori, dezvoltate de-a lungul unei căi de transport rutier, la care închiderea inelelor nu este rațională. [15], [19],[24]

După importanța lor, conductele unei rețele de distribuție se clasifică în:

- conducte principale (artere)
- conducte de serviciu
- conducte de branșament, denumite pe scurt – branșamente

Arterele sunt conducte care pleacă de la rezervor sau de la stația de pompare pentru distribuția apei și transportă apa în diferite sectoare ale rețelei de distribuție, pe traseele cele mai scurte. Traseele arterelor trebuie alese astfel, încât să domine zona pe care o deservesc, cu scopul de a obține diametrele cele mai reduse, cu presiuni cât mai uniforme în rețea. Distanța între artere trebuie să fie de 300 – 600. [15], [19],[24]

La arterele cu diametrul  $D_n \geq 250$  mm nu se vor admite branșamente mici și numeroase, tocmai pentru a evita găurirea deasă a conductelor principale, cu diametrul mare. [15], [19],[24]

Conductele de serviciu primesc apa de la artere și o distribuie la punctele de consum, prin branșamente. Aceste conducte sunt pozate pe orice stradă cu consumatori de apă, iar pe străzile pe care se găsesc artere cu diametre de 250 mm, sau mai mari, se dublează pe acestea. Diametrul conductelor de serviciu se alege între 80 și 200 mm. Debitul de incendiu pe care trebuie să-l transporte conductele de serviciu este hotărâtor în stabilirea diametrului lor. Distanța dintre legăturile conductelor de serviciu la artere trebuie să fie cuprinsă între 150 și 300 m. [15], [19],[24]

Pe conductele de serviciu se montează, în general, și hidranți de incendiu obișnuiți, având  $D_n = 70 - 80$  mm, hidranții mai mari se pot monta direct pe artere.

Arterele și conductele de serviciu se așează, în mod normal, la o distanță de cel puțin 3 m de linia clădirilor și față de canalele de apă uzată și pluvială..

La terenurile macroporice, sensibile la înmuiere, distanța față de conductele neprotejate se ia egală cu grosimea pachetului de straturi sensibile la înmuiere, dar nu mai mică de 10 m.

Pentru a evita degradarea îmbrăcăminții străzilor, în caz de reparații la conducte, se recomandă așezarea acestora în afara părții carosabile, sub benzile de verdeață ale străzilor largi. Pe străzile cu lățimi mai mari de 25 m, se recomandă să se prevadă câte o conductă de serviciu lângă fiecare trotuar, pentru a se evita traversarea părții carosabile cu fiecare branșament. [15], [19],[24]

Conductele de branșament leagă rețeaua exterioară de distribuție de rețeaua interioară din incinta clădirilor și a întreprinderilor industriale.

Conductele rețelelor de distribuție se îngroapă sub adâncimea zonei de îngheț, corespunzătoare regiunii respective (0,7 - 1 m).

Arterele se îngroapă la o adâncime cu 0,30 mai mare decât conductele de serviciu, pentru a fi un semn de deosebire între cele două tipuri de conducte și pentru a se evita greșelile de branșament.

Conductele de apă potabilă se vor poza deasupra canalelor, în cazul în care traseul lor se va intersecta cu canalele de apă uzată sau pluvială sau când distanța față de ele este mai mică de 3 m. În aceste situații va exista un spațiu liber între conductele de apă și canalizare de cel puțin 0,4 m. [15], [19],[24]

Pentru evitarea infestării apei potabile nu se va permite trecerea conductelor de apă potabilă prin căminele de vizitare ale canalizării, prin canalele de evacuare ale apei uzate, prin haznale, puțuri absorbante, etc. [15], [19],[24]

Amplasarea conductelor din rețeaua de apă trebuie să fie coroborată cu a celorlalte rețele subterane (conducte de termoficare, gaze, canale, cabluri, etc), care fac parte din gospodăria comunală a centrului populat sau deservesc obiectivele industriale astfel încât să se obțină soluția cea mai rațională și economică. [15], [19],[24]

În acest context, pe străzile principale din centrele populate mari și în incinta marilor întreprinderi industriale se recomandă gruparea tuturor conductelor, canalelor și cablurilor în galerii subterane vizitabile, soluție care ar reprezenta atât un cost de investiție și cheltuieli de exploatare mai reduse, cât și o intervenție mai facilă, cu evitarea obturării circulației rutiere din timpul reparațiilor. [15], [19],[24]

În centrele populate în care diferența de nivel între cota cea mai ridicată și cea mai coborâtă a orașului este mai mare de 40 m, ținând seama că la cota cea mai ridicată trebuie asigurată o presiune de serviciu de cel puțin 15 - 20 m

m col. H<sub>2</sub>O (deci, cu pierderile de sarcină se depășește limita de presiune de 60 m m col. H<sub>2</sub>O), rețeaua de distribuție trebuie împărțită în mai multe zone, fiecare zonă fiind alimentată de un rezervor de apă diferit astfel ca presiunea maximă să nu depășească 60 m m col. H<sub>2</sub>O. Se va căuta pe cât posibil ca zonele de distribuție să fie solicitate la presiuni maxime relativ egale. [15], [19],[24]

### 3.1.2.1. Materiale folosite pentru construcția rețelei de distribuție

Rețeaua de distribuție a apei este alcătuită din tuburi, piese de legătură, armături, aparate de măsură și control și din construcții accesorii pentru protejarea armăturilor și aparatelor, precum și pentru funcționarea normală a instalației. [15], [19],[24]

#### 3.1.2.1.1. Tuburi și țevi pentru conducte

Materialele folosite la fabricarea tuburilor și țevilor pentru conducte de apă au fost, de-a lungul timpului: azbociment, beton armat, material plastic, fontă de presiune, oțel, aluminiu, sticlă, lemn, etc.

Materialele utilizate în prezent la realizarea aducțiunilor și rețelelor de alimentare cu apă sunt : fontă ductilă, polietilena de înaltă densitate PE-HD, poliester armat cu fibră de sticlă și inserție de nisip, beton precomprimat, beton armat, beton simplu, gresie ceramică.[44]

La alegerea materialului conductei trebuie să se aibă în vedere:

- condițiile tehnice ca: mărimea presiunii apei în conductă; stabilitatea terenului de fundație; acțiunea corozivă a pământului și a apei subterane; sensibilitatea la înmuiere a pământului; nivelul apei freatice; calitatea apei care se distribuie, exigența în asigurarea continuității funcționării, etc. [15], [19],[24]
- condițiile economice: costul materialului conductei și a izolațiilor necesare; costul manoperei de montaj; posibilitatea de mecanizare a execuției; costul exploatării, etc. [15], [19],[24]

#### a) Tuburi din beton armat precomprimat

Au fost folosite având în vedere că reprezentau soluția cea mai rațională de utilizare a capacității de rezistență a betonului și a armăturii precum și pentru reducerea la minimum a consumului de metal.

Tuburile din beton armat precomprimat se execută fie prin procedee hidraulic-pneumatice, de întindere a armăturii, fie cu un miez tubular de beton armat, executat prin centrifugare sau prin vibrovacuumare. Tuburile se fabrică cu mufă la unul din capete, iar la capătul drept, tubul are o proeminență (prag inelar), care servește pentru fixarea garniturii de cauciuc.

Avantajele tuburilor din beton precomprimat pentru construcția conductelor de apă sunt:

- calitatea foarte bună a materialului
- economie importantă de metal

- execuția facilă a îmbinărilor
- îmbinări elastice
- rezistență bună la agresivitatea solurilor normale și a apelor naturale obișnuite
- cost mai mic de investiție și exploatare

Dezavantajele acestor tuburi sunt:

- riscurile de fisurare prin loviri
- dificultăți la reparația tuburilor la avarii
- ridicarea prin plutire a tronsoanelor de conductă goală, nelestată cu pământ
- necesitatea unor piese metalice speciale pentru racordarea armăturilor [15], [19],[24]

b) Tuburi din beton armat centrifugat

Tuburile din beton armat centrifugat sunt prevăzute, de la turnare, cu mufă la unul din capete. Îmbinarea se etanșează cu frânghie gudronată și mortar de ciment sau mastic bituminos la fel ca la conductele din tuburi de fontă.

c) Țevile din material plastic

Au o aplicare largă datorită avantajelor pe care le prezintă: greutatea specifică și rezistența hidraulică reduse, rezistență mecanică ridicată, rezistență mare la coroziune, conductivitate termică redusă, elasticitate ridicată, îmbinare facilă, economie de metal.

Materialele plastice utilizate, în prezent, la fabricarea țevelor pentru conducte de apă sunt:

- policlorura de vinil (PVC)
- poliesteri armați cu fibră de sticlă (PAS)
- polietilenă (PE)

La temperatura de 0°C PVC – ul devine casant, iar la 65°C începe să se înmoaie. Pe măsură ce temperatura crește de la 65°C la 70°C modulul de elasticitate scade repede, permițând o prelucrare ușoară a materialului.

Îmbinarea țevelor din PVC, se face prin lipire cu adeziv, în mufe și prin sudură.

Polietilena este materialul plastic care s-a impus cel mai mult în ultimul timp pentru realizarea rețelelor de alimentare cu apă. Ea este o rășină termoplastă obținută prin polimerizarea etilenei. Este un tip de polietilenă cu greutate moleculară relativ ridicată cu densitate medie la superioară. Este simbolizată prin PE-HD (polietilenă de înaltă densitate) și PE MD (polietilenă de medie densitate) și se clasifică în raport cu densitatea materialului, care depășește 0,930 g/cm<sup>3</sup>. [15], [19],[24]

Avantajele conductelor de polietilenă sunt:

- rezistența la îngheț,
- rezistență foarte bună la șocuri,



- rezistență la abraziune,
- rezistență la coroziune,
- absență depunerilor și incrustațiilor,
- rezistență la bacteriile din sol,
- conductibilitate termică și electrică redusă,
- elasticitate și ușurință de montaj, [15], [19],[24]

Tuburile și piesele de legătură din polietilenă de înaltă densitate se folosesc pentru transportul apei sub presiune, sau cu nivel liber și se montează îngropat. În cazul în care este necesar să fie montate aerian se plasează doar în locurile în care este posibil să se asigure împotriva radiațiilor solare și loviturilor.

Armăturile folosite sunt din mase plastice, fontă ductilă, fontă cenușie sau oțel.

Caracteristica dimensională de referință pe baza căreia se aleg tuburile și racordurile de polietilenă de înaltă densitate este diametrul exterior.

Diametrele uzuale pentru țevile din polietilenă de înaltă densitate sunt cuprinse între 16 și 1600 mm.

#### d) Tuburile din fontă și fontă ductilă

Tuburile de fontă se realizează din fontă cenușie (3,7 – 3,7% carbon) sau fontă ductilă, care are un conținut de carbon mai ridicat și are un adaos de magneziu. Fonta ductilă are caracteristici mecanice apropiate de ale oțelului, rezultând reduceri ale greutății tuburilor cu 30 – 45% față de fonta cenușie.

Tuburile din fontă de presiune au avantajul unei bune rezistențe la coroziunea provocată de apa care se transportă și de pământul în care este pozată conducta.

Tuburile din fontă au capetele modelate pentru îmbinarea cu mufă și cu flanșă. Tuburile cu mufă se folosesc la execuția conductelor îngropate în pământ, iar cele cu flanșe pentru porțiunile vizibile ale conductelor la care este necesară o întreținere și o revizie mai frecventă a îmbinărilor (părți montate în încăperi, cămine, etc.).

Tuburile, piesele de legătură și accesoriile din fontă ductilă pot fi montate îngropat sau aerian și se pot utiliza pentru transportul apei sub presiune, sau cu nivel liber, cu temperaturi între 0 și 40 °C.

Diametrele nominale standardizate ale tuburilor și pieselor de legătură în fabricație pentru apă potabilă sau industrială sunt cuprinse între 40 și 2000 mm.

Armăturile folosite sunt doar cele de fontă și oțel.

### 3.1.2.1.2. Armăturile conductelor

Armăturile folosite la construcția rețelelor de distribuție sunt dispozitive care servesc la întreținerea și exploatarea lor rațională.

Funcțiile armăturilor sunt:

- reglarea debitului și a vitezei pe conducta de distribuție (vane de linie, robinete, etc)
- golirea conductei sau a unor tronsoane ale ei (vane de golire)
- asigurarea unui sens unic de mișcare a apei (clapete de reținere)
- siguranța funcționării rețelei: contra formării pernelor de aer (ventile de dezaerisire), contra formării vacumului (ventile de vacuum), contra suprapresiunilor din lovitura de berbec (ventile de siguranță contra loviturii de berbec), menținerea unei presiuni limită în conductă (ventil de reducere a presiunii)
- asigurarea deformațiilor libere ale conductei, în scopul montării și demontării unor piese și pentru a permite dilatarea sau tasarea inegală a conductei (compensatori) [15], [19],[24]

#### a) Vanele

Sunt dispozitive de închidere care au rolul de a regla debitul care curge pe rețea sau de a izola complet un tronson al rețelei.

Disponerea vanelor se face la:

- distanțe de 2 km de-a lungul traseului (vane de linie)
- toate punctele de ramificație spre diferiți consumatori (vane de ramificație)
- punctele de legătură între două sau mai multe fire paralele ale unei rețele (vane de bretea)
- toate punctele joase ale traseului conductei, care să permită golirea apei din conductă pentru cazuri de reparații sau pentru spălarea conductei (vane de golire) [15], [19],[24]

Vanele folosite în alimentările cu apă sunt de tipul robinet vană cu sertar pană, executate din fontă, fie cu corpul oval (pentru presiuni de funcționare de până la 10 bari), fie cu corpul plat (vane plate, pentru presiuni de funcționare de până la 4 bari). Pentru presiuni de funcționare mai mari de 10 bari se utilizează vane din oțel. [15], [19],[24]

Vanele într-o rețea pot fi de linie, ramificație sau de golire. Vanele de linie se pozează pe rețeaua de distribuție în locurile în care distanța între două ramificații este mai mare de 600 m. Vanele de ramificație se pozează în așa fel încât, în caz de avarie să se poată izola porțiuni de maximum 300 m. Vanele de golire se pozează pe conductele principale, în punctele cele mai joase. Diametrul vanei de golire se ia  $\frac{1}{4}$  din diametrul conductei pe care este montată, dar nu mai mic de 50 mm. [15], [19],[24]

## b) clapeta de reținere.

Este un dispozitiv care împiedică întoarcerea sensului de curgere al apei, obturatoru-l, închizându-se automat. Clapetele se montează pe conductele de refulare ale pompelor, imediat după acestea, sau la pomparea în rețea și în locurile unde este necesară asigurarea unui singur sens de circulație a apei în rețea. [15], [19],[24]

## c) ventilul de dezaerisire

Este un dispozitiv care servește la evacuarea automată a aerului care se strânge în părțile înalte ale conductei, în timpul exploatării. De cele mai multe ori, se evită montarea ventilului de dezaerisire, prevăzându-se în aceste puncte branșamente la clădiri sau hidranți de incendiu. [15], [19],[24]

## d) ventilul de vacuum (aerisire)

Este un dispozitiv cu o construcție asemănătoare cu a ventilului de dezaerisire, care servește pentru introducerea aerului în conductă, în momentul în care, datorită oscilațiilor de presiune în conductă, presiunea scade sub cea atmosferică, sau când conducta trebuie să fie golită pentru reparații, curățare, etc. [15], [19],[24]

## e) ventilul de siguranță contra loviturii de berbec [15], [19],[24]

**Lovitura de berbec** reprezintă o succesiune de oscilații de presiune în conductă și ia naștere la variația debitului, respectiv a vitezei datorită fie închiderii sau deschiderii vanelor, fie opririi sau pornirii pompelor. [15], [19],[24]

Mărimea amplitudinii presiunii și depresiunii, față de presiunea de regim, depinde de:

- timpul de închidere sau deschidere a dispozitivului (vană, clapetă, etc)
- elementele geometrice ale conductei (lungime, diametru, grosimea peretelui)
- densitatea lichidului
- caracteristicile elastice ale lichidului și ale conductei
- viteza inițială a apei în conductă

Acest fenomen poate avea o influență dăunătoare asupra conductelor de alimentare cu apă, care se pot avaria, la o anumită amplitudine a oscilațiilor de presiune, statisticile arată că, peste 80% din avariile produse în rețelele sub presiune se datorează loviturii de berbec. [15], [19],[24]

Ventilul de siguranță contra loviturii de berbec este un dispozitiv alcătuit dintr-un ventil de siguranță cu contragreutate, care se deschide la scăderea presiunii, și o frână cu ulei, pentru amortizarea închiderii ventilului. Ventilul se montează pe conductele de refulare în aval de clapeta de reținere și are rolul de a se deschide în perioada în care, datorită opririi bruște a pompelor, presiunea în conductă scade; în momentul în care unda de presiune ajunge la ventil, găsindu-l

deschis, o cantitate de apă iese din conductă, împiedicând producerea suprapresiunii. La creșterea presiunii, ventilul se închide, însă operația se produce lent, datorită rezistențelor întâmpinate de trecerea uleiului prin orificiile pistonului frânei cu ulei. [15], [19],[24]

f) ventilul de siguranță

Este un dispozitiv cu arc sau cu contragreutate, reglat astfel ca, în momentul în care presiunea apei în conductă depășește presiunea pentru care a fost reglat ventilul, să se deschidă și să lase apa să iasă din conductă, până când presiunea a scăzut la cea normală.

Acest ventil nu poate fi folosit pentru atenuarea loviturii de berbec, deoarece, datorită inerției arcului sau a contragreutății, presiunea crește instantaneu foarte mult, înainte ca ventilul să se deschidă. [15], [19],[24]

g) Ventil de reducere a presiunii sau reductorul de presiune

Este un dispozitiv compus dintr-un corp cu două compartimente separate printr-un orificiu cu o supapă, care asigură o anumită cădere de presiune. Camera de joasă presiune este prevăzută cu un piston legat de un arc, cu ajutorul căruia se poate fixa presiunea limită. Sunt prevăzute, în general, în cazul rețelelor de distribuție împărțite în zone, funcționând prin gravitație, atunci când zonele respective au o extindere mică. [15], [19],[24]

h) compensatoarele

Sunt piese construite din tablă ondulată, cu una sau mai multe lire, având flanșe la cele două capete și care servesc pentru:

- montaj, permițând un joc între diferite armături, în care caz au o singură liră
- asigurarea deplasării conductei (tasare, alungire sau rotire), fără a se pierde etanșeitățile îmbinărilor, în care caz compensatorul are 2-4 lire

Compensatorul se montează în cămine sau camere vizibile pentru a asigura montarea și demontarea facilă a instalației.

i) hidranții

Sunt dispozitive care folosesc apa pentru incendiu – hidranții de incendiu sau pentru stropitul grădinilor – hidranții de grădină.

Hidranții de incendiu se montează pe conductele de serviciu ale rețelei de distribuție, la intervale de maxim 100 m, la distanță de cel puțin 5 m de zidurile clădirilor și la cel mult 2 m de marginea părții carosabile a străzii. Hidranții de incendiu cu diametrul mai mare de 80 mm se leagă la artere. [15], [19],[24]

j) priza de colier

Este o piesă care servește la legătura dintre conducta de serviciu și conducta de branșament, permițând realizarea legăturii chiar în timpul funcționării rețelei. Prizele cu colier se folosesc pentru branșamente mici cu diametrul de 20 – 50 mm.

Toate armăturile prezentate care se folosesc pentru diametre mari, având greutate mare, trebuie să fie sprijinite pe radierul construcției care le adăpostește, prin intermediul unor blocuri din beton sau al unor suporturi metalici. [15], [19],[24]

### 3.1.2.1.3. Aparate de măsură și control

La măsurarea parametrilor de funcționare și pentru controlul exploatării rețelelor se folosesc apometre și manometre.

Apometrele sunt aparate cu care se măsoară cantitatea de apă care trece printr-o conductă.

Debitmetrul este apometrul care indică sau înregistrează debitul de apă .

Contorul de apă este apometrul care înregistrează, cifric sau grafic, cantitatea de apă consumată într-un interval de timp (un an, o lună, etc)

Manometrele sunt aparate pentru măsurarea presiunii în conductele rețelelor. [15], [19],[24]

În alimentările cu apă se utilizează aparate de măsurare a debitelor care se bazează pe următoarele metode:

- metoda volumetrică (apometru de volum)
- metoda explorării câmpului de viteze (apometru de viteză)
- metoda micșorării locale a secțiunii de curgere (apometru cu ajutaj sau cu diafragmă)
- metoda electromagnetică (apometru electromagnetic)
- alte metode (cot de măsurare, apometre parțiale, apometre mobile cu tub Pitot, etc.)

[15], [19],[24]

- a) Apometrul de volum, este alcătuit din una sau mai multe încăperi de volum cunoscut, a căror umplere succesivă este înregistrată de către un mecanism, permițând citirea directă a cantității de apă scursă prin contor.
- b) Apometrul de viteză este alcătuit dintr-un corp, în interiorul căruia se învârtește o morișcă antrenată de curentul de apă, mișcarea de rotație fiind transmisă unui mecanism integrator, care înregistrează cantitatea de apă ce traversează contorul.
- c) Apometrul cu ajutaj și apometrul cu diafragmă se bazează pe măsurarea diferenței de presiune între secțiunea normală și secțiunea ștrangulată a aparatului care este egală cu pătratul debitului.
- d) Aparatul electromagnetic măsoară debitul de apă bazându-se pe legea de inducție a lui Faraday, după care, la deplasarea unui conductor electric într-

un câmp magnetic, ia naștere în conductor un curent electric de inducție. [15], [19],[24]

Aparatele de măsură și control utilizate la rețelele de distribuție se recomandă a fi înregistratoare.

În general, rețeaua de distribuție se împarte în districte de câte 20 – 25 ha, montând-se apometre, care să înregistreze cantitățile de apă consumate în întregul district. Apometrele de district sunt de tipul: cu elice, cu ajutor, cu diafragmă, electromagnetice.

Pe branșamentele consumatorilor se montează, de asemenea, apometre.

Apometrele și manometrele se montează în cămine de vizitare. [15], [19],[24]

### **3.1.2.2. Construcții accesorii pe rețeaua de distribuție a apei**

Pe traseul rețelelor de apă, în afara conductelor, a pieselor de legătură, a armăturilor și aparatelor mai sunt necesare și anumite construcții accesorii care au fie un rol tehnologic (reducerea presiunii apei în conductă, traversarea cursurilor de apă, a căilor de comunicație, împiedicarea deplasării conductei etc), fie un rol de înlesnire a exploatarei (cămine și camere pentru adăpostirea armăturilor și a aparatelor de măsură control, etc.).

[15], [19],[24]

Astfel pe rețelele de distribuție a apei sunt necesare, după caz:

- camere de rupere a presiunii
- cămine pentru vane de linie, vane de ramificație, ventile de dezaerisire și aerisire, descărcarea conductei, acces în conductă, clapete, apometre, branșamente, etc
- traversări de râuri
- traversări de căi de comunicație (căi ferate, drumuri)
- galerii executate în tunel
- ancoraje. [15], [19],[24]

#### a) camera de rupere a presiunii

Este o construcție din beton, circulară sau dreptunghiulară, având rolul de a reduce nivelul energetic I al conductei la nivelul energetic II, pentru a reduce presiunile pe conducta din aval.

#### b) căminele pentru vană, ventil, clapetă, descărcare, apometre, manometre, etc. [15], [19],[24]

Sunt construcții tipizate din beton armat, de formă circulară sau dreptunghiulară în plan, în care sunt adăpostite armăturile și aparatele.

Vanele de linie se prevăd de-a lungul conductelor la distanțe de circa 2 km, ținând seama și de celelalte construcții accesorii, astfel încât să se poată separa tronsoane de conductă, care să permită efectuarea reparațiilor într-un timp

convenabil. Se prevăd vane la toate punctele de ramificații a rețelei, către diferite rezervoare, precum și în punctele de legătură (bretea) între firele paralele ale unei aducțiuni. [15], [19],[24]

Căminele pentru descărcarea conductei se prevăd în punctele joase din profilul lung al rețelelor sub presiune, pentru a asigura golirea conductei, în scopul efectuării reparațiilor sau al spălării.

Pe conductele rețelei cu diametrul mai mare de 800 mm se prevăd guri de vizitare  $\varnothing$  600 mm, închise etanș cu flanșe, la distanțe de circa 2 km, adăpostite în cămine. [15], [19],[24]

c) traversarea cursurilor de apă

Se poate face prin îngroparea conductei sub fundul apei, prin suspendarea de un pod existent sau prin pod apeduct.

Pentru că traversările prin îngropare prezintă dificultăți atât la execuție cât și la exploatare sunt recomandabile doar la văile cu debit redus de apă.

Traversările prin suspendare de un pod existent reprezintă soluția cea mai economică, aplicabilă în special pentru conducte cu diametru mic și mijlociu. Conducta se suspendă fie de consola trotuarului – la diametre mici, fie la anretoazele sau de grinzile transversale ale podului– la diametre mari. La traversările aeriene se izolează termic conducta și se prevăd compensatori pentru dilatare. [15], [19],[24]

d) traversarea căilor de comunicații

Trecerea conductelor pe sub căi ferate sau pe sub căile cu transport rutier intens se face prin conducte de oțel protejate în tuburi cu diametrul mai mare decât al conductei de apă, sau prin conducte montate în galerii de protecție pentru a evita înmuierea căi din cauza spargerii conductei. [15], [19],[24]

e) ancorarea conductelor de aducțiune

Este necesară pentru a împiedica avarierea conductei prin deplasarea pieselor de legătură situate la coturi – în plan orizontal sau vertical, la ramificații, pe pante pronunțate ale conductei etc.

Forțele care apar în aceste puncte ale aducțiunilor sunt preluate prin intermediul unor blocuri din beton (masive de ancoraj ) care le transmit pământului de fundație. [15], [19],[24]

f) căminul de branșament

Este situat în incinta consumatorului și cuprinde un apometru, un robinet de trecere și un robinet de descărcare a instalației interioare. Pe conducta de branșament, în afara limitei teritoriului consumatorului, se instalează un robinet de

concesie, care servește pentru întreruperea legăturii cu rețeaua exterioară, în cazul înlocuirii apometrului sau în alte cazuri cerute de exploatare. [15], [19],[24]

Pentru bransamente mici se pot folosi prize cu colier care permit executarea legăturilor fără întreruperea funcționării conductei de serviciu. [15], [19],[24]

### **3.1.3. Nevoile de apă din centrele populate și din industrii**

Alimentarea cu apă a centrelor populate și a industriilor trebuie să fie construită încât să poată acoperi necesarul de apă al acestora, care să satisfacă toate nevoile de apă. [15], [19],[24]

Nevoile de apă a centrelor populate se pot grupa în următoarele categorii:

- nevoi gospodărești ale populației,
- nevoi publice,
- nevoi ale unităților de industrie locală,
- nevoi de combatere a incendiilor,
- nevoi tehnologice de apă ale sistemului de alimentare cu apă [15], [19],[24]

Nevoile de apă ale industriilor și unităților agrozootehnice se pot grupa în următoarele categorii:

- nevoi de producție cu caracter tehnologic,
- nevoi igienico sanitare ale lucrătorilor,
- nevoi social gospodărești ale întreprinderii,
- nevoi de combatere a incendiilor,
- nevoi tehnologice de apă ale sistemului de alimentare cu apă. [15], [19],[24]

În cele ce urmează se vor prezenta câteva noțiuni în legătură cu cantitățile de apă utilizate în alimentarea cu apă a centrelor populate și a întreprinderilor industriale, și anume: [15], [19],[24]

Necesarul de apă al unei folosințe este cantitatea de apă care satisface integral nevoile de apă ale acesteia și rezultă din însumarea tuturor cantităților de apă necesare categoriilor de nevoi menționate mai înainte pentru centrelor populate și a întreprinderilor industriale unităților agrozootehnice cu excepția nevoilor de apă de combatere a incendiilor și nevoilor tehnologice de apă ale sistemului de alimentare cu apă. [15], [19],[24]

Cerința de apă a unei folosințe este cantitatea totală de apă care trebuie să fie preluată din sursă pentru alimentarea cu apă proaspătă a folosinței respective, inclusiv pierderile de apă raționale. [15], [19],[24]

Consumul de apă este partea din cerința de apă a unei folosințe care se înglobează în produse, se evaporă tehnologic etc. și care ieșind din sistem nu se mai restituie. [15], [19],[24]



Pierderile de apă din sistemele de alimentare cu apă ale centrelor populate și ale industriilor sunt cantitățile de apă ce ies din instalații fără folos datorită:

- neetanșeităților unor îmbinări ale conductelor,
- funcționării preaplinului rezervoarelor,
- lipsei de supraveghere și întreținere a instalațiilor de alimentare cu apă,
- branșamentelor de apă ilegale etc.

și trebuie să reprezinte o cotă cât mai mică din cantitatea de apă distribuită. [15], [19],[24]

Cantitatea totală de apă necesară unui centru populat sau unei industrii nu este constantă. Ea variază astfel:

- cu timpul, chiar în perioade scurte,
- după numărul și nivelul de trai al populației,
- după gradul de confort al construcțiilor care alcătuiesc centrul populat,
- după mărimea și felul industriei,
- după climă,
- după modul de plată al apei ( în paușal sau prin măsurare cu apometre). [15], [19],[24]

Necesarul și cerința de apă pentru centrele populate și pentru întreprinderile industriale se calculează pe baza standardelor și normativelor în vigoare, ținând seama de factorii care conduc la variația necesarului de apă și care au fost expuși mai sus. [15], [19],[24]

Necesarul de apă specific este cantitatea medie de apă care poate să satisfacă fiecare categorie de nevoi de apă și care se exprimă în litrii pe unitate de măsură (persoană și zi, muncitor și schimb, număr de unități de produs industrial etc. Debitele necesarului de apă, specific pentru diferite categorii de nevoi de apă potabilă ale centrelor populate, sunt date în STAS 1343/1 ("Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru centre populate"), STAS 1342 ("Apă potabilă- Condiții tehnice de calitate"). STAS 1478 pentru industrii indică numai normele de necesar de apă pentru satisfacerea nevoilor igienico- sanitare ale lucrătorilor și acelor social-gospodărești ale întreprinderilor. [15], [19],[24]

Necesarul de apă pentru nevoile tehnologice trebuie să fie stabilit, de la caz la caz, de către proiectantul alimentării cu apă, în colaborare cu tehnologul procesului industrial de fabricație al întreprinderii. [15], [19],[24]

Debitul zilnic mediu este cantitatea totală de apă utilizată efectiv de un centru populat sau de o industrie în cursul unui an, împărțită la 365 și se exprimă în m<sup>3</sup>/zi. [15], [19],[24]

### 3.2. Sisteme de canalizare

Sistemul de canalizare cuprinde totalitatea construcțiilor și instalațiilor care colectează, transportă, epurează și evacuează, în emisar, apele de canalizare. [3],[4],[15],[21]

Se deosebesc următoarele sisteme de canalizare:

- sistem de canalizare unitar, care colectează și transportă, prin aceeași rețea, toate apele din teritoriul localității sau al obiectivului care se canalizează;
- sistem de canalizare separativ, care colectează și transportă, prin cel puțin două rețele separate (de obicei, una pentru ape uzate și alta pentru ape meteorice), toate apele din bazinul care se canalizează;
- sistem de canalizare mixt, care colectează și transportă apele din bazinul care se canalizează, prin sisteme de canalizare unitar și în parte prin sistem de canalizare separativ. [3],[4],[15],[21]

Un sistem de canalizare cuprinde trei grupe de obiecte și dispozitive:

- rețele de canale cu racorduri la diferite obiecte (locuințe, industrii etc) și la gurile de scurgere a apelor de ploaie, inclusiv la construcțiile anexe (deversoare, guri de vărsare, stații de pompare, cămine, sifoane etc.);
- stații de epurare, respectiv stații de preepurare;
- construcții, instalații și amenajări pentru evacuarea apelor de canalizare în emisar și îndepărtarea substanțelor reținute și a nămolurilor. [3],[4],[15],[21]

Sistemul de canalizare separativ este indicat:

- în localitățile mici, dacă terenul și străzile au pante suficiente, pentru ca apele meteorice să poată fi scurse la suprafață;
- în localitățile mari, apele meteorice urmând să fie evacuate prin canale subterane. Această dublă posibilitate va fi examinată sub aspectul diferenței de cheltuieli de investiție față de sistemul unitar, al stânjenirii circulației- în timpul executării lucrărilor pe străzile cu trafic intens, al consumului mare de apă- la spălarea depunerilor din rețeaua de ape uzate, al cheltuielilor de exploatare mărite- prin dublarea rețelei etc.;
- în cazul când punctul de descărcare al canalizării trebuie ales departe de localitate, pentru obținerea unei pante suficiente, canalul colector principal lungindu-se, sistemul separativ poate deveni mai economic prin aceea că secțiunea colectorului principal este mai mică. La calculul costului unui m<sup>3</sup> de apă evacuată se va ține seama însă și de costul colectoarelor pentru apele meteorice, necesare în sistemul separativ;
- în localitățile cu apă subterană aproape de suprafață ( la adâncime de maximum 2 metri), luându-se în considerare avantajele sistemului separativ, în care canalele pentru scurgerea apelor meteorice se pot așeza la o adâncime mică. [3],[4],[15],[21]

Sistemul de canalizare separativ are avantajul că se poate executa etapizat: la început rețeaua de canale pentru ape menajere, apoi pentru apele meteorice.

Sistemul de canalizare unitar se recomandă să fie aplicat:

- în localitățile importante, unde scurgerea la suprafață a apelor meteorice nu este posibilă fără neajunsuri și acolo unde scurgerea la suprafață nu se poate face, din cauza pantelor insuficiente ale străzilor și rigolelor, sistemul având o singură rețea de canale,
- datorită costului de execuție și exploatare, care este în general mai mic, față de sistemul separativ;
- deoarece, consumul de apă pentru spălarea depunerilor de pe rețea este mult mai redus, decât în sistemul separativ, fiind necesar numai în perioadele secetoase- pentru gurile de scurgere ale apelor meteorice, precum și unele canale incipiente, fără pantă suficientă. .[3],[4],[15],[21]

Sistemul prezintă și unele dezavantaje:

- dificultățile și cheltuielile pentru epurarea apelor de canalizare sunt mai mari, decât în cel separativ, din cauza variației concentrației apelor uzate și sporirea debitului acestora, prin amestecul lor cu apele meteorice;
- la unele ploii torențiale, canalul public poate fi pus sub presiune, producând – uneori- inundarea subsolurilor clădirilor, a căror canalizare este legată la rețeaua publică. .[3],[4],[15],[21]

Unele recomandări privind alegerea sistemului de canalizare sunt date în STAS 1481.

### 3.2.1. Determinarea debitelor apelor de canalizare

Debitele apelor de canalizare rezultă din însumarea debitelor apelor uzate, meteorice, de suprafață și subterane. debitul maxim de calcul al rețelei de canalizare rezultă din suma debitelor maxime ale apelor uzate-  $Q_{uz}$ , meteorice-  $Q_{plc}$ , de suprafață-  $Q_{su}$  și subterane-  $Q_{sa}$ .

$$Q_{max} = Q_{uz} + Q_{plc} + Q_{su} + Q_{sa} \quad 5.0.1$$

#### 3.2.1.1. Determinarea debitului apelor uzate

Debitul apelor uzate este- în general- aproximativ egal cu debitul cerințelor de apă-  $Q_s$ . Determinarea cerințelor de apă, în care sunt incluse:

- necesarul de apă,
- apa pierdută prin aducțiuni și rețeaua de distribuție,
- apa pentru nevoile tehnologice ale sistemului de alimentare cu apă și canalizare,
- apa pentru combaterea incendiilor se realizează în conformitate cu STAS 1343.

Debitul de ape –  $Q_{uz}$ , care se ia în calculul rețelei de canalizare, este debitul orar maxim; în conformitate cu STAS 1343, se ia în calcul numai 0,8 din acesta, deci:

$$Q_{uz} = 0,8 \times Q_{so \max} \quad 5.1.1$$

### **3.2.1.2. Determinarea debitului apelor meteorice**

La dimensionarea rețelei de canalizare se iau în considerare numai apele de ploaie. Experiența a arătat că, în țara noastră, o rețea de canalizare suficientă pentru evacuarea apelor de ploaie, poate satisface și evacuarea celor provenite din topirea unor cantități masive de zăpadă. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.1.3. Determinarea debitului apelor de suprafață**

Dacă, datorită configurației terenului, este necesar să se creeze condiții pentru canalizarea și evacuarea apelor de suprafață din vecinătatea suprafeței de canalizat, pentru a evita pătrunderea acestora în zona care urmează să fie canalizată. În general, pentru îndepărtarea acestor ape se folosesc canale deschise, care conduc apele de suprafață în emisarul cel mai apropiat. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.1.4. Determinarea debitului apelor subterane**

Apele subterane-  $Q_{sa}$ , care pătrund în canalizare, provin din drenajele și desecările organizate, realizate prin construcții și instalații adecvate, precum și din apele freatice infiltrate în canalizare, ca urmare a neetanșeității acestora. .[3],[4],[15],[21]

## **3.2.2. Ape admise în rețeaua de canalizare**

Prin conținutul și cantitatea lor apele uzate descărcate în rețeaua de canalizare trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să nu degradeze construcțiile și instalațiile din rețea;
- să nu aducă prejudicii igienei și sănătății publice sau personalului de exploatare;
- să nu împiedice procesele de epurare;
- să nu micșoreze capacitatea instalațiilor de epurare ale centrelor populate.

În acest sens se vor avea în vedere două secțiuni de control:

- una în căminul limită de proprietate;
- alta în secțiunea de intrare a apelor uzate în stația de epurare. .[3],[4],[15],[21]

În căminul limită de proprietate, apele uzate care se descarcă în rețeaua de canalizare nu trebuie să conțină:

- materii în suspensie, a căror cantitate, mărime și natură constituie un factor activ de erodare a canalelor; ele provoacă depuneri sau stânjenesc curgerea hidraulică normală și se clasifică astfel:
  - suspensii grele sau alte materii care se depun;
  - corpuri solide plutitoare sau antrenate, care nu trec prin grătarul cu spații libere, de 20 mm între bare;
  - suspensii dure antrenante, care pot genera zone de erodare a colectoarelor;

- suspensii care în apa rețelelor de canalizare au efect coagulant și produc depuneri; .[3],[4],[15],[21]

- substanțe cu agresivitate chimică asupra materialelor folosite, în mod obișnuit, la construirea rețelelor de canalizare și a stațiilor de epurare a apelor uzate, din centrele populate;
- substanțe de orice natură, în stare de suspensie sau dizolvate, care- în această stare sau prin evaporare- stânjesc exploatarea normală a canalelor și stațiilor de epurare sau provoacă, împreună cu aerul, amestecuri detonante, cum ar fi: benzină, benzen, eter, cloroform, acetilenă, dicloretilenă, alte hidrocarburi clorurate, sulfură de carbon și alți solvenți;
- substanțe nocive, care pot pune în pericol personalul de exploatare a canalizării;
- substanțe inhibitoare ale procesului de epurare, în cantități care- în condițiile realizării diluării în rețeaua de canalizare- ar putea prejudicia funcționarea instalației de epurare sau a celor de tratare a nămolului. .[3],[4],[15],[21]

### 3.2.3. Construcții și instalații accesorii pe rețeaua de canalizare

Pentru buna funcționare a rețelei de canalizare, precum și pentru întreținerea ei, se execută o multitudine de construcții anexă, cum ar fi:

- cămine de vizitare;
- cămine de rupere de pantă;
- cămine de intersecție;
- guri de scurgere;
- guri de descărcare;
- deversoare;
- sifoane;
- bazine de retenție etc. .[3],[4],[15],[21]

#### 3.2.3.1. Cămine

Căminele sunt de mai multe categorii: cămine de vizitare (de racord), de trecere-aliniament, de intersecție, de schimbare a direcției, de schimbare a dimensiunilor, de schimbare a pantei, de rupere de pantă și de spălare. .[3],[4],[15],[21]

##### 3.2.3.1.1. Cămine de vizitare

Locul și modul de amplasare a căminelor de vizitare sunt indicate de STAS 3051. Astfel , căminele de vizitare se prevăd:

1. la canale nevizitabile (cu înălțimea profilului sub 800 mm):
  - în aliniament, la distanța maximă de 60 m;
  - în punctele de schimbare a dimensiunilor;
  - în punctele de schimbare a pantei;
  - în punctele de schimbare a a direcției;

- în punctele de descărcare a canalelor colectoare nevizitabile în alte canale colectoare;
  - în punctele de intersecție a canalului, cu lățimea până la 500 mm; .[3],[4],[15],[21]
2. la canale semivizitabile (cu înălțimea profilului de 800-1500 mm):
- în aliniament, la distanța maximă de 75 m;
3. la canale vizitabile (cu înălțimea profilului de peste 1500 mm):
- în aliniament, la distanța maximă de 150 m;
4. la toate categoriile de canale:
- în punctele în care apele necesită control calitativ din partea organelor de exploatare;
  - în punctele de racord, pentru canalele de racord a căror secțiune este mai mare de 0,12 m<sup>2</sup>;
  - în punctele de racord, pentru canalele de racord care evacuează debite mai mari de 100 dm<sup>3</sup>/s. .[3],[4],[15],[21]

Materialele care alcătuiesc ansamblul căminelor de vizitare precum și dimensiunile și forma acestora, sunt (conform STAS 2448):

- tuburi din beton, cu piesă tronconică între camera de lucru și coșul de acces;
- tuburi din beton cu mufă, cu placă între camera de lucru și coșul de acces;
- zidărie de cărămidă. .[3],[4],[15],[21]

Căminele de vizitare, de racord și de control, sunt alcătuite în mod similar celor de trecere sau intersecție.

### **3.2.3.1.2. Cămine de rupere de pantă**

Căminele de rupere de pantă se execută pe rețeaua de canalizare pentru a se evita depășirea vitezei maxime admisibile, corespunzătoare materialului din care este executat canalul. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.1.3. Cămine și rezervoare de spălare**

Din cauza debitului redus sau din cauza pantei mici, viteza de autocurățire nu poate fi asigurată pentru unele porțiuni de canal, astfel că, acesta trebuie să fie spălat, la anumite intervale, cu apă sub presiune. Cele mai multe cămine sunt amplasate în partea amonte a rețelei. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.2. Guri de scurgere**

Scopul gurilor de scurgere este colectarea apelor meteorice și conducerea acestora în rețeaua de canalizare.

Gurile de scurgere sunt de trei tipuri:

- guri de scurgere cu sifon și depozit;
- guri de scurgere cu sifon și fără depozit;
- guri de scurgere cu depozit și fără sifon. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.3. Guri de zăpadă**

Pe canalele vizitabile și semivizitabile ( diametre peste 1000 mm sau secțiuni peste 80/120), pentru evacuarea zăpezii prin rețeaua de canalizare se folosesc guri de zăpadă. De obicei, acestea se construiesc în orașele canalizate în sistem unitar și pe canalele care transportă cel puțin un debit de 250 dm<sup>3</sup>/s.

Gurile de zăpadă se montează foarte rar în sistemul divizor de canalizare și, în acest caz, numai pe rețeaua de ape de ploaie. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.4. Camere de intersecție**

Camerele de intersecție mai sunt cunoscute și sub numele de camere de racordare sau îmbinare. Intersectarea canalelor care au diametre ce depășesc 500 mm trebuie să se realizeze în camere de intersecție, a căror formă și dimensiuni depind de numărul canalelor care se intersectează. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.5. Camere pentru schimbarea direcției**

Camerele pentru schimbarea direcției se execută acolo unde este o cotitură a canalului, pentru canale cu diametru mai mic de 1000 mm. Executarea canalelor în curbă este admisă numai pentru canale cu diametrul mai mare ca 1000 mm. Forma și dimensiunile acestora depind de dimensiunile și unghiul sub care trebuie să se realizeze schimbarea direcției. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.6. Deversoare**

Deversoarele de apă de ploaie sunt construcții folosite, în sistemul unitar de canalizare, pentru evacuarea în emisarul învecinat a unei părți din apa uzată, din rețeaua de canalizare, în timp de ploaie, în momentul când diluția admisă ( între apele meteorice și cele uzate) a fost depășită. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.7. Guri de descărcare**

Gurile de descărcare sunt construcții care se execută în punctul de descărcare a apelor de canalizare în emisari.

Forma și dimensiunile lor depind de:

- mărimea emisarului;
- cantitatea și calitatea apelor care se evacuează etc. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.8. Bazine pentru retenția apelor de ploaie**

Scopul principal al bazinelor pentru retenția apelor de ploaie este înmagazinarea unei cantități de apă uzată și de ploaie, în vederea micșorării debitelor de vârf.

Bazinele de apă de ploaie pot fi:

- pentru retenția apelor de ploaie;
- pentru retenția și deversarea apelor de ploaie;
- pentru decantarea apelor de ploaie. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.9. Sifoane de canalizare**

De obicei, traversarea cursurilor de apă se face prin sifoane.

Sifonul propriu-zis este compus din două ramuri- una la capătul amonte și alta la capătul aval- verticale sau înclinate, și o ramură orizontală intermediară .  
La un sifon se disting trei părți principale

- camera de intrare;
- conducta sifon;
- camera de ieșire. .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.10. Estacade**

Estacada este o construcție asemănătoare unui pod, pe care se așează canalul care trebuie să traverseze depresiunea. Ea constă dintr-o serie de piloni, pe care se așează un fel de jgheab, în care se montează canalul- se așează materiale izolante (rumeguș, zgură etc.). .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.11. Traversări pe sub căi ferate și șosele**

Traversarea pe sub linia de cale ferată, la fel ca și a cursurilor de apă, se poate face:

- prin gravitație;
- prin sifonare; .[3],[4],[15],[21]

### **3.2.3.12. Racorduri**

Construcția care face legătura între clădiri sau ansambluri de locuit și canalul public se numește racord.

Racordul constă, de obicei, din următoarele:

- un cămin interior de racord (în incinta locuinței, clădirii etc);
- un canal de racord;
- un cămin de racord exterior, așezat la punctul de intersecție al canalului de racord cu canalul public. .[3],[4],[15],[21]

Căminele au dimensiunile și formele indicate de STAS 2448, iar canalul de racord- conform STAS 816. .[3],[4],[15],[21]



### 3.2.3.13. Construcții pentru ventilația rețelei de canalizare

Numeroasele gaze care se degajă din apele de canalizare se acumulează în spațiul de deasupra canalelor și pot produce atât coroziunea materialelor din care este executată rețeaua, cât și explozii sau îmbolnăvirea personalului muncitor care deservește rețeaua. .[3],[4],[15],[21]

Gazele pot fi îndepărtate printr-o bună aerisire a rețelei, care se poate realiza prin:

- construcțiile existente (cămine, guri de scurgere, deversoare etc.; neetanșate de la capace ajută la aerisire);
- instalațiile interioare, în special prin coloanele de ventilație;
- construcțiile amenajate în acest scop. .[3],[4],[15],[21]

Bornele de aerisire sunt construcții obișnuite, care se execută pentru aerisirea rețelei. Bornele se așază pe trotuare, la câteva sute de metrii una de alta și sunt legate, de obicei, la cămine. .[3],[4],[15],[21]

### 3.2.4. Materiale și prefabricate folosite în rețeaua de canalizare

Canalele folosite în rețeaua de canalizare pot fi închise sau deschise.

Canalele închise se execută din: beton simplu, beton armat centrifugat, beton precomprimat, gresie ceramică, gresie ceramică antiacidă, azbociment, fontă, policlorură de vinil, țevi din oțel etc.

Canalele deschise pot fi cu: taluzuri înierbate, taluzuri brăzduite, pereu uscat din piatră, pereu din piatră cu mortar de ciment, pereu din dale de beton, zidărie de cărămidă, zidărie de piatră cu mortar de ciment, beton simplu și beton semifabricat. Canalele deschise sunt folosite pentru transportul apelor meteorice și a altor ape convențional curate. .[3],[4],[15],[21]

#### 3.2.4.1. Condiții cerute materialelor folosite în rețeaua de canalizare.

Materialele și prefabricatele folosite în rețeaua de canalizare trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să reziste din punct de vedere mecanic, sarcinilor permanente și accidentale
- să fie impermeabile, pentru a nu permite infiltrarea și exfiltrarea apelor
- să reziste la coroziunea apelor agresive, exterioare și interioare, precum și la acțiunea curenților vagabonzi
- să reziste la ape cu temperaturi mai mari de 40°C, în cazul apelor provenite de la anumite industrii
- să reziste la acțiunea de eroziune datorată particulelor solide antrenate de apele uzate

- să aibă o suprafață interioară cât mai netedă, pentru ca circulația apei să se facă fără rezistențe mari
- să aibă un cost cât mai redus
- să se poată lucra cât mai ușor, adaptându-se metodelor rapide construcție.[3],[4],[15],[21]

Conductele folosite în funcție de caracteristicile și calitatea apei sunt prezentate în tabelul următor:

Nr.crt.	Conducte folosite	Caracteristici și calitate a apei
1.	Tuburi din gresie antiacidă	ape acide
2.	Tuburi ceramice și de azbociment	ape slab acide pH = 5-6
3.	Tuburi din beton și beton armat	ape uzate obișnuite pH = 7
4.	Tuburi din beton, azbociment, ceramică	ape slab alcaline pH = 8-10
5.	Conducte din fontă și oțel	ape puternic alcaline
6.	Țevi PVC	orice tip de ape

Tabel3.1 . Conductele folosite în funcție de caracteristicile și calitatea apei [ 21]

### 3.2.4.2. Tuburi și piese de canalizare din beton simplu

Sunt două tipuri importante:

- a) cu secțiune circulară, mufă, cep și buză, ultimele două putând fi cu sau fără talpă. Au diametrele interioare cuprinse între 100 și 1000 mm, grosimea pereților fiind cuprinsă între 22 și 90 mm.
- b) cu secțiune ovoidală, cu cep și buză și cu talpă au dimensiuni cuprinse între 500x750 și 1000x1500 mm. .[3],[4],[15],[21]

Ramificațiile pentru tuburi circulare și ovoidale sunt folosite, în special, pentru legarea, la rețea, a diferitelor construcții prin intermediul racordurilor.

### 3.2.4.3. Tuburi prefabricate, canale monolite și semifabricate.

Tuburile prefabricate sunt de două tipuri:

- a) din beton armat centrifugat cu diametre cuprinse între 400 și 1400 mm și lungimi variind între 3500 și 2500 mm.
- b) de presiune, din beton precomprimat, au diametre între 400 și 1200 mm și lungimi de 5000 mm, executându-se după procedeul „Premo”. .[3],[4],[15],[21]

Canalele monolite (turnate pe loc) din beton simplu sau armat, pot fi de diferite tipuri: circulare, ovoidale, clopot circular, clopot semieliptic, etc. Canalele ovoidale se execută din beton simplu. Canalele de tip clopot se execută din beton simplu – pentru secțiuni mici și din beton armat pentru secțiuni mari. Avantajul lor față de cele prefabricate îl reprezintă etanșeitatea foarte bună, în schimb necesită consum mare de materiale, timp de execuție și volum de muncă mare. .[3],[4],[15],[21]

Canalele semifabricate sunt de aceleași tipuri ca și cele monolite, au avantajul unei execuții mai ușoare dar etanșeitatea e mai redusă decât la cele monolite însă mai mare decât la cele prefabricate.

Etanșarea rosturilor dintre bolți se face prin:

- turnarea unui manșon din mortar de ciment sau cu beton de clasă superioară cu agregat mărunț
- cu frânghie gudronată și mastic bituminos, protejat cu mortar de ciment.[3],[4],[15],[21]

#### **3.2.4.4. Tuburi din fontă**

Tuburile din fontă cu mufă și cu flanșe sunt folosite ,în special la: construcțiile anexă ale rețelei de canalizare; stațiile de pompare; sifoane; cămine de rupere de pantă; sarcini exterioare mari; terenurile alunecătoare.

Presiunile nominale, la ambele tipuri de tuburi, sunt de 10 daN/cm<sup>2</sup>, diametrele sunt cuprinse între 80 și 1000 mm, iar lungimile au valorile de 4000-6000 mm.

Etanșarea tuburilor cu mufă se face cu frânghie gudronată și plumb, iar a celor cu flanșe cu garnituri de cauciuc. .[3],[4],[15],[21]

#### **3.2.4.5. Țevi din oțel**

Țevile din oțel sunt folosite pentru presiuni mai mari de 10 at la: traversări de râuri, căi ferate și șosele; stații de pompare; regiuni cu grad mare de seismicitate; terenuri puțin stabile, etc.

Țevile de oțel sunt de două tipuri, cu sudură și fără sudură.

Țevile din oțel sudate longitudinal pentru instalații au diametre exterioare de 10 – 150 mm și lungimi de 4-7 m. Îmbinarea țevelor se face prin sudură sau cu manșon filetat. Pentru construcții, țevile din oțel sudate longitudinal au diametre exterioare de 16 – 144 mm și lungimi de 4 – 8 m, îmbinarea țevelor se face prin sudură. .[3],[4],[15],[21]

Țevile din oțel sudate elicoidal pentru conducte au diametrele exterioare cuprinse între 521 și 1020 mm și lungimi de 6 – 16 m, îmbinarea lor făcându-se prin sudură.

Țevile din oțel fără sudură, laminate la cald, pentru construcții au diametre exterioare de 25 – 530 mm și lungimi de 4 – 12,5 m. Îmbinarea țevelor se face prin sudură, capetele țevelor putând fi lărgite sau îngustate, precum și calibrate.

Țevile din oțel fără sudură, trase sau laminate la rece, pentru construcții au diametre exterioare de 4 – 200 mm și lungimi de 1,5 – 8 m. Îmbinarea tuburilor se face prin sudură, capetele putând fi teșite.

Țevile sudate sunt folosite pentru presiuni de 20 – 25 at, iar cele fără sudură, laminate – pentru presiuni de 25 – 60 at.

La exterior, țevile sunt protejate de obicei prin bituminare, la cerere putându-se stabili condiții speciale de protecție. .[3],[4],[15],[21]

#### **3.2.4.6. Tuburi din azbociment**

În funcție de presiunea hidrolică de încercare, care reprezintă dublul presiunii nominale, tuburile se clasifică în două serii, cu 6 clase la seria I și 5 clase la seria II. Presiunea nominală este cuprinsă între valorile 0,25 – 1,5 N / mm<sup>2</sup>. Diametrele nominale sunt cuprinse între 80 – 2000 mm, iar lungimea lor este de 3 – 6,5 m. .[3],[4],[15],[21]

Îmbinarea tuburilor se face cu mufe, iar etanșarea cu inele de cauciuc.

Deoarece sunt puțin rezistente la lovire, tuburile trebuie manipulate cu grijă și folosite numai acolo unde nu sunt supuse la sarcini importante, respectiv: pe tronsoane unde trebuia evitată exfiltrația și infiltrația; în incinta întreprinderilor care evacuează ape acide; la conducte de refulare etc. .[3],[4],[15],[21]

#### **3.2.4.7. Tuburi și piese de legătură din gresie ceramică**

Pentru evacuarea apelor de canalizare cu conținut de acizi și alcali sunt folosite tuburi din gresie ceramică și piese de legătură din gresie ceramică sau gresie ceramică antiacidă.

Tuburile și piesele de legătură din gresie ceramică sunt prevăzute, la unul din capete, cu mufă; interiorul mufei și partea superioară a capetelor fără mufă sunt prevăzute cu caneluri.

Diametrele tuburilor din gresie ceramică sunt de 75 – 1000 mm, lungimile variind între 1000 și 1500 mm.

Tuburile și piesele de legătură din gresie ceramică antiacidă au diametre de 25 – 300 mm și lungimi de 500 – 1000 mm.

#### **3.2.4.8. Țevi și tuburi din materiale plastice**

Cele mai folosite tuburi la rețelele de canalizare în ultima perioadă sunt conductele de PVC. Inițial PVC-ul a fost introdus în fabricație pentru transportul fluidelor corozive datorită rezistenței sale chimice și electrochimice deosebite. Ulterior a fost folosit pe scară largă și în rețelele de canalizare la început în special, în zonele cu soluri agresive, ori afectate de curenți de dispersie, unde țevile metalice sau din beton erau rapid compromise. .[3],[4],[15],[21]

Gama uzuală de diametre pentru țevile din PVC este Dn: 16 – 400 mm, pentru presiuni cuprinse între 2,5 și 10 bari, iar pentru țevile din PE, Dn: 16 – 1000 mm pentru presiuni cuprinse între 4 și 32 bari.

Ţevile se fabrică la lungimi de 4000 sau 6000 mm  $\pm$  50 mm inclusiv mufa. Îmbinările tuburilor de PVC între ele și respectiv cu piesele speciale și cu armăturile se pot realiza în legături rigide sau semirigide. Îmbinările rigide sunt: prin lipire cu adeziv în mufe; cu flanșe sau cu dispozitive mecanice speciale. Îmbinările semirigide sunt: cu inele de etanșare din elastomeri, în mufe; cu piese tip Gibault sau cu manșoane de dilatare. .[3],[4],[15],[21]

### 3.2.5. Instalații de epurare a apelor uzate

Obiectivul principal al epurării apelor uzate îl constituie îndepărtarea substanțelor în suspensie, coloidale și în soluție, a substanțelor toxice, a microorganismelor etc. din apele uzate, în scopul protecției mediului înconjurător (aer, sol, emisar etc.). .[3],[4],[15],[21]

Evacuarea apelor uzate neepurate sau epurate necorespunzător poate prejudicia, printre altele, în primul rând sănătatea publică. În această ordine de idei STAS 1481 prevede ca apele uzate să fie evacuate, întotdeauna, în aval de punctele de folosință. De asemenea, STAS 4706 stabilește o serie de categorii de calitate a emisarului, care trebuie avute în vedere la evacuarea apelor uzate. .[3],[4],[15],[21]

Stațiile 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. .[3],[4],[15],[21]

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

- orășenești,
- industriale.

Stațiile de epurare orășenești primesc spre epurare ape uzate menajere, industriale, meteorice, 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. .[3],[4],[15],[21]

Stațiile de epurare industriale epurează numai ape uzate industriale.

Epurarea în comun a apelor uzate orășenești cu cele industriale este avantajoasă, uneori, mai ales când ultimele sunt în cantități mult mai mari decât cele ce intră, în mod normal, în apele uzate orășenești. .[3],[4],[15],[21]

Dintre aceste avantaje menționăm:

- desfășurarea optimă a procesului de epurare datorită substanțelor nutritive conținute în unele ape uzate industriale;
- existența unei singure stații de epurare, în care se tratează ambele feluri de ape uzate, poate conduce la reducerea costului de producție al epurării apei și la o cooperare mai eficientă între industrie și centrul populat, în vederea epurării apelor uzate;

- existența unui singur responsabil pentru epurarea apelor uzate de pe întreg teritoriul centrului populat, ceea ce asigură și o eficiență mai mare a exploataării. .[3],[4],[15],[21]

Epurarea în comun poate fi împiedicată de existența unor substanțe inhibitoare, în suspensie, din apele uzate industriale; în numeroase cazuri, acestea pot fi îndepărtate în stații de preepurare, făcându-se astfel posibilă epurarea lor în comun. .[3],[4],[15],[21]

În vederea epurării apelor uzate și a micșorării costului de epurare, în afară de măsurile luate prin preepurarea unor ape uzate, care conduc – în final- la ușurarea epurării acestora, mai trebuie avute în vedere și următoarele: .[3],[4],[15],[21]

- folosirea la irigații a apelor uzate orășenești sau industriale, procedeu de epurare care conduce la sporirea recoltelor;
- recircularea apelor uzate epurate, care are ca rezultat reducerea investițiilor aferente stațiilor de tratare și de epurare a apelor;
- reținerea și re folosirea unor substanțe valoroase, antrenate de apele uzate (fibre de lemn, produse petroliere etc.) sau rezultate la epurarea apelor (nămoluri, gaze etc.);
- înlocuirea unor substanțe greu degradabile, care fac parte din procesul tehnologic al unor industrii, cu altele mai ușor degradabile, pentru simplificarea procesului de epurare și reducerea costurilor de epurare;
- folosirea capacității de autoepurare a emisarilor, în scopul reducerii instalațiilor de epurare etc

## **Capitolul 4 Metode de identificare a sistemelor de alimentare cu apă și canalizare**

### **4.1. Introducere**

Sistemul de alimentare cu apă și canalizare este compus din mai multe componente, dar în lucrarea de față mă voi referi la rețelele de alimentare cu apă și canalizare.

Rețeaua de alimentare cu apă are rolul de a transporta apa la bransamentul consumatorului. Apa trebuie să aibă calitatea, presiunea și debitul corespunzător standardelor. Rețeaua de canalizare are rolul de a transporta în siguranță apele uzate către stația de epurare.

Transportul apei și a apei uzate este necesar să fie făcut în condiții de optim tehnico- economic. Pentru aceasta este necesar ca aceste rețele să fie bine dimensionate în faza de proiectare și construcție, să fie construite corespunzător, să fie exploatate judicios și să fie bine întreținute.

În cazul unei rețele existente sunt mai multe cazuri în care este necesar ca rețelele de apă și canal să fie bine cunoscute. Acestea sunt:

- lucrări de întreținere,
- revizii,
- reparații de întreținere,
- reparații capitale,
- avarii,
- incendii,
- legarea unor consumatori noi,
- înlocuirea,
- extinderea etc.

În unele situații identificarea rețelei de alimentare cu apă și a construcțiilor accesorii trebuie să se facă foarte repede (incendii, avarii). În alte situații cunoașterea stării și vechimii conductei de apă poate duce la o economie de bani dacă se înlocuiește la timp o conductă a cărei durată de exploatare normată a fost depășită sau care este deteriorată. În cazul în care există spărturi în conductele de apă pot să apară pierderi de apă sau infiltrații care ar duce la deteriorarea calității apei transportate. Cunoașterea poziției exacte a unei conducte poate fi făcută mai repede și cu cheltuieli mai mici în cazul în care este necesar să se facă săpături pentru bransamente, avarii, reparații sau înlocuire.

În cazul canalelor cunoașterea vechimi și a stării conductei este foarte importantă pentru ca acestea să fie înlocuite la timp și să nu se producă exfiltrații care ar polua mediul.

Aceste rețele sunt amplasate în subteran și nu sunt vizibile cu ochiul liber. De aceea pentru a cunoaște elementele de identificare, traseul unei conducte, adâncimea de pozare, diametrul exterior și interior, grosimea stratului de depuneri, starea conductei, vechimea, construcțiile accesorii, este necesar să utilizăm mai multe metode și surse de informație.

Principalele surse de informație referitoare la acestea sunt Cartea tehnică a construcției, Baze de Date (DB), Sistemul de Informații Geografice (GIS), cunoștințele personalului tehnic care exploatează și întreține rețeaua, aparatura de teledetecție

## **4.2. Identificarea rețelei de alimentare cu apă**

Rețeaua de alimentare cu apă este alcătuită din conducte care după rolul lor se împart în conducte principale (artere), conducte de serviciu (conducte secundare) și construcții și instalații accesorii.

Identificarea rețelei de alimentare cu apă presupune cunoașterea următoarelor elemente referitoare la conducta propriu-zisă:

- traseul conductei,
- adâncimea de pozare a conductei,
- materialul conductei,
- diametrul interior al conductei,
- diametrul exterior al conductei,
- grosimea stratului de depuneri,
- starea materialului din care este făcută conducta.

În ceea ce privește construcțiile și instalațiile accesorii trebuie să cunoaștem poziția:

- căminelor,
- vanelor,
- hidranților,
- ventilelor de dezaerisire,
- ventilelor de siguranță,
- ventilelor de reducere a presiunii,
- clapetelor de reținere,
- ventilelor de aerisire,
- compensatoarelor,
- dispozitivelor pentru atenuarea loviturii de berbec,
- cișmelelor publice,
- fântânilor publice.

Pentru identificarea elementelor care alcătuiesc rețeaua de alimentare cu apă se pot utiliza mai multe surse de informații.



Astfel există o sursă de informație constituită din documentele arhivate de către regia de utilități. Aceste documente sunt proiecte tehnice, Cartea tehnica a construcției, baze de date, sisteme de informații geografice. Dacă aceste informații sunt exacte și actuale atunci identificarea obiectelor este foarte simplă. De multe ori însă informațiile deținute în arhivele regiilor de utilități nu sunt complete și nici actuale. De aceea este necesar să se încerce identificarea acestor obiecte pe teren.

Pe teren o sursă de informație o constituie plăcuțele de pe clădiri pe care trebuie să fie semnalate distanțele în plan orizontal până la vane și hidranți. Sunt și cazuri în care unele obiecte pot fi identificate la fața locului cum ar fi căminele de vane, hidranții.

În cazul obiectelor îngropate, cum ar fi conductele, acestea pot fi reperate cu ajutorul locatoarelor. Locatoarele pot determina adâncimea și traseul conductelor îngropate.

### 4.3. Identificarea rețelei de canalizare

Rețeaua de canalizare este alcătuită din canale colectoare principale, colectoare secundare, canale de serviciu.

Identificarea rețelei de canalizare presupune cunoașterea următoarelor elemente referitoare la canalul propriu-zis:

- traseul canalului,
- adâncimea canalului,
- panta canalului,
- materialul canalului,
- dimensiunile interior al canalului,
- dimensiunile exterior al canalului,
- grosimea stratului de depuneri,
- starea materialului din care este făcută canalul,
- sensul de curgere a apei.

În ceea ce privește construcțiile și instalațiile accesorii trebuie să cunoaștem poziția:

- căminelor de vizitare,
- căminelor de rupere de pantă,
- căminelor de spălare,
- gurilor de scurgere (receptoarelor),
- gurilor de zăpadă,
- deversoarelor,
- bazinelor de retenție,
- traversărilor de râuri și de văi.

Pentru identificarea elementelor care alcătuiesc rețeaua de canalizare se pot utiliza mai multe surse de informații. Astfel există o sursă de informație constituită din documentele arhivate de către regia de utilități. Aceste documente sunt proiecte

tehnice, Cartea tehnica a construcției, baze de date, sisteme de informații geografice. Dacă aceste informații sunt exacte și actuale atunci identificarea obiectelor este foarte simplă. De multe ori însă informațiile deținute în arhivele regiilor de utilități nu sunt complete și nici actuale. De aceea este necesar să se încerce identificarea acestor obiecte pe teren.

Pe teren o sursă de informație o constituie căminele de vizitare. Astfel se poate măsura adâncimea canalelor, dimensiunile interioare, panta canalului, direcția de curgere a apei. Alte elemente care pot fi observate cu ochiul liber sunt gurile de scurgere.

Traseul exact al canalelor și adâncimea lor poate fi determinat cu ajutorul locatoarelor.

#### **4.4. Identificarea rețelelor de alimentare cu apă și canalizare cu ajutorul locatoarelor din seria rd 400- radiodetection**

Locatorul din seria RD 400 se compune dintr-un generator și un receptor.

Cu ajutorul locatorului se poate determina poziția și adâncimea liniilor îngropate.

Primul pas pentru trasarea unei linii îl constituie consultarea planurilor terenului și organelor locale de servicii publice. Deși informațiile astfel obținute pot fi inexacte sau incomplete permit formarea unei imagini a ceea ce ar putea să existe în teren.

Următorul pas îl constituie utilizarea locatorului. Informațiile furnizate de acesta, împreună cu experiența și cunoștințele locale, pot conduce la determinarea precisă a poziției și adâncimii liniilor. .[43]

##### **4.4.1. Locatoare analogice**

RD400SL are capacitatea de a furniza informații precise în situații complexe. Detectează semnalul radiat de linia de reper fără să utilizeze un sistem auxiliar de prelucrare a acestuia. Astfel rezultatul este clar și informațiile sigure referitor la poziția și adâncimea liniilor îngropate. De aceea viteza de localizare este mare. .[43]

Locatorul are trei moduri de funcționare:

- localizarea semnalelor aplicate pe linie de transmțător,
- un mod pentru localizarea liniilor care reradiază undele radio UL,
- modul Power(Putere) pentru localizarea liniilor care radiază semnale cu frecvența de 50\60 kHz. .[43]

RD400PL și PT sunt locatoare de precizie ce permit localizarea liniilor îngropate sub autostrăzi sau zone aglomerate. Localizează cu precizie și identifică conducta sau cablul de interes și poate fi utilizat pentru descoperirea tuturor liniilor îngropate în orice zonă de interes.

Locatorul include posibilitatea măsurării automate a adâncimii liniei.

Locatorul RD400PL care are frecvențele de 8kHz și 33 kHz poate fi utilizat în toate aplicațiile de localizare lângă autostrăzi sau pe șantiere. .[43]

RD400PT cu frecvențele Lf și 8 kHz a fost proiectat pentru trasarea conductelor lungi la care se poate conecta galvanic un transmițător. El poate localiza pe o distanță mare cu cuplaj minim al semnalului la liniile adiacente. .[43]

Transmițătoare din seria RD400

RD400SL sau RD400PL sunt disponibile cu transmițător de putere standard. Acesta poate induce semnalul într-o linie până la adâncimea de 2 m, poate fi conectat galvanic la linie sau poate fi cuplat la linia de interes printr-o gamă largă de accesorii.

Semnalul transmițătorului poate fi modificat până la un nivel foarte redus pentru a permite locatorului să fie utilizat în apropierea transmițătorului chiar când acesta funcționează în modul inducție. Este de asemenea disponibil un transmițător cu putere mărită pentru trasarea pe distanțe lungi sau localizarea liniilor la adâncimi mari. .[43]

RD400PL poate fi de asemenea utilizat și cu transmițătorul dedicat locatorului de defecte RD400FFL.

RD400PT poate fi utilizat și cu transmițător de mare putere.

#### 4.4.2. Locatoare digitale

Această gamă de locatoare este formată din RD400PXL-2 și RD432PDL-2. Combinația locator- transmițător este utilizată pentru trasarea cu precizie a liniilor în zone aglomerate și situații complexe, lângă autostrăzi și pe șantiere. De asemenea, ea a fost special creată pentru operatori care lucrează pe linii lungi și rețele utilitare. .[43]

Ambele locatoare au display-ul comandat de microprocesor. Locatoarele sunt proiectate pentru a fi utilizate de către tehnicienii care lucrează în cadrul serviciilor utilitare care au nevoie să obțină cât mai multe informații posibile despre liniile lor. .[43]

Ambele locatoare au două tipuri de antene. Poziția unui răspuns de maxim pe linie dat de antenele orizontale poate fi confirmat printr-un răspuns de minim dat de antena verticală. Punctul în care aceste răspunsuri corespund reprezintă o poziție precisă a liniei. În acest loc se poate face măsurarea adâncimii atât în m/cm cât și în feet/inch a liniei prin utilizarea tastei de măsurare a adâncimii iar rezultatul este afișat direct pe display. .[43]

- măsurarea curentului- CM

Locatorul are facilitatea de a măsura valoarea curentului în mA pe linia pe care a fost aplicat semnalul activ. Operatorul poate astfel să deosebească o linie de interes aflată la o adâncime mare, pe care s-a cuplat direct transmițătorul, de o linie

aflată la o adâncime mai mică în care s-a indus semnal și care ar putea da un răspuns mai puternic. .[43]

- determinarea "sensului" curentului- CD (numai pentru RD432PDL-2)

Funcția "CD" de măsurare a "sensului" curentului indică fluxul de curent de la transmițător către linia căutată și îl deosebește față de alte semnale care apar ca urmare a curenților de retur prin liniile adiacente. Săgeata "înainte" de pe display semnifică linia căutată, iar săgeata "înapoi" indică orice altă linie în care s-a indus semnalul. .[43]

Funcțiile CM și CD combinate duc la o identificare sigură a liniei chiar și în cele mai dificile situații.

#### *Transmițătoarele din seria RD 400*

Fiecare transmițător are 2 frecvențe. Dacă este necesar, semnalele pot fi aplicate simultan pe reper, permițând utilizatorului să-și aleagă frecvența convenabilă.

Semnalul transmițătorului poate fi conectat galvanic la linia de interes sau printr-o gamă largă de accesorii. Semnalul poate fi de asemenea indus în linia respectivă până la o adâncime maximă de 2m. Nivelul semnalului transmițătorului poate fi redus până la o valoare mică pentru a permite utilizarea locatorului în apropierea acestuia. .[43]

RDX400PXL-2 și RD400PDL-2 sunt disponibile cu orice tip de transmițător-standard sau de mare putere.

#### *Alte moduri de localizare*

Locatoarele pot fi folosite și în modul 8 kHz care este ideal pentru localizarea tuturor tipurilor de conducte metalice îngropate, semnalul transmițătorului poate fi aplicat cu ajutorul cleștelui inductiv, indus sau conectat galvanic la linie. De asemenea locatoarele pot trasa conductele și canalizațiile cu ajutorul sondelor transmițătoare. .[43]

### **4.4.3. Localizarea conductelor îngropate**

O conductă îngropată este localizată și trasată, aplicându-i un semnal distinct de la generator și apoi trasând-o cu locatorul.

Modurile pasive ale locatorului "Power" și "Radio" folosesc la prospectarea unei suprafețe pentru găsirea unor conducte necunoscute și a altor linii, iar semnalul transmițătorului este trasat de către locator în modul activ. .[43]

#### **4.4.3.1. Cercetarea unei zone pentru localizarea liniilor îngropate**

În cazul în care dorim localizarea liniilor necunoscute existente într-o anumită zonă locatorul se poate utiliza folosind:

- modurile pasive,
- modurile active.

#### Modurile pasive

Modurile pasive sunt "Power" și "Radio". Aceste moduri nu vor găsi toate liniile, dar oferă multe informații utile într-o zonă complexă. Este recomandat să fie utilizat atât modul "Power" cât și "Radio", pentru o mai bună informare.

Modul "Power" detectează conductele îngropate energizate la 50\60 Hz. Modul "Radio" localizează liniile îngropate care reradiază energia radio de foarte joasă frecvență. .[43]

#### Procedura de cercetare în modurile pasive

Se rotește comutatorul de funcțiuni spre "Power".

Se reglează sensibilitatea astfel ca indicatorul aparatului de măsură să fie în poziție de aproximativ 50%.

Se traversează suprafața executând căutarea în grilă, mergând și ținând confortabil locatorul cu lama detectoare în linie cu direcția de mers, și în unghi drept cu orice linie intersectată.

Când răspunsul locatorului indică prezența unei linii operatorul trebuie să se oprească, să punteze linia și să marcheze poziția sa.

Pe suprafața cercetată trebuie marcată și trasată linia. Se reia cercetarea în grilă a suprafeței pentru a localiza și alte linii.

Modul de cercetare "Power" este foarte sensibil (în conformitate cu National Joint Utilities Group U.K. referitor la sensibilitate).

În anumite zone poate provoca confuzie cantitate de semnale Power. Trebuie ridicat locatorul la distanța de 5 cm față de sol apoi se continuă cercetarea. .[43]

#### Modurile active

Modurile presupun utilizarea unui locator și a unui transmițător. Transmițătorul induce un semnal în liniile pe care le traversează, iar locatorul detectează aceste linii la 20 de pași în amonte și aval. .[43]

#### Procedura de cercetare în modurile active

Cea mai sigură tehnică de cercetare a liniilor îngropate implică doi operatori-baleiajul inductiv.

Se determină suprafața ce urmează a fi baleiată și direcția probabilă a liniilor care intersectează zona.

Se verifică dacă locatorul și transmițătorul au aceeași frecvență.

Unul din operatori ține transmițătorul și celălalt locatorul.

Transmițătorul induce un semnal în linii pe măsură ce le traversează și astfel liniile pot fi detectate cu locatorul la 20 de pași în amonte și aval.

Un operator ține locatorul la începutul suprafeței și bobinele în unghi drept față de direcția probabilă a liniilor îngropate. Reglați sensibilitatea la valoarea

maximă posibilă, astfel încât locatorul să nu capteze semnale aeriene de la generator. .[43]

Al doilea operator va sta la 20 de pași în amonte sau aval, de-a lungul urmei probabile a liniei, ținând transmițătorul aliniat pe lungime cu direcția presupusă a liniei îngropate.

Când transmițătorul este în linie cu locatorul, ambii operatori încep să înainteze în paralel. Operatorul care ține locatorul îl deplasează înainte și înapoi, în paralel cu transmițătorul. .[43]

Transmițătorul aplică semnalul direct liniilor de dedesubt localizate apoi cu locatorul.

Se marchează terenul la fiecare punct de semnal maxim detectat cu locatorul.

Odată ce poziția liniilor a fost marcată, se inversează pozițiile și se amplasează transmițătorul peste markeri, de-a lungul axei lor, și se trasează linia până la ieșirea din suprafața cercetată cu locatorul. .[43]

Procedura adițională de cercetare activă

În cazul în care este doar un singur operator sau nu este suficient spațiu se poate folosi o tehnică mai puțin minuțioasă decât procedura precedentă.

Astfel, se culcă transmițătorul pe o latură. Semnalul transmițătorului va energiza toate liniile laterale, dar nu și pe cele care se găsesc direct sub generator. Se baleiază cu locatorul cel puțin zece pași de la generator. Se punctează și marchează fiecare linie localizată. .[43]

Se rezonează transmițătorul la interval de 5 pași în jurul suprafeței, continuând și baleiajul cu locatorul. Operatorul trebuie să se oprească atunci când apare un răspuns. Se punctează și marchează linia. Se trasează și marchează traseul liniei până la capătul suprafeței cercetate. .[43]

#### **4.4.3.2. Aplicarea semnalului transmițătorului pentru a trasa o linie de reper**

Transmițătorul este folosit pentru a aplica un semnal ușor de identificat la o linie de reper pentru a fi trasată, identificată și punctată folosind locatorul. Se pot utiliza mai multe metode tehnice în diferite situații iar operatorul se recomandă să o folosească pe aceea care aplică cel mai bun semnal cu minimul de interferențe. Voi expune mai jos metodele cele mai potrivite pentru identificarea conductelor. .[43]

Conectarea directă

Se poate utiliza în rețelele de distribuție.

Procedura se desfășoară astfel: cablul de conectare se introduce cu un capăt în soclul de ieșire a transmițătorului și celălalt capăt se conectează pe linia de reper. Se conectează cablul de împământare la un punct de împământare la o distanță de 4-5 pași și preferabil în unghi drept față de traseul presupus al liniei, iar celălalt capăt se introduce în soclul verde al transmițătorului. .[43]

Variația tonului difuzorului arată că s-a stabilit un circuit între generator, linia de reper și retur- prin punctul de împământare.

Transmiterea semnalului cu ajutorul cleștelui inductiv

Se aplică un semnal discriminativ unei linii de reper cu interferența redusă. Semnalul se aplică cu ajutorul unor clești. Linia de reper trebuie legată la pământ la ambele capete. Semnalul conectat cu cleștele de contact direct, dar poate fi mai selectiv decât conexiunea directă, în multe situații, pentru că lucrează ca și cum linia ar fi fost tăiată și emițătorul cuplat între cele două capete. .[43]

Modul inducție

Transmițătorul include o bobină care va induce un semnal într-o linie aflată direct sub generator.

Eficiența este slabă la liniile aflate la adâncimi mari, se recomandă la adâncimi sub 2 m.

Locatorul poate fi folosit pe un spațiu situat la cel puțin 5 pași distanță față de generator.

Inducția nu poate fi folosită pentru aplicarea unui semnal unei linii situate sub un strat de ciment sau beton armat. .[43]

Inducția în bandă îngustă

În cazul în care transmițătorul este așezat orizontal pe pământ cu difuzorul îndreptat în sus semnalul va fi foarte împrăștiat dar, va exista o poziție de nul, fără semnal, direct sub transmițător.

#### **4.4.3.3. Trasarea unei linii de reper cu ajutorul locatorului**

Locatorul este utilizat pentru a trasa o linie de reper imediat ce transmițătorul a transmis și aplicat pe linie un semnal. Semnalele P (Power) și R (radio) sunt aproape sigur prezente și în toate liniile, astfel că linia de reper poate fi trasată cu certitudine numai după ce se transmite semnalul de la generator. .[43]

Primul pas, înainte de a începe operațiunile, îl constituie verificarea stării de funcționare a bateriei și dacă locatorul și transmițătorul au aceeași frecvență.

Trasarea standard

Standard locatorul trebuie să fie reglat pe răspunsul maxim (Peak).

Următorul pas, localizarea liniei ce urmează a fi trasate. Aceasta se face prin deplasarea locatorului, cu latul lamei îndreptate către generator, pe un cerc cu raza de minim 4 pași , dacă semnalul este conectat direct, și cel puțin 10 pași dacă semnalul este transmis prin inducție. În locul în care aparatul arată răspuns maxim operatorul trebuie să se oprească, să se deplaseze înainte și înapoi și să fixeze exact poziția răspunsului maxim. Se așează capătul lamei locatorului pe pământ și se marchează locul, notând indicația instrumentului de afișare. Se continuă deplasarea în cerc și operatorul trebuie să se oprească de fiecare dată când apare un răspuns. .[43]

Apoi se ține locatorul deasupra liniei de reper, cu lama detectoare în unghi drept față de linie. Îndepărtați-vă de generator, deplasând ferm locatorul la stânga și la dreapta la fiecare pas, se va obține un răspuns de maxim exact deasupra liniei și un răspuns redus în lateral. .[43]

Trasarea cu un locator de precizie

Trasarea liniei poate fi accelerată comutând paratul pe răspunsul nul.

Se deplasează locatorul în stânga și în dreapta mergând pe urma liniei pentru a observa răspunsurile: nul pe linie și maxim în lateral de acesta.

Periodic comutați din nou pe "Peak"- răspuns maxim- pentru a verifica poziția exactă a liniei de reper.

#### **4.4.3.4. Punctarea unei linii de reper**

Punctarea se definește ca fiind poziția exactă și direcția unei linii de reper, după trasarea și după cunoașterea aproximativă a poziției sale.

Procedura se desfășoară astfel: se traversează dintr-o parte în alta a liniei și se definește punctul de răspuns maxim. Se rotește locatorul ca un pivot. Se oprește în momentul răspunsului maxim.

Se ține lama detectoare în apropierea solului în poziție verticală. Locatorul trebuie mișcat ușor dintr-o parte în alta și se stabilește care este poziția în care răspunsul este maxim. Lama detectoare va fi în acest caz direct deasupra liniei de reper și în unghi drept cu aceasta. Poziția liniei se marchează. .[43]

#### **4.4.3.5. Măsurarea adâncimii**

Măsurarea adâncimii prin apăsare pe buton este posibilă până la adâncimea de 3 m, atunci când linia este energizată prin semnalul transmiiătorului. Triangulația poate fi utilizată pentru adâncimi mai mari, sau pentru verificarea metodei prin apăsare pe buton.

Măsurarea se va face de la axa conductei, astfel încât adâncimea învelișului va fi, normal, mai mică decât valoarea indicată de locator, posibil critică în cazul conductelor cu diametre mari. .[43]

Procedura standard de măsurare a adâncimii



Procedura de măsurare a adâncimii se desfășoară astfel, după ce linia de reper a fost punctată corect cu locatorul se comută locatorul pe modul "Peak". Dacă se folosește un locator de precizie punctarea se face folosind ambele moduri, Peak și Null. Semnalul trebuie să corespundă în același punct în cele două moduri. .[43]

Locatorul trebuie să fie direct deasupra liniei, în unghi drept față de ea, și în poziție verticală. Se apasă butonul pentru măsurarea adâncimii după care se eliberează. Adâncimea va putea fi citită pe scală sau ecran. Există mi multe situații în care măsurarea adâncimii să nu fie făcută exact. Acestea sunt: prezența în teren a unui câmp electromagnetic puternic, în acest caz se măsoară adâncimea cu locatorul poziționat la 5 cm deasupra pământului; prezența unor linii adiacente cu semnal puternic la distanța de 3-4 pași de linia de reper. .[43]

Procedura de folosire a metodei triangulației pentru măsurarea adâncimii

Dacă există vre-o îndoială privind măsurarea adâncimii prin apăsarea pe buton, se poate face o verificare prin metoda triangulației.

Se reglează sensibilitatea locatorului astfel încât să afișeze 99,8 atunci când se află direct deasupra liniei, cu locatorul în poziție verticală și cu capătul acestuia lipit de sol operatorul trebuie să se deplaseze în stânga și în dreapta până când indicația aparatului scade la 70,0. Se marchează aceste puncte și se măsoară distanța dintre ele. .[43]

Distanța dintre cele două puncte este egală cu adâncimea, cele două puncte trebuie să fie simetrice față de poziția liniei. Se folosește pentru adâncimi mai mari de 20 cm. .[43]

#### **4.4.4 Utilizarea sondelor transmițătoare pentru localizarea canalelor și conductelor nemetalice**

O sondă de transmisie este un mic emițător submersibil autonom, care radiază un semnal ușor de localizat de locator.

Sonda poate fi localizată doar într-un canal, conductă, sau țevă nemetalică. Conductele sau capacele metalice ecranează semnalul care nu poate fi detectat. .[43]

Pot fi furnizate sonde cu diametre de la 13 mm până la 1,5 m și o serie detectabilă la adâncimi mai mari de 18 m.

În plus față de trasarea conductelor și țevilor nemetalice, sondele pot fi utilizate pentru localizarea pierderilor în conductele de apă din material plastic, monitorizarea dispozitivelor orizontale de foraj- tehnici "No-dig"..[43]

Alegerea sondei corespunzătoare

Pentru o aplicație oarecare trebuie verificat ca sonda să fie suficient de mică și robustă, iar domeniul de lucru să fie suficient pentru aplicația respectivă. .[43]

Toate sondele sunt verificate la șocuri și vibrații tridimensionale, dar sondele de canalizare și supersondele sunt proiectate special pentru trasarea canalelor de scurgere și canalelor colectoare. Aceste sonde au pereți "pentru regim greu", pentru a asigura o durată lungă de viață în condițiile canalizărilor cu șocuri și suprafețe abrazive. .[43]

Este de asemenea important ca frecvența sondei să corespundă cu frecvența locatorului, altfel nu se poate realiza localizarea. Sondele au frecvența de transmisie marcată.

Trebuie verificat și dacă mijloacele de propulsare a sondei sunt disponibile împreună cu elementele de fixare sau cuplare. Propulsarea sondei.[43]

Sondele sunt prevăzute cu un ștuț filetat M 10 la un capăt, pentru a fi conectate la prelungitoare pentru canale, la prelungitorul flexibil Flex Rod, sau la alte dispozitive de împingere a sondei în lungul unui canal sau țevi.

Sferele pot pluti de-a lungul canalelor cu ajutorul unei sfere suport sau flotoare care se cuplează la sonde pentru canale colectoare sau la super sonde. Sondele pot fi îmbinate cu dispozitive pentru lansarea jeturilor de apă cu mare presiune, folosite pentru curățirea, întreținerea și inspectarea canalelor de scurgere. .[43]

#### Procedura de localizare a sondei

Se introduce o baterie nouă în sondă. Se verifică frecvența sondei și a locatorului care trebuie să fie identice. Se poziționează sonda față de locator la o distanță egală cu adâncimea de lucru. .[43]

Se orientează locatorul spre sondă cu lama detectoare în linie cu sonda și se controlează ca indicațiile scalei să depășească 50% când sensibilitatea e reglată pe maximum.

Se introduce sonda în punctul de acces al canalului și se localizează cât timp este vizibilă. Operatorul se deplasează 3-4 pași și în punctul în care detectează un maxim se oprește, rotește locatorul cu lama ca pivot până indică un maxim, mișcă aparatul stânga, dreapta până găsește din nou un maxim. Sonda dă un răspuns maxim când locatorul este în paralel cu ea. Se marchează poziția și direcția sondei. Se repetă operația la 3-4 pași. .[43]

#### Măsurarea adâncimii unei sonde

Măsurarea adâncimii prin citirea indicației locatorului

Se localizează sonda. Se apasă butonul adâncime și se citește indicația. Aparatul determină adâncimea sondei.

Măsurarea adâncimii prin metoda calculării pentru măsurarea adâncimii sondei

O altă metodă este cea prin care se deplasează locatorul în fața sondei în paralel cu ea, după ce a fost localizată cu precizie, crescând sensibilitatea pentru a afla valoarea de maxim a semnalului secundar. Se deplasează locatorul în spatele sondei și se va afla poziția de nul, apoi se deplasează în față și se află poziția de nul. Înmulțind cu 0,7 pentru a obține o măsurătoare aproximativă a adâncimii. .[43]

Punctarea unui blocaj de canal sau a unei prăbușiri

Se propulsează cu prelungitoare sau cu alte metode de-a lungul canalului, operând localizări la 3-4 pași.

Sonda se va opri în dreptul blocajului. Punctați și marcați poziția.

Trasarea canalelor sau conductelor din plastic cu diametre mici

“FlexiSonde” (“Sonda flexibilă”) este un prelungitor foarte flexibil cu o sondă mică (“Small Sonde”) încastrată la capăt.

Introduceți FlexiSonde înăuntrul canalului sau conductei și localizați la fiecare pas. .[43]

*Alte aplicații*

Sonda poate fi folosită și pentru alte aplicații cum sunt:

Localizarea scurgerilor de apă în conductele din plastic

Este o metodă laborioasă pentru localizarea scurgerilor și se folosește numai când lipsesc sistemele tradiționale acustice.

Monitorizarea unei scule de foraj orizontal.[43]

Atașarea sau înșurubarea unei sonde la scule de foraj orizontal dă posibilitatea operatorului să monitorizeze cu locatorul parcursul sculei de foraj, pentru a vedea dacă este pe traseu, sau a deviat și trebuie retrasă.

Localizarea aparatelor de investigare (camere video) .[43]

Scopul unui asemenea aparat este de a furniza informații. Cunoașterea la suprafață a poziției lui mărește valoarea informațiilor: solul poate fi marcat direct în situațiile care cer acțiuni de remediere, sau poziția aparatului poate fi punctată în eventualitatea că s-a blocat. .[43]

## Capitolul 5 Sisteme de gestiune a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare

### 5.1. Introducere

Gospodăria subterană de alimentare cu apă și canalizare din țara noastră are următoarele caracteristici principale:

- lungimi mari (1,5-2,0 m/loc);
- amplasare în intravilan;
- acces subteran dificil;
- se intersectează, suprapune sau învecinează cu alte rețele subterane;
- diversitatea materialului rețelelor, a vârstei (1- 100 ani);
- acțiunea factorilor externi:
  - de la suprafață (circulație),
  - din subteran (ape subterane , agresive, curenți vagabonzi).

Caracteristicile acestea impun cunoașterea exactă a poziției fiecărui obiect din rețeaua de apă sau canalizare pentru o exploatare și întreținere optimă din punct de vedere tehnico-economic.

În perioada 1900-1940 construcția rețelelor a fost corespunzătoare din punct de vedere tehnic și calitativ. Au fost întocmite și planuri de situație ale rețelelor pe care au fost reprezentate întocmai traseele, cotele de amplasament a rețelelor și construcțiilor auxiliare și alte detalii (material, dimensiuni) . Aceste planuri de situație erau completate în mod corespunzător cu modificările ulterioare aduse rețelelor.

În perioada 1950-1990 s-au construit cea mai mare parte a rețelelor dar, datorită programului forțat de dezvoltare s-a realizat, necorespunzător din punct de vedere tehnic și calitativ. Nu s-au întocmit, păstrat și completat (corespunzător cu modificările ulterioare aduse rețelelor) planuri de situație ale rețelelor pe care să fie reprezentate întocmai traseele, cotele de amplasament a rețelelor și construcțiilor auxiliare.

În perioada 1990-2000 a început un program de reabilitare, înlocuire și extindere a rețelelor. În această perioadă a devenit imperativă obligația de a respecta prevederile legale, prescripțiile tehnice, standardele, normativele. Nici în această perioadă nu s-a acordat importanța cuvenită întocmiri, păstrări și completării planuri de situație ale rețelelor conform situației real.

În perioada anului 2000 și până în acest moment datorită programelor de preaderare și aliniere la standardele europene a fost simțită acut lipsa informațiilor exacte referitoare la rețelele subterane. Aceste informații sunt necesare pentru

fundamentarea deciziilor de extindere, înlocuire sau reabilitare a rețelelor existente și pentru exploatarea optimă a rețelelor.

Datorită faptului că în perioada 1950-1990 mobilitatea forței de muncă era extrem de scăzută majoritatea informațiilor referitoare la rețelele îngropate erau deținute sub formă de cunoștințe de către personalul de exploatare al acestora. O parte din cunoștințele acestora au fost transmise celor care i-au înlocuit sau au fost transpuse pe planuri de situație.

După anul 1990 însă situația pe piața muncii s-a schimbat și a apărut o mobilitate mai mare și în perspectivă se întrevide o mobilitate și mai ridicată. De aceea este necesar ca acest tip de cunoștințe să fie păstrate și completate corespunzător conform legislației actuale și capacităților tehnice și informaționale actuale.

#### Reglementări legislative

- STAS 1481 -Studii și criterii pentru alegerea schemei de canalizare și a emisarului

Acest STAS prevede obligativitatea existenței planurilor de situație de detaliu și profilelor în lung și transversale prin stradă în secțiuni de control care să permită cunoașterea exactă a poziției fiecărui obiect din canalizare și a rețelelor învecinate.

- HG 273/1994 – Regulament de recepție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora

În această hotărâre de guvern este reglementat modul de completare a documentelor ce intră în alcătuirea Cărții tehnice a construcției. Documentația se referă la proiectarea, execuția, exploatarea, întreținerea, repararea și urmărirea în timp a construcției.

- C.D. 86-75 și C.D. 86-77 - Instrucțiunile tehnice departamentale pentru exploatarea și întreținerea construcțiilor și instalațiilor de alimentare cu apă și canalizare

Aceste instrucțiuni tehnice stabilesc principalele reguli care trebuie respectate în exploatarea și întreținerea rețelelor de distribuție a apei potabile din centrele populate și rețelelor publice de canalizare din centrele populate, pentru celelalte categorii de rețele de distribuție și de canalizare având numai caracter de recomandare.

Conform acestor instrucțiuni este necesar a se organiza și ține la zi următoarele evidențe:

- evidența construcțiilor și instalațiilor care alcătuiesc rețeaua;
- evidența parametrilor funcționali;
- evidența lucrărilor de întreținere.

## 5.2. Sisteme de gestiune

Pentru a respecta legislația în vigoare la momentul actual pot fi utilizate mai multe sisteme de gestiune. Aceste sisteme pot fi tradiționale pe suport de hârtie, sau moderne în format electronic sau mixte.

În "Instrucțiunile tehnice departamentale pentru exploatarea și întreținerea construcțiilor și instalațiilor de alimentare cu apă și canalizare" se precizează evidențele care trebuie organizate și ținute la zi. Acestea sunt:

I) Pentru rețele de distribuție

Pentru exploatarea și întreținerea corectă a rețelei de distribuție este necesar a se organiza și ține la zi următoarele evidențe:

- evidența construcțiilor și instalațiilor care alcătuiesc rețeaua;
- evidența parametrilor funcționali;
- evidența lucrărilor de întreținere. [10]

Evidența construcțiilor și instalațiilor rețelei se organizează la sediul unității de exploatare și întreținere și cuprinde o descriere completă a componentei și modului de funcționare a rețelei precum și releveele tuturor conductelor principale și de distribuție, inclusiv instalațiile și construcțiile accesorii. [10]

Releveele se întocmesc sub formă de planuri de situație generale, pentru ansamblul rețelei, la scara 1:5000 sau 1:2000 și de detaliu, în mod obișnuit pentru câte o stradă, la scara 1:500 sau 1:200, folosindu-se semnele convenționale corespunzătoare. [10]

Pe planurile generale se vor trece traseele conductelor, materialul și diametrul acestora, cotele de pozare, poziția vanelor, a golirilor și hidranților, iar pe planurile de detaliu, pe lângă elementele susmenționate, se vor mai trece și distanțele de reperare a armăturilor față de clădiri, de împrejurimi etc., cișmelele de stradă și cu jet, bransamentele și intersecțiile cu celelalte instalații din subsolul străzii. [10]

Pentru construcțiile speciale din lungul rețelei, ca treceri în tunel pe sub căi ferate sau cursuri de apă, traversări aeriene etc. se vor elabora planuri de detaliu și secțiuni caracteristice la scara 1:100 sau 1:50. [10]

Atât planurile generale cât și cele de detaliu, originale și copii, vor fi completate cu ocazia execuției lucrărilor de extindere, modificare etc. în termen de cel mult 30 de zile de la terminarea lucrărilor respective. [10]

Caracteristicile principale ale rețelei vor fi consemnate în fișe generale de evidență, astfel încât să fie posibil a se cunoaște, când devine necesar, lungimea

totală a rețelei, pe materiale și pe dimensiuni, numărul armăturilor, al contorilor, vechimea conductelor etc. [10]

Evidența parametrilor funcționali ai rețelei se referă la debitele transportate și la presiunile de serviciu înregistrate de aparatele de măsură montate în lungul rețelei, în anumite puncte caracteristice. Pentru fiecare asemenea punct se va ține o fișă de evidență, în care se vor trece, în ordine cronologică, toate înregistrările și măsurătorile făcute în punctul respectiv. Se recomandă și transpunerea datelor sub formă de diagrame, pentru perioade mai mari, de 6 sau 12 luni. [10]

Evidența lucrărilor de întreținere se face pe fișe în care se consemnează, pentru fiecare conductă în parte, natura lucrării efectuate, timpul necesitat, formația de lucru și felul și cantitățile de materiale consumate, având în vedere că aceste fișe constituie acte de evidență care se folosesc la stabilirea, pentru anul următor, a necesarului de materiale etc. [10]

Datele principale de exploatare și întreținere vor fi centralizate și prelucrate după încheierea fiecărui an, punându-se în evidență evoluția debitelor și a presiunilor în zonele unde acestea înregistrează eventuale scăderi accentuate, numărul total și felul avariilor, durata intervențiilor, cantitățile de materiale consumate la lucrările de întreținere și de remediere a avariilor, măsura în care au putut fi respectate frecvențele diferitelor lucrări din graficul de întreținere etc. În general se va căuta a se valorifica într-o măsură cât mai mare toate concluziile ce rezultă din datele de exploatare și întreținere, astfel încât organizarea și desfășurarea acestor activități în anul următor să se îmbunătățească continuu, pe baza experienței acumulate. [10]

pentru rețele de canalizare

Pentru exploatarea și întreținerea corectă a rețelei de canalizare este necesar a se organiza și ține la zi următoarele evidențe:

- evidența construcțiilor și instalațiilor care alcătuiesc rețeaua;
- evidența calității apelor uzate descărcate în canalizare și în emisar;
- evidența lucrărilor de întreținere. [10]

Evidența construcțiilor și instalațiilor rețelei se organizează la sediul unității de exploatare și întreținere și cuprinde o descriere completă a componenței și modului de funcționare a rețelei, precum și releveele tuturor canalelor principale și secundare, inclusiv instalațiile și construcțiile accesorii. [10]

Releveele se întocmesc sub formă de planuri de situație generale, cu curbe de nivel, pentru ansamblul rețelei, la scara 1:5000 sau 1:2000 și de detaliu, în mod obișnuit pentru câte o stradă, la scara 1:1000 sau 1:500, folosindu-se semnele convenționale corespunzătoare. [10]

Pe planurile generale se vor trece traseele canalelor principale și secundare (exclusiv canalele de racord ale imobilelor), materialul, tipul și dimensiunile interioare ale canalelor, sensul de curgere al apei, limitele bazinelor de canalizare, stațiile de pompare, bazinele de retenție, gurile de descărcare în emisar sau poziția stației de epurare. Pe planurile de detaliu, pe lângă elementele susmenționate, se vor mai trece căminele de vizitare, gurile de scurgere, deversoarele, canalele de racord, cotele caracteristice pe verticală, camerele de intersecție și celelalte construcții- accesorii, traversările pe sub râuri sau căi ferate, intersecțiile cu celelalte instalații din subsolul străzii, distanțele de reperare a construcțiilor de pe rețea față de clădiri, de împrejurimi etc. [10]

Pentru construcțiile-accesorii din lungul rețelei se vor elabora planuri de detaliu și secțiuni caracteristice la scara 1:100 sau 1:50. [10]

Atât planurile generale cât și cele de detaliu, originale și copii, vor fi completate cu ocazia execuției lucrărilor de extindere, modificare etc. în termen de cel mult 30 de zile de la terminarea lucrărilor respective. [10]

În cazul în care exploatarea și întreținerea rețelei este sectorizată, la fiecare punct de exploatare va exista câte un exemplar din planurile generale și de detaliu a porțiunii de rețea ce este afectată sectorului respectiv. [10]

Evidența lucrărilor de întreținere se face pe fișe în care se consemnează , pentru fiecare canal în parte, natura lucrării efectuate, timpul necesitat, formația de lucru și felul și cantitățile de materiale consumate, având în vedere că aceste fișe constituie acte de evidență care se folosesc la stabilirea, pentru anul următor, a necesarului de materiale etc. [10]

Datele principale de exploatare și întreținere vor fi centralizate și prelucrate după încheierea fiecărui an, punându-se în evidență evoluția principalilor parametri funcționali ai rețelei, zonele deficitare, în care canalele intră sub presiune la ploi de anumită intensitate, numărul total și felul avariilor, durata intervențiilor, cantitățile de materiale consumate la lucrările de întreținere și de remediere a avariilor, măsura în care au putut fi respectate frecvențele diferitelor lucrări din graficul de întreținere etc. În general se va căuta a se valorifica într-o măsură cât mai mare toate concluziile ce rezultă din datele de exploatare și întreținere, astfel încât organizarea și desfășurarea acestor activități în anul următor să se îmbunătățească continuu, pe baza experienței acumulate. [10]

### **5.2.1. Sisteme de gestiune tradiționale**

Sistemele de gestiune tradiționale se bazează pe documentații care se întocmesc obligatoriu conform legislației în vigoare și sunt reunite în Cartea tehnică a construcției.



Cartea tehnică a construcției se întocmește, într-un exemplar, de către investitor pentru toate obiectele de construcții definitive, supuse regimului de autorizare a construcțiilor. [9]

Cartea tehnică a construcției conține documentație referitoare la proiectarea, execuția, exploatarea, întreținerea, repararea și urmărirea în timp a construcției. [9]

#### Documentația privind proiectarea

Documentațiile întocmite la proiectarea rețelelor sunt unele dintre documentele pe care se bazează sistemele de gestiune tradiționale. Acestea sunt, conform HG nr. 592/1993 (Regulament privind procedurile de organizare a licitațiilor):

Documentația tehnică este alcătuită din:

- Părți scrise:

- Prezentarea generală a lucrărilor:
  - elemente generale,
  - descrierea lucrărilor (amplasament, topografia, trasarea lucrărilor etc.)
- Caiete de sarcini (pentru execuția lucrărilor, recepții etc, și cuprind dimensiunile, forma, aspectul și descrierea execuției lucrării etc.),
- Breviare de calcul pe specialități (acțiuni, ipoteze de calcul, rezultatele calculului de dimensionare și verificare etc.); [9]

- Părți desenate:

- a) planurile generale (privind construcțiile subterane, topografice principale etc.),
- b) planșele obiectului,
- c) indicarea distinctă a diferențelor față de detaliile de execuție inițiale, cu precizarea cauzelor care au dus la aceste diferențe. [9]

#### Documentația privind execuția

Documentația tehnică privind execuția cuprinde:

- Autorizația de construire a obiectului de investiție,
- Proces-verbal de predare –primire a amplasamentului și a bornelor de repere,

- Înregistrări de calitate cu caracter permanent efectuate pe parcursul executării lucrărilor, precum și documentații care atestă calitatea lucrărilor. [9]

Documentația privind recepția lucrărilor

Recepția lucrărilor de construcții se efectuează atât la lucrări noi cât și la intervențiile în timp (reparații capitale, consolidări, modificări, modernizări, extinderi etc.) asupra construcțiilor existente și se realizează în două etape:

- recepția la terminarea lucrărilor;
- recepția finală la expirarea perioadei de garanție.

Cu ocazia recepției se completează procese-verbale de recepție și acte suplimentare la cererea comisiei. [9]

Documentația privind urmărirea comportării în exploatare și intervenții în timp. [9]

Cuprinde următoarele documente (conform HG nr. 273/1994):

- Prevederi ale proiectantului
  - privind urmărirea comportării construcției,
  - instrucțiunile de exploatare și întreținere,
  - lista prescripțiilor de bază care trebuie respectate în timpul exploatării construcției,
  - documentația de interpretare a urmării comportării construcției în timpul execuției și exploatării. [9]
  - Proiectele în baza cărora s-au efectuat , după recepția finală a lucrărilor, modificări ale construcției față de proiectul inițial efectiv realizat. [9]
  - Proiectul de urmărire specială a construcției – dacă este cazul.
  - Acte de constatare a unor deficiențe apărute după recepția executării lucrărilor și măsurile de intervenție luate. [9]
  - Proces-verbal de predare primire a instalațiilor de măsurare prevăzut prin proiectul de urmărire specială a construcției încheiat între executant și beneficiar- dacă este cazul. [9]
  - Referatul cu concluzii anuale și finale asupra rezultatelor urmăririi speciale – dacă este cazul. [9]
  - Proces-verbal de predare primire a construcției când se schimbă proprietarul.
  - Jurnalul evenimentelor întocmit conform modelului de formular.

Acest sistem de gestiune bazat pe Cartea tehnică a construcției are următoarele dezavantaje:

- este dificil de utilizat deoarece informațiile sunt disipate în mai multe dosare,
- pentru a obține date sintetice de tipul lungime totală, lungime pe diametre, lungime pe ani ai construcției, lungime pe materiale este dificil de obținut și presupune un consum mare de timp.

### 5.2.2. Sisteme de gestiune avansate

Sistemele de gestiune moderne se bazează pe tehnologia informației. Acestea pot fi simple sau complexe. Pot fi aplicații simple cum sunt documente electronice Word, foile de calcul Excel, planuri de situație în format electronic, planuri de situație digitizate, sau mai complexe cum ar fi baze de date relaționale, sisteme informatice geografice.

#### Documentele electronice Word

Proiectele tehnice au partea descriptivă editată sub formă de documente tip Word. Aceste documente pot fi stocate în memoria computerelor și pot fi accesate de un număr mare de persoane, dacă se dorește acest lucru. Se pot constitui astfel arhive electronice de documente. Principala diferență dintre arhivele de documente clasice și cele de documente electronice este că pot fi accesate mai ușor și de un număr mai mare de persoane, dacă documentele sunt disponibile pe rețele de calculatoare.

#### Foile de calcul Excel

Foile de calcul Excel sunt alcătuite din celule organizate în coloane și rânduri. Principala funcțiune a acestora este de a efectua diferite operații matematice cu date numerice. De exemplu: stabilim o coloană cu denumirea străzilor orașului și o alta cu lungimea acestora, calculatorul poate să calculeze automat suma totală a lungimii străzilor.

#### Planuri de situație în format electronic

Planurile de situație pot fi desenate cu ajutorul calculatorului folosind programe de proiectare tip CAD. Planurile de situație desenate pe hârtie pot fi transpuse în format electronic. Pot fi constituite astfel arhive în format electronic ale părții desenate a proiectelor tehnice.

#### Baze de date relaționale

Bazele de date relaționale conțin informații organizate în tabele. Tabelele sunt formate din coloane și rânduri. Între tabele se pot crea legături. Folosind limbajul de interogare a bazelor de date SQL se pot extrage date sintetice din aceste tabele. Rezultatele pot fi afișate sub formă de rapoarte

#### 5.2.2.1. Sistemul de informații geografice GIS

Pentru gestiunea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizarea cel mai potrivit este Sistemul de informații geografice GIS.

### **5.2.2.1.1. Ce este un GIS?**

#### **5.2.2.1.1.1. Definirea conceptului de GIS**

Definiția 1. GIS (Geographic Information System) reprezintă sistemul informatic care cuplează o bază de date ce operează cu obiecte geometrice (spațiale) cu o bază de date care operează cu atribute ale informației conținută în prima bază de date.[12]

Orice GIS are ca principal suport o bază de date spațiale, ce reunește informații grafice sisteme de coordonate, poziționare în raport cu diferite sisteme de referință, etc.) cât și o bază de date alfanumerică (tabelară), ce conține atributele elementelor grafice. [12]

Principalul scop al unui astfel de sistem este, pe lângă introducerea, stocarea și editarea unor informații de natură geografică, demografică, de mediu, etc. analiza și studierea acestor informații într-un context relațional, permițând elaborarea unor decizii complexe. [12]

Un GIS oferă posibilitatea asocierii de informație elementelor grafice ale unei hărți. El integrează și analizează date ce provin din variate surse: planuri topografice, hărți tematice, date de teledetecție, date demografice, hărți meteorologice, etc. [12]

Una dintre diferențele fundamentale dintre CAD și GIS este aceea că datele GIS încorporează obiectele lumii reale – ca drumuri, parcele – împreună cu atributele descriptive, stocate în baza de date. CAD creează numai elemente grafice ca linii, puncte și poligoane. [2],[12],[16]

Sistemele CAD, fiind destinate procesului de proiectare, oferă facilități optimizate pentru afișarea, editarea și construirea geometriei datelor grafice, dar nu sunt proiectate pentru efectuarea de analize geografice. [12]

Principalele diferențe dintre GIS și CAD sunt[12]

GIS	CAD
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementele grafice sunt definite în sisteme de proiecție geografică,</li> <li>• Atribute integrate,</li> <li>• Ieșiri sub formă de hărți și rapoarte,</li> <li>• Afișare și interogare spațială,</li> <li>• Facilități topologice,</li> <li>• Prelucrări spațiale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementele grafice sunt referite prin coordonate carteziane,</li> <li>• Atribute externe,</li> <li>• Ieșiri sub formă de desene sau rapoarte,</li> <li>• Mediu de desenare automată,</li> <li>• Obiecte grafice separate,</li> <li>• Prelucrări grafice.</li> </ul>

Elementul cheie care diferențiază GIS de alte sisteme informatice, cum ar fi CAD (Computer Aid Design), cele de prelucrare a imaginilor de teledetecție sau chiar cele de gestiune a bazelor de date, îl constituie posibilitatea de a efectua operații complexe de analiză spațială. Cele două tipuri fundamentale de operații spațiale ale unui GIS se referă la combinarea spațială a diverselor seturi de date GIS și la analiza proximității . [12]

#### 5.2.2.1.2. Cerințele unui GIS

Fiind un sistem informatic, unui GIS i se impune satisfacerea concomitentă a următoarelor cinci cerințe:

- eficiența sistemului (funcții executate rapid);
- economicitate (obținerea rezultatului dorit cu minimum de informații);
- securitate (stocarea numai a datelor valide, nealterarea lor);
- protecția datelor;
- alinierea la cadrul legislativ al țării respective (legea dreptului de autor, legea cadastrului, legea secretului de stat, etc.). [2],[12],[16]

#### 5.2.2.1.3. Componentele unui GIS

Pentru ca să fie funcțional, este necesar ca un GIS să aibă cinci componente:

- echipamente (hardware);
- programe (software);

- date manipulate;
- proceduri pentru realizarea diverselor operații;
- specialiști. [2],[12],[16]

Lipsa uneia dintre aceste componente compromite funcționarea unui GIS.

Aportul fiecăreia dintre componente este însă diferit. Privind sub aspectul costurilor, dacă hardware-ul se consideră ca unitate de cost, costul programelor este între 2 și 5, iar costurile pentru obținerea și prelucrarea datelor se ridică la 100. [12]

Din acest motiv se apreciază că volumul de muncă înmagazinată pentru obținerea unor date corecte are o importanță primordială în activitatea de realizare a unui proiect GIS. [2],[12],[16]

De exemplu, introducerea datelor necesare pentru un oraș mare poate dura ani de zile, deoarece GIS integrează date care provin dintr-o mare varietate de surse: planuri topografice, hărți tematice, planuri și registre cadastrale, date de teledetecție, date demografice din recesăminte, hărți meteorologice, etc. [2],[12],[16]

Specialistul devine și el parte componentă din GIS ori de câte ori trebuie efectuate analize spațiale sau modelări. [2],[12],[16]

Acestea necesită, de regulă, o bună pregătire și o experiență suficient de mare care să permită selectarea și utilizarea tehnicilor și prelucrărilor adecvate și, în plus, o cunoaștere aprofundată a datelor utilizate. [2],[12],[16]

#### **5.2.2.1.4. Domeniile de utilizare ale unui GIS**

GIS acoperă o arie vastă de aplicații: de la mediul înconjurător până la domeniul bancar, de la cadastru și cartografie până la asigurări, de la urbanism și gestiune localităților până la conducerea activității unei întreprinderi, fiind una din cele mai mari și spectaculoase aplicații ale calculatoarelor. [2],[12],[16]

Cele mai relevante domenii de utilizare, pentru tema studiată, ale unui GIS:

- administrație publică locală (Consilii Locale, Consilii Județene, Prefecturi, Primării);
- utilități municipale (rețele de telefonie, apă, electricitate, gaz, canalizare, etc.);
- administrație guvernamentală;
- hidrografie (supravegherea distribuției de apă și canalizare, supravegherea bazinelor hidrografice, etc.);
- protecția mediului;
- urbanism; [2],[12],[16]

### **Administrație publică locală**

GIS este un instrument de lucru care introduce exactitate, rigoare și rapiditate în activitatea curentă a unităților implicare în gospodărirea domeniului public al comunității. [2],[12],[16]

Astăzi, administrațiile locale se confruntă cu probleme mai complexe decât oricând în ultimele decenii. Se cere furnizarea serviciilor mai rapid și mai eficient ca niciodată. GIS oferă un puternic set de instrumente pentru crearea și administrarea bazelor de date geografice și realizarea analizelor spațiale. [2],[12],[16]

Aceste instrumente pot fi folosite într-o multitudine de funcțiuni ale administrațiilor locale, cum ar fi: urbanism, evaluarea proprietăților și a taxelor, siguranța publică, autorizarea construcțiilor, planificarea și evaluarea mediului, evidența spațiului locativ, analize demografice, etc. [2],[12],[16]

#### **Rețeaua de apă**

Cu un GIS se poate reprezenta sistemul de distribuție al apei legat cu o bază de date tabelară care definește fiecare element (rezervoare, țevi, stații de pompare, hidranți, cămine de vane etc.). [2],[12],[16]

Planificarea lucrărilor, inventarul echipamentelor și analizele devin proceduri automate integrate în sistem. De asemenea, se poate lega sistemul de modelare al rețelei la GIS. [2],[12],[16]

##### **Exemple de aplicații:**

- presiunea în rețea;
- analiza curgerii;
- analiza de pierdere a apei;
- detectarea fisurilor;
- schițe de lucru și ordinea lucrărilor;
- generarea și menținerea hărților de bază.

#### **Rețeaua de canalizare**

Un GIS ajută firmele de gospodărire a apelor reziduale la găsirea și documentarea canalelor defecte, neetanșe sau care necesită curățire. De asemenea se pot obține informații asupra întreținerii și inspecției canalelor (stare, defecțiuni, tipul defecțiunilor) cu ajutorul a diferite aparate (camere de luat vederi). [2],[12],[16]

##### **Exemple de aplicații:**

- analiza curgerii în rețea;
- inventarul echipamentelor;
- detectarea fisurilor;
- schițe de lucru și ordinea lucrărilor;
- generarea și menținerea hărților de bază. [2],[12],[16]

### **5.2.2.1.5. Alegerea echipamentelor hardware și a softului pentru un proiect GIS**

Un GIS integrează și analizează date ce provin din variate surse: planuri topografice, hărți tematice, date de teledetecție, date demografice, hărți meteorologice, etc., memorând informațiile în baze de date de dimensiuni foarte mari. [2],[12],[16]

Pentru a funcționa un GIS necesită foarte multă memorie internă (cel puțin 64 Mb) și externă (peste 4 Gb) pentru a putea lucra cu bazele de date spațiale. Monitoarele folosite se recomandă să aibă diagonala de 21 inch. [12]

Pentru tipărirea hărților se recomandă să folosiți plottere cu jet de cerneală. [12]

În ceea ce privește softul necesar, nu mai este necesar ca un GIS să se bazeze pe sistemul de operare UNIX pentru a fi performant. [12]

Un GIS care lucrează sub Windows NT (sau chiar sub Windows 95/98/2000) poate fi la fel de performant. [12]

### **5.2.2.2. Tipuri de date și modalități de achiziție**

Crearea și menținerea datelor reprezintă faza cea mai de durată și mai costisitoare la implementarea unui proiect GIS. [2],[12],[16]

#### **5.2.2.2.1. Tipuri de date**

GIS dispune de un model specific de date pentru reprezentarea hărților. Există două tipuri principale de date referitoare la o hartă:

- Datele spațiale, care descriu locul și forma obiectelor geografice și relațiile lor spațiale cu alte obiecte;
- Datele descriptive despre obiectele geografice (atribute). [2],[12],[16]

Alte tipuri de date folosite: date raster (de exemplu fotografiile digitale ale obiectelor), modele digitale de relief, date multimedia, etc. [2],[12],[16]

Datele spațiale sunt reprezentate grafic prin următoarele elemente (numite primitive grafice):

- puncte, pentru obiecte geografice ale căror margini sau formă sunt prea mici pentru a fi reprezentate ca linie sau poligon, de exemplu: hidranți, vane, cămine, etc.;
- linii, reprezintă forma unor obiecte ale hărții prea înguste pentru a fi afișate ca poligon, de exemplu: țevi, conducte de apă, canale, brașamente etc.;
- poligoane, sunt figuri care închid zone omogene, cum ar fi imobile, rezervoare, parcele, etc.; [2],[12],[16]



Obiectele geografice sunt grupate în straturi (nivele, teme). Acestea organizează obiectele după tipul lor și/sau tematică (exemplu: conducte de apă, cămine de vane, hidranți, canale, cămine de vizitare, etc.). [2],[12],[16]

Atributele sunt reprezentate ca simboluri grafice. De exemplu, conductele sunt desenate cu diferite grosimi de linii, modele, culori și etichete pentru a reprezenta diferite tipuri de material, diametru; hidranții sunt reprezentați folosind un simbol special; etc. [2],[12],[16]

În acest mod, obiectele geografice pot fi afișate simultan cu datele descriptive asociate.

Datele spațiale și atributele sunt stocate de obicei în fișiere diferite. De aceea, puterea unui GIS constă în legarea acestor două tipuri de date și menținerea relațiilor spațiale dintre obiectele hărții. [2],[12],[16]

Datele spațiale sunt memorate în baze de date spațiale ca înregistrări ce conțin:

- coordonatele x, y;
- topologia;
- un identificator (ID) unic (o secvență de cifre pentru legătura cu atributele). [2],[12],[16]

Atributele asociate cu obiectele hărții sunt memorate în baze de date clasice (tabelare) conținând rânduri (înregistrări) și coloane (câmpuri). [2],[12],[16]

Aceste date sunt referite uzual ca tabele de atribute ale obiectelor geografice. Fiecare strat are o tabelă de atribute și fiecărui obiect îi corespunde o înregistrare din tabela de atribute. [2],[12],[16]

Fiecare înregistrare din tabela de atribute conține atributele unui obiect al hărții. De asemenea, conține un identificator unic (ID). Acest identificator este același cu cel din baza de date spațială, astfel înregistrările din cele două baze de date pot fi puse în legătură. [2],[12],[16]

Unui câmp i se pot atașa tabele suplimentare de atribute, dacă acestea au un câmp comun cu tabela principală de atribute. [2],[12],[16]

Hărțile cu care lucrează un GIS sunt imagini vectoriale, dar se pot amplasa pe fundal și imagini raster. Noțiunea de raster (bitmap) se poate traduce prin expresia "hartă de biți". [2],[12],[16]

Să considerăm o imagine de formă dreptunghiulară cu lățimea L puncte (biți) și înălțimea H puncte. În acest dreptunghi se află L x H puncte. Imaginea apare la fel în ambele cazuri, într-un dreptunghi de pixeli. [2],[12],[16]

Diferența esențială este că informația este tratată la nivel de vector (un cerc este memorat prin coordonatele centrului și dimensiunea razei) în cazul imaginii vectoriale, nu la nivel de punct (un cerc este memorat în funcție de starea fiecăruia dintre puncte, aprins sau stins) în cazul imaginii raster.

Dintre cele două tipuri de imagini cele vectoriale reprezintă cele mai multe avantaje. [2],[12],[16]

#### **5.2.2.2.2. Modalități de achiziție**

Definiție. Achiziția datelor este procesul de convertire a datelor din forma în care există într-una în care poate fi utilizată de un GIS. [2],[12],[16]

Deoarece datele spațiale pot fi obținute dintr-o mare varietate de surse, trebuie făcută o diferențiere între achiziția datelor noi și a celor existente. [2],[12],[16]

Achiziția datelor noi se poate face cu:

- Aparate de măsură (cum ar fi stația totală - pentru date ce provin din măsurătorile de teren);
- Metode fotogrametrice (bazate pe evaluarea fotografiilor aeriene);
- GPS (sistem de poziționare prin satelit);
- Radarul subpământean (când poziția obiectelor îngropate este necunoscută);
- Metode de scanare cu laser (realizează numai modele digitale ale terenului);
- Camera de luat vederi. [2],[12],[16]

Achiziția datelor existente se poate face cu:

- Digitizorul (pentru hărți, planuri, etc.);
- Scannerul (pentru fotografii, imagini satelitare, texte, desene, etc.);
- Manual (prin introducerea coordonatelor). [2],[12],[16]

Cele mai folosite surse de date spațiale sunt:

- Hărțile existente,
- Imaginile satelitare,
- Fotografiile aeriene. [2],[12],[16]

Produsele GIS dispun de capacitatea de prelucrare a datelor provenite de la diverse echipamente periferice (scanner, digitizor, modem, stație totală, receptor GPS) și permit descărcarea automată a datelor din carnetele electronice de teren ale stațiilor totale. [2],[12],[16]

Sursele de date descriptive (atribute) pot fi analogice (cartoteci, notițe, acte, etc.) sau digitale (baze de date, sisteme informaționale, fișiere, tabele, etc.). De menționat că datele noi se pot introduce direct în GIS. Datele existente trebuiesc controlate și actualizate înainte de a fi introduse în GIS. [2],[12],[16]

Calitatea datelor trebuie verificată permanent. Aceasta trebuie să fie în concordanță cu cerințele aplicațiilor și influențează decisiv eficiența utilizării unui GIS. [12]

*Caracteristici de calitate sunt considerate:*

- Proveniența (culegătorul de date , sursa, etc.);
- Caracteristicile datelor (stuctura datelor, precizia, consistența, completitudinea, etc.);
- Întreținerea datelor (actualizarea, etc.);
- Accesibilitatea (securitatea datelor, drepturile de licență, etc.);
- Dreptul de modificare a datelor. [2],[12],[16]

#### Digitizarea

Este metoda uzuală de achiziție a datelor folosind o hartă existentă (pe hârtie). Digitizarea implică trasarea manuală a tuturor obiectelor de pe hartă. [2],[12],[16]

Definiție. Digitizarea este procesul de convertire a obiectelor geografice ale unei hărți într-un șir de coordonate carteziene (x,y) stocate într-un format digital. [2],[12],[16]

Acuratețea datelor digitale este direct afectată de calitatea hărții care se digitizează. [2],[12],[16]

#### Scanarea- vectorizarea

Constă în scanarea unor imagini raster (hărți) și apoi transformarea acestora în imagini vectoriale folosind programe speciale de conversie. [2],[12],[16]

Precizia datelor obținute nu este prea bună deoarece procedeul de conversie generează multe erori (nu pot fi recunoscute toate obiectele geografice) și un alt factor important îl reprezintă calitatea hărții sursă (în special contrastul). [2],[12],[16]

#### Carnetul electronic de teren

Este un terminal inteligent pentru achiziționarea, prelucrarea și transferul datelor. Carnetul electronic de teren are funcții multiple:

- Înregistrator automat de date brute sau prelucrate provenite de la aparatura de preluare (tahimetre electronice, teodolite digitale, telemetre sau distonomete);
- Calculator cu modul BASIC programabil pentru prelucrarea datelor, respectiv executarea a 10..12 programe rezidente în memoria RAM;
- Interfață duală pentru transferul datelor către un PC, respectiv spre o imprimantă serială. [2],[12],[16]

#### Stația totală (tahimetru electronic)

Denumită și "stație inteligentă", face parte dintr-o nouă generație de aparate, fiind o realizare de vârf a mecanicii, electronicii și opticii. Concepția constructivă a unei stații totale reunește în cadrul unui singur dispozitiv portabil

componentele necesare măsurării electronice a unghiurilor și distanțelor, software și un mediu de memorare a datelor. [2],[12],[16]

Construcția lor compactă permite, printr-o simplă apăsare de buton, lectura incrementală a cercurilor gradate, măsurarea distanței înclinate, corectarea și reducerea ei, afișarea digitală a valorilor și înregistrarea automată a lor într-un memorator modular. [2],[12],[16]

#### Reperajul fotogrammetric terestru

Este o metodă de achiziție eficientă și cu costuri reduse dacă este vorba de un număr mare de puncte. Ridicările fotogrammetrice se execută pe baza unor imagini preluate din avion și a unor puncte de reper și control ce asigură legătura între teren, fotograme și reprezentarea cartografică (plan, hartă). [2],[12],[16]

Aceste puncte servesc la orientarea absolută. Poziția lor spațială (x, y, z) se determină prin metode topografice folosind sistemul de proiecție *Stereografică 70*. [2],[12],[16]

#### Radarul subpământean

Pentru detectarea rețelelor subterane, dacă se intenționează să se evite săpăturile, este necesar să se folosească radarul subpământean. [2],[12],[16]

Aparatul folosește unde de înaltă frecvență și funcționează pe principiul sondării pe bază de ecou. În acest proces, se analizează reflexiile impulsurilor electromagnetice emise de o antenă spre obiectul cercetat la intervale scurte de timp. Șirul reflexiilor dă posibilitatea de a construi o imagine numită "*radargramă*". Aceasta se poate reda la fața locului pe un monitor sau pe un înregistrator. Datele se pot memora pe un laptop sau pe un floppy disc pentru viitoare prelucrări. [2],[12],[16]

Productivitatea zilnică se poate aprecia la circa 500-700 m/zi. [2],[12],[16]

#### Sateliții

Cele mai mari colecții de date geografice sunt imagini luate din satelit (imagini satelitare). [2],[12],[16]

Acestea sunt imagini raster care pot fi scanate și apoi transformate în imagini vectoriale. [2],[12],[16]

#### GPS

Sistemul de poziționare globală (GPS) este alcătuit din trei segmente:

1. Segmentul spațial (sateliți);
2. Segmentul de control (United States Department of Defence);
3. Segmentul utilizator (oricine folosește un receptor GPS în scopuri de poziționare).

Receptorul GPS determină poziția sa pe baza semnalelor radio primite de la mai mulți sateliți. [2],[12],[16]

### 5.2.2.3. Topologia

Definiție. Topologia este o procedură matematică pentru definirea explicită a relațiilor spațiale definirea conexiunilor dintre linii, identificarea poligoanelor adiacente, definirea unui poligon ca un set (o mulțime) de linii. [2],[12],[16]

Există trei concepte topologice majore:

- Conectivitatea; liniile se pot conecta numai la noduri. Fiecare linie este definită prin înregistrarea numărului nodului de început și a celui de sfârșit.
- Definirea poligoanelor; liniile care se conectează pentru a înconjura o zonă definesc un poligon.
- Învecinarea; liniile au direcție (nod de început și nod de sfârșit) și părți (stânga-dreapta). Poligoanele care au o linie comună sunt adiacente. [2],[12],[16]

### 5.2.2.4. Funcțiuni ale unui GIS

Câteva dintre cele mai importante funcțiuni de bază ale GIS sunt:

Crearea și modificarea hărților

Hărțile sunt create folosind un digitizor.

Modificările pe care trebuie să le poată realiza pe o hartă creată sunt:

- Crearea de noi obiecte;
- Schimbarea caracteristicilor spațiale și descriptive (atribute) ale obiectelor;
- Schimbarea culorii obiectelor geografice;
- Schimbarea proiecției hărții;
- Atașarea unei imagini raster pe fundal și alinierea ei la sistemul de coordonate al hărții (înregistrarea) prin specificarea unor puncte de referință (georeferire);
- Crearea și administrarea simbolurilor grafice (tipuri de linii, reprezentări de suprafețe, etc.). [2],[12],[16]

Interogarea și analiza spațială a datelor

- Analize spațiale și modelări;
- Măsurători, numerotări și calcule (de exemplu: calculul ariilor, măsurarea distanțelor, etc.);
- Crearea de hărți tematice;
- Interogări SQL ale bazelor de date externe;

- Selecția obiectelor după atribute (de exemplu: toate conductele de apă cu diametrul mai mare de 200 mm);
- Clasificarea și vizualizarea zonelor de interes;
- Identificarea zonelor pe baza a două sau mai multe criterii;
- Integrarea setului de date (suprapuneri spațiale). [2],[12],[16]

Utilizarea unui limbaj de programare

- Capacitatea de a dezvolta o interfață utilizator sau elemente de interfață utilizator cu ajutorul unui limbaj de programare. [2],[12],[16]

Folosirea geocodurilor

Geocodarea este procesul de identificare a coordonatelor x, y ale unei locații folosind altă descriere geografică a locației- de exemplu o adresă). [2],[12],[16]

- Geocodarea prin mai multe metode;
- Geocodări după criterii multiple. [2],[12],[16]

Elaborarea de rapoarte

- Crearea de rapoarte sub formă grafică și alfanumerică conținând:
  - hărți tematice;
  - hărți și tabele;
  - hărți, tabele și grafice. [2],[12],[16]
- Controlul formatării paginilor, ajustarea marginilor și schimbarea fonturilor. [2],[12],[16]

Posibilități de extindere

- Suport multiplatformă, interoperabilitatea cu alte platforme și cu alte aplicații;
- Compatibilitatea cu versiunile anterioare;
- Posibilitatea de a introduce date folosind GPS. [2],[12],[16]

Importul și exportul datelor

- Posibilitatea de a utiliza fișiere ASCII, FoxPro, Lotus 1-2-3, Excel, etc.;
- Conversia datelor. [2],[12],[16]

#### **5.2.2.4.1. Operații cu tabele de atribute**

Un GIS realizează uzual legături între diferite seturi de date. Dacă avem mai multe seturi de date acestea pot fi combinate în mai multe feluri posibile. Prin

combinarea datelor din mai multe tabele se pot obține mai multe date decât atunci când datele sunt ținute separat. [2],[12],[16]

Orice două tabele de atribute pot fi conectate dacă au un atribut comun. Există două tipuri de conexiune:

- legarea – prin această operație se stabilește o legătură temporară între înregistrările corespunzătoare din două tabele de atribute folosind un câmp comun.
- unirea relațională – este operația de legare și fuziune fizică a două tabele de atribute folosind un câmp comun. [2],[12],[16]

#### 5.2.2.4.2. Analize geografice

Realizarea analizelor geografice este ceea ce diferențiază GIS de sistemele de cartografie digitală, fiind o funcțiune GIS fundamentală.

Analizele sunt operații care examinează datele cu intenția de a extrage sau crea noi date care îndeplinesc anumite condiții cerute. [2],[12],[16]

Cele mai răspândite metode de analiză sunt:

- simulările (de exemplu: curgerea în rețea, anularea unor părți din rețea etc.);
- sintezele. [2],[12],[16]

Analizele geografice permit studierea proceselor lumii reale prin dezvoltarea și aplicarea modelelor. Modelele ilustrează tendințe fundamentale ale datelor geografice și de aceea fac disponibile noi informații. Modelele pot dezvălui noi relații sau relații neidentificate anterior în interiorul și între seturile de date, prin aceasta ajutând la înțelegerea de către om a lumii reale. [2],[12],[16]

Unul din avantajele majore ale analizei cu ajutorul unui GIS este posibilitatea de a schimba ușor modelul și de a investiga alternativele. [2],[12],[16]

Analizele pe care le poate realiza un GIS sunt:

- analize spațiale:
  - generarea zonelor buffer;
  - manipularea obiectelor spațiale;
  - suprapunerea topologică.
- analize statistice;
- analize tabelare:

- selectarea obiectelor pe baza valorilor atributelor;
- calcularea de noi atribute. [2],[12],[16]

#### *Generarea zonelor buffer*

Operația generează unul sau mai multe poligoane care împrejmuesc obiectele geografice și care sunt folosite pentru determinarea proximității spațiale. Această operație este folosită atunci când este necesar să se identifice o zonă care împrejmuește anumite obiecte geografice. [2],[12],[16]

#### *Manipularea obiectelor spațiale*

Obiectele geografice dintr-un strat pot fi identificate și selectate analizând dacă sunt în interiorul sau exteriorul marginilor obiectelor altor straturi. [2],[12],[16]

De aceea, straturile existente pot fi suprapuse sau combinate pentru a șterge, înlocui, tăia sau uni obiectele geografice, creând astfel noi straturi. [2],[12],[16]

#### *Suprapunerea topologică (spațială)*

Suprapunerea spațială este o operație de unire sau intersectare a obiectelor din două straturi pentru a crea un strat nou și unirea relațională a tabelor de atribute. [2],[12],[16]

### **5.2.2.4.3. Crearea de aplicații client**

Orice GIS furnizează un întreg set de posibilități de programare, care permit:

- să automatizeze acțiunile frecvente;
- să creați propriile comenzi;
- să dezvoltați o interfață utilizator bazată pe meniuri, proiectată să satisfacă nevoile utilizatorilor finali. [2],[12],[16]

### **5.2.2.5. Modelarea rețelelor de alimentare cu apă și canalizare**

#### **5.2.2.5.1. Dezvoltarea planului de modelare**

Procesul de modelare trebuie să înceapă cu un plan deoarece este un proces de anvergură care trebuie să fie realizat eficient și structurat logic.[17], [18]

Personalul companiei de utilități de pe toate nivelurile este de dorit să fie implicat și dedicat efortului de modelare în termeni de resurse umane, timp și fonduri. .[17], [18]



Scopul proiectului de modelare trebuie să fie confirmat în cadrul unor întâlniri între management, ingineri proiectanți și operatorii sistemelor de alimentare cu apă și canalizare. [17], [18]

Este important să se cunoască ce trebuie să fie modelat, ce date vor fi adunate pentru model, cum va fi calibrat modelul pentru a fi siguri că reflectă sistemul real. Aspectele tehnice, de timp, buget și resurse trebuie să fie stabilite în faza de planificare și nu în mijlocul procesului de asamblare a modelului. Rolurile și responsabilitățile membrilor echipei trebuie identificate clar. [17], [18]

Planul trebuie să fie flexibil pentru a fi adaptat la evenimente neașteptate dar trebuie să cuprindă minimum:

- definirea scopului și obiectivelor
- criteriile pentru alegerea programului de modelare
- stabilirea listei datelor necesare
- planul de colectare și validare a datelor de intrare înainte de a fi introduse în model
- proceduri de calibrare a modelului și criteriile de calibrare
- criterii de validare a modelului, pentru siguranța că nu s-a făcut calibrarea modelului într-o manieră forțată
- descrierea aplicațiilor rezultatului modelului
- calendarul
- bugetul
- rolurile în echipă și responsabilitățile. [17], [18]

#### 5.2.2.5.2 Procesul de modelare

Pentru succesul procesului de modelare trebuie ca modelatorul să devină familiar cu principiile de bază ale proiectării și exploatării sistemelor de canalizare, să recunoască gama de condiții hidraulice întâlnite în sistemul real și să înțeleagă punctele tari și punctele slabe ale mecanicii fluidelor care sunt programate în softul de modelare hidraulică. Mai departe modelatorul trebuie să înțeleagă scopul modelării rețelei de canalizare și gama aplicațiilor modelului. De la definirea problemei până la dezvoltarea și utilizarea modelului pentru asistarea dezvoltării unei soluții, modelarea poate părea un proces copleșitor. Ca orice proces complex se recomandă simplificarea prin descompunerea în subprocese mai mici și mai ușor de abordat. [17], [18]

##### a) Scopul și obiectivele unui model

Majoritatea modelelor au scopuri multiple care implică obiective multiple. [17], [18]

b) Proiectarea unor sisteme noi

Primul element cunoscut în proiectare este punctul în care un sistem de colectare se va conecta la un sistem existent de canalizare sau stație de epurare. Modelul este folosit în proiectare pentru a trasa profilul transversal și longitudinal al rețelelor, a poziționa stațiile de pompare, a stabili dimensiunile conductelor, cotele radiatorilor. [17], [18]

c) Proiectarea pe termen lung- Masterplan.[17], [18]

Proiectele pe termen lung- Masterplan pot include extinderea sistemelor și estimarea debitelor până la 20 de ani sau chiar mai mult. Modelul poate fi folosit pentru a identifica probleme potențiale (cum ar fi localizarea punctelor revărsare, sau a tronsoanelor cu viteză necorespunzătoare) și pentru a etapiza, dimensiona, poziționa construcția noilor canale colectoare și a stațiilor de pompare în armonie cu ritul de creștere și dezvoltare. Acest tip de studiu de obicei presupune un compromis între mărimea (costul) dotărilor și capacitatea de a distribui și prelua debite în viitor. [17], [18]

Când se proiectează instalațiile într-un bazin hidrografic trebuie să se țină cont de capacitatea necesară a obiectelor care trebuie să satisfacă nevoile pentru toți consumatorii viitori și nu doar pe ale celor câțiva consumatori inițiali. [17], [18]

De multe ori se folosesc împreună două modele la scară micro și macro. De exemplu se face un model micro detaliat al unei stații de pompare a cărui rezultate se folosesc ca date de intrare pentru un model macro. [17], [18]

Diferența dintre modelele la scară micro sau macro devine din ce în ce mai mică pe măsură ce tot mai multe companii de utilități construiesc modele care includ toate conductele și căminele sau exclud doar acele conducte cu dimensiuni foarte mici. Deși acest nivel de detaliere poate fi copleșitor pentru majoritatea studiilor, această tendință este posibilă datorită abilității de a importa date pentru crearea modelului direct din sistemele de proiectare asistată de calculator CAD sau din GIS. [17], [18]

d) Modelul la scară macro

Modelul este simplificat foarte mult și interpretarea rezultatelor trebuie făcută ținând cont de faptul că o mare parte din detaliile rețelelor au fost îndepărtate. Se includ 2-6 noduri pentru o populație de 1000 de persoane. [17], [18]

Obiectivele principale pentru care este necesar un model macro sunt:

- identificarea potențialelor probleme hidraulice ale rețelelor
- cunoașterea rețelelor, din punct de vedere al planificării
- identificarea unei posibile „imagini de perspectivă” a hidraulicii sistemului actualizată și permiterea unei analize holistice de interacțiune a diverse componente ale sistemului
- stabilirea efectelor debitelor pluviale excepționale și a capacității sistemului de canalizare
- stabilirea operațiilor hidraulice de debite excedentare ale capacității și baypasuri, pentru ca problema calității apei să poată fi controlată
- furnizarea condițiilor la limită pentru evacuarea în efluent din studii detaliate pe model.[17], [18]

## e) Modele la scară micro

Acest tip de model furnizează informații detaliate despre o suprafață mică sau o anumită componentă a sistemului. Aceste modele nu au un grad mare de schematizare sau simplificare. Numărul de noduri tinde să cuprindă majoritatea sau toate căminele din zona modelată. .[17], [18]

Obiectivele principale pentru care este necesar un model macro sunt:

- proiectarea sau evaluarea unui sistem de rețele pentru un proiect de extindere sau pentru o zonă
- evaluarea unei stații de pompare și a componentelor auxiliare
- simularea condițiilor hidraulice pentru o anumită zonă
- înțelegerea detaliată a performanțelor unui sistem de alimentare cu apă și colectare.[17], [18]

### 5.2.2.5.3. Selectarea softului și trainingul

Softurile disponibile pe piață pot să fie foarte diferite din punct de vedere a capacității de simulare a diferitelor condiții hidraulice, capacitatea de folosire a unor scheme complexe de debite de încărcare, analiza variațiilor și prezentarea ieșirilor în format utilizabil. .[17], [18]

Pachete soft de folosință generală, cum ar fi cele de calcul tabelar, au fost și continuă să fie folosite pentru modelarea rețelelor de alimentare cu apă și canalizare. Oricum, programe cu interfețe grafice avansate și capacități de proiectare specifice modelării sistemelor de alimentare cu apă și canalizare sunt acum de dorit. .[17], [18]

Criteriile sugerate pentru selectarea softului includ:

- aplicabilitatea pentru condițiile care trebuie modelate,
- experiența directă sau accesul direct la utilizatori experimentați ai softului,
- costuri (achiziție, licențe de utilizare, training)
- nivelul necesar de abilități,
- compatibilitatea cu sistemul existent,
- ușurința de introducere de date,
- capacitatea de schimb de date (ex. Cu GIS)
- modul de prezentare a rezultatelor,
- dacă este acceptat de comunitatea profesională,
- trainingul și suportul oferit de furnizor,
- viabilitatea pe termen lung a furnizorului. .[17], [18]

Presupunând că modelatorul cunoaște bazele modelării hidraulice a sistemelor de colectare a apelor uzate și debitelor de încărcare, unul din primii pași pentru folosirea modelului este pregătirea în cunoașterea mecanismelor modelului ales. .[17], [18]

### 5.2.2.5.4. Definirea cerinței de date

Obiectivele proiectului și softul de modelare dictează cerința de date. Modelele necesită date spațiale și date temporale care să acopere gama preconizată pentru care este proiectat sistemul. De exemplu dacă modelul este dezvoltat pentru reproiectarea unei stații de pompare într-un sistem de canalizare, datele colectate trebuie să cuprindă elementele fizice de proiectare ale rețelei de canalizare învecinate (dimensiuni de conducte, lungimi, localizarea căminelor) și încărcările hidraulice măsurate și așteptate. [17], [18]

Pentru a organiza procesul de colectare a datelor, cerința de date poate fi organizată în 6 categorii, conform tabelului de mai jos. În a doua coloană sunt enumerate cerințele specifice pentru fiecare categorie. Sursele sunt în coloana a treia și sunt detaliate în secțiunea următoare. Dacă debitele pluviale sunt semnificative, sunt necesare date suplimentare, în funcție de abordarea modelării. [17], [18]

Cerințe de date		Surse de date
Categorie	Data	
Topologia rețelei	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordonate x, y ale segmentelor de conducte și căminelor</li> <li>- Localizarea construcțiilor accesorii</li> <li>- Conectivitatea tronsoanelor de conducte, canale</li> <li>- Diametre și materiale ale tuburilor și conductelor</li> <li>- Elevația căminelor</li> <li>- Tipuri de capace de cămine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planuri de situație/Desene tehnice</li> <li>- Sisteme GIS</li> <li>- Sisteme de gestiune a inventarului</li> <li>- Ordine de lucru</li> <li>- Date culese pe teren</li> </ul>
Proprietăți hidraulice	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coeficienți de rugozitate</li> <li>- Curbe ale pompelor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Specificații ale fabricantului</li> <li>- Informații furnizate de constructor</li> <li>- Valori din literatura de specialitate</li> <li>- Teste de teren</li> </ul>
Debite (casnic, industrial, comercial)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localizarea debitelor</li> <li>- Debite zilnice minime, maxime, medii</li> <li>- Curbe de variație zilnică</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planuri de situație/Desene tehnice</li> <li>- Hărți, planuri fotografiate aerian</li> <li>- Date de recensământ</li> <li>- Prognoze de creștere a populației</li> <li>- Înregistrări de facturare</li> <li>- Date de utilizare a terenului</li> </ul>
Debite de ape pluviale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debite de infiltrație pentru tronsoane sau sub-bazine</li> <li>- Localizarea debitelor de intrare</li> <li>- Cantități intrate</li> <li>- Localizare, date și cantități a debitelor refulate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspecții de teren</li> <li>- Măsurători de teren</li> <li>- Analiza debitelor în stațiile de tratare</li> <li>- Analiza hidrologică</li> <li>- Valori din literatura de specialitate</li> </ul>
Date de funcționare	- Date de reglare a pompelor	- Interviuri cu personalul operațional
	- Date de reglare a dispozitivelor de control a debitului	- Manuale și înregistrări de funcționare

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategii de control</li> <li>- Debite spre stația de epurare</li> <li>- Cantități pompate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspecții de teren</li> <li>- Reclamații ale clienților</li> <li>- Înregistrări de mentenanță</li> </ul>
Date de calibrare	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adâncimi și debite înregistrate</li> <li>- Frecvența și localizarea debitelor refulate</li> <li>- Elevația ternului</li> <li>- Precipitații</li> <li>- Localizarea pluviometrelor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspecții de teren</li> <li>- Măsurători de teren</li> <li>- Înregistrări de funcționare</li> <li>- Înregistrări meteo</li> <li>- Program de monitorizare a debitelor</li> </ul>

Tabelul 5.1 Organizare a procesului de date[17]

### 5.2.2.5.5. Identificarea surselor de date

Datele pentru modelare sunt obținute dintr-o varietate de surse și disponibilitatea acestor date și acuratețea poate să difere dramatic. În timp ce planurile sistemului și desenele arhivate sunt de obicei disponibile pe loc și în principiu precise, datele necesare pentru o planificare ulterioară sunt speculative. Odată datele localizate trebuie evaluate pentru a se verifica dacă sunt potrivite necesităților modelului. Orice raport existent care descrie analize anterioare compilate trebuie revizuit, verificat, și încorporat, dacă este aplicabil. .[17], [18]

Modelatorul poate să aleagă din sursele de date. De exemplu, cota radier a conductelor poate fi obținută din planurile de construcție sau arhivate și din măsurători de teren. Debitelile pot fi estimate prin metode hidrologice sau folosind date despre precipitații și tipuri de acoperire a terenului sau pot fi obținute din canalizare. Alegerea sursei de date se face printr-un compromis între calitatea datelor (acuratețe și completitudine) și costul de obținere a datelor. De multe ori datele sunt obținute prin combinarea mai multor surse pentru a fi introduse în model. .[17], [18]

Acuratețea datelor trebuie evaluată. Este suficient să se cunoască lungimea conductelor cu o acuratețe de 3 metri, dar cota radier a canalelor ar trebui să fie cunoscută cu o acuratețe de 0,03 m sau chiar 0,003 m. De notat că de obicei în modelul canalului lungimea canalului este de obicei măsurată la centrul căminului. .[17], [18]

#### a) Planurile sistemului și arhiva desenelor tehnice

Planurile sistemului și desenele tehnice arhivate furnizează majoritatea informațiilor asupra dispunerii fizice a unui sistem de canalizare existent. Caracteristicile fizice, locația, și elevația conductelor, locația și elevația altor componente ale sistemului cum ar fi căminele, stațiile de pompare, punctele de deversare, granițele sistemului de canalizare sunt de obicei reprezentate pe planuri. .[17], [18]

Cu modelele moderne, este posibil importul direct al topologiei sistemelor de canalizare de pe hărțile digitale. Hărțile digitale sunt create sau transferate în baza de date a proiectului cu ajutorul proiectării asistate de calculator (CAD) sau a softului sistemului geografic informatic (GIS). Pentru sistemele care au doar planurile pe hârtie, digitizarea acestora într-un sistem CAD sau GIS poate fi valoros ca prim pas în modelare. .[17], [18]

Este important ca hărțile sistemului să fie revăzute pentru a confirma că reflectă starea curentă a rețelei de canalizare și că hărțile create la momente diferite au același datum. Pentru detalii asupra componentelor specifice ale sistemului, desenele arhivate pot fi valoroase, de exemplu pentru stațiile de pompare. .[17], [18]

b) registre de exploatare

Multe companii de utilități de canalizare au registre asupra exploatării sistemului. Înregistrări ale frecvenței pomparei și volumele din stațiile de pompare, debitele înregistrate în stația de epurare, debitele de la sursele industriale importante, trebuie identificate. Unele dintre cele mai utile înregistrări operaționale vin de la sistemul SCADA și sistemele de măsurare la distanță precum și de la operatori de teren. .[17], [18]

c) studiile de teren

Studiile de teren furnizează cele mai precise coordonate tridimensionale ale obiectelor care compun rețeaua de canalizare. Cu toate acestea datele din măsurători de obicei costă mai mult decât datele din alte surse. Studiile de teren pot fi folosite pentru a verifica datele din desenele post- construcție și pentru a umple golurile de date. Sistemele de poziționare geografică (GPS) pot scădea costurile colectării acestor date, dar modelatorul trebuie să cunoască acuratețea datelor GPS. Elevația s-ar putea să nu aibă aceeași acuratețe ca și datele x-y. Oricum acuratețea actualelor sisteme GPS rivalizează orice tip de măsurătoare tradițională. .[17], [18]

d) inspecții de teren

Inspecțiile de teren se fac pentru a umple golurile de informații și pentru verificarea la fața locului a înregistrărilor scrise. Vizitele la stația de pompare pot să evidențieze dacă s-au făcut înlocuiri de echipamente de la construcția originală. Operatorii pot aduce modificări sau să înlocuiască complet pompele, trebuie ca pompele funcționale curent să fie cunoscute. De multe ori este necesar să se facă teste pe teren la stațiile de pompare pentru a determina caracteristicile fiecărei pompe. Alte teste adiționale pot include monitorizarea debitelor, sau teste cu coloranți sau fum. .[17], [18]

e) alte surse de date

Este foarte probabil ca modelatorul să trebuiască să identifice alte surse de date pentru a crea un model complet care să reflecte sistemul de alimentare cu apă și canalizare și să îndeplinească cerințele obiectivelor. Datele necesare depind de obiectivele modelului. În continuare sunt prezentate potențiale surse de date adiționale: .[17], [18]

- rapoarte istorice și documente

- fabricanții conductelor și structurilor existente
- rapoarte hidrologice și studii de teren
- date urbanistice de parcelare și utilizare a terenurilor și locația construcțiilor
- date de recensământ și prognoze
- date despre consumul de apă, în special pentru industrie și spații comerciale
- reclamații clienți/registre de inundări
- înregistrări ale contribuitorilor majori la încărcarea sistemului de canalizare
- agenții guvernamentale locale
- grupurile de planificare locală sau urbanism
- agenții de stat pentru protecția mediului și apele române
- agenția de cadastru și geodezie.[17], [18]

### Concluzii

Sistemele de gestiune a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare pot fi tradiționale sau moderne dar indiferent de sistemul adoptat este foarte important să existe o evidență clară a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare. De foarte mare importanță este calitatea datelor stocate, gradul de completitudine și de actualitate a acestora.

În cazul rețelelor mari este foarte important ca acestea să fie bine cunoscute pentru o exploatare eficientă. De buna cunoaștere a rețelelor depinde și fundamentarea deciziilor tehnico- economice. Dacă se cunoaște foarte bine care sunt caracteristicile fiecărui tronson de conductă și a construcțiilor accesorii cu privire la dimensiuni, vechime, stare tehnică se poate lua cea mai bună decizie cu privire la oportunitatea înlocuirii sau reabilitării acestuia. În limita fondurilor disponibile se poate lua decizia de investire a acestora într-un mod optim.

Avantajele utilizării sistemelor informatice de gestiune este că se pot face analize amănunțite asupra sistemului, analize care altfel ar putea fi foarte laborioase și ar dura mult timp. Un alt avantaj este faptul că informația este mai ușor accesibilă pentru mai multe persoane. Dezavantajul acestor sisteme este că sunt costisitoare, necesită un efort mare pentru introducerea și întreținerea datelor.

## Capitolul 6. Contribuții la identificarea și gestionarea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare

### 6.1 Contribuții la identificarea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare

#### 6.1.1 Situația existentă

În prezent, pentru identificarea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare în municipiul Timișoara se folosesc următoarele surse de informații:

1. planuri de situație cu poziționarea căminelor și conductelor de apă și canalizare, planuri de situație din proiecte tehnice, modificate după execuție,
2. planuri de situație cu rețelele de apă și canal care au fost completate în cadrul proiectului de actualizare a traseelor conductelor 1996-2007, planuri care au fost digitizate și transpuse în format de harta electronică cu softul Mapsys,

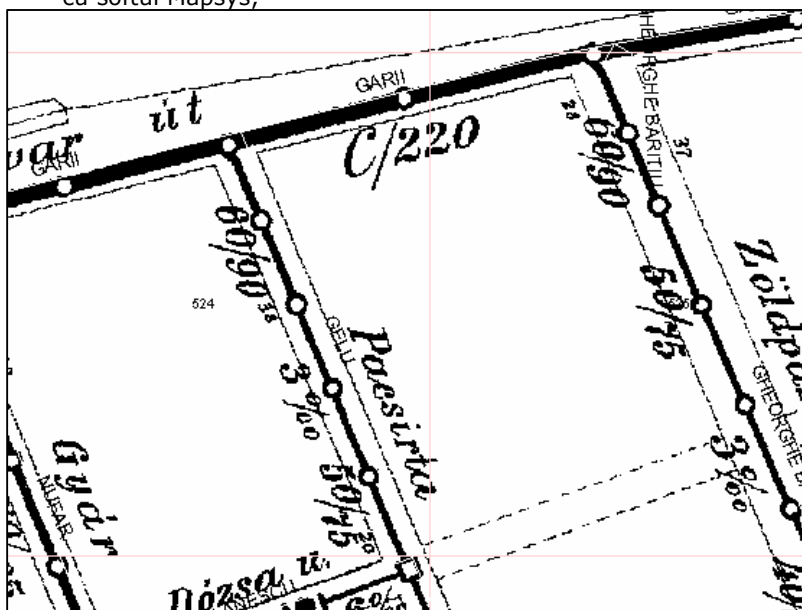


Figura 6.1 Fragment plan situație rețele canal construit în perioada 1909-1912 digitizat și georeferențiat –Timișoara



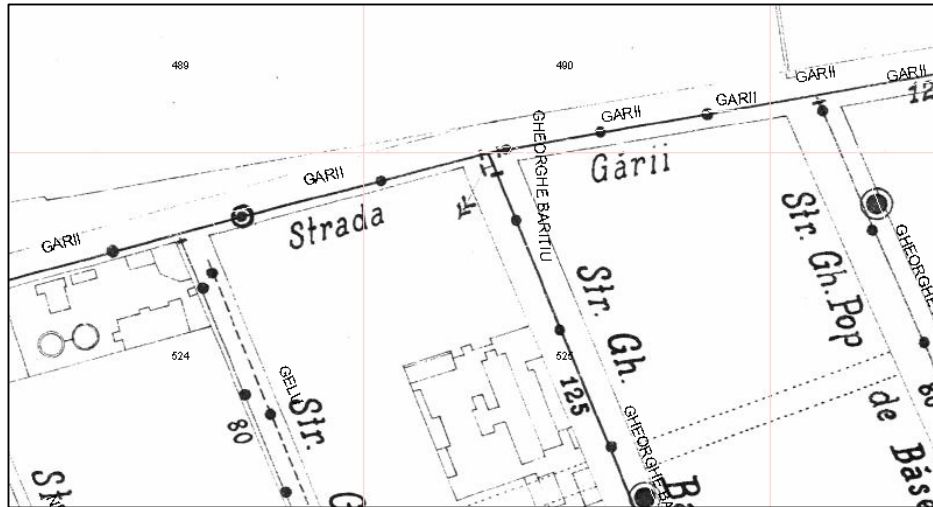


Figura 6.2 Fragment plan situație rețele apă construite în perioada 1912-1914 digitizat și georeferențiat

3. planurile de situație modificate de echipele care verifică pe teren poziția căminelor și canalelor și conductelor, întocmesc schițe ale căminelor, completează atribute ale acestora cum sunt materiale, dimensiuni, adâncimi, relații,
4. măsurători topografice cu stația totală, măsurători cu sisteme de poziționare globală GPS,
5. în situații deosebite se folosește metoda de identificare a poziției și traseului conductelor de apă îngropate cu ajutorul locatoarelor, această metoda este foarte laborioasă și este folosită mai ales pentru poziționarea conductelor existente în zonele în care se fac reabilitări și extinderi de conducte,
6. pentru rețelele de canalizare se folosește o cameră de filmat cu sistem de deplasare prin tuburi de canalizare, pentru inspecții a stării canalelor.

### 6.1.2 Probleme, limitări și erori ale metodelor și tehnicilor folosite

O situație posibilă și care este întâlnită oriunde în lume este că planurile de situație existente să nu fie în concordanță cu situația reală din teren sau să conțină erori de poziționare, omisiuni de detalii, de aceea se impune verificarea pe teren.

În cazul digitizării planurilor pot să apară de asemenea erori de conectare a conductelor de la o planșă la alta, dublări de conducte, erori de desenare, erori de interpretare a simbolurilor folosite.

Ca și consecință s-a demarat un program de identificare și gestionare a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare a întregului municipiu folosind o aplicație a unui soft mai flexibil care permite utilizarea măsurătorilor topografice și GPS în format electronic și în paralel s-a demarat o campanie de verificare pe teren a poziției obiectelor și atributelor acestora.

Într-o primă fază a proiectului demarat în 2007 s-a stabilit ca mod de lucru constituirea a 3 echipe distincte:

1. măsurători topografice și GPS,
2. schițe și atribute, adâncimi și relații între obiecte, cămine,
3. actualizare rețele în format electronic și baze de date cu atribute ale căminelor și canalelor, conductelor,

Prima echipă trebuia să facă măsurătorile, care trebuiau folosite pentru actualizarea rețelei în format electronic și a relațiilor dintre obiecte urmând ca pe baza noilor planuri să se completeze atributele de către echipa a doua, care ulterior să fie actualizate în baza de date legată de obiecte.

Problemele care au apărut au fost că pentru actualizarea poziției obiectelor și conductelor în desenul în format electronic trebuia să se revină în două faze succesive generând ineficiență în gestionarea resurselor umane și a timpului și producea erori prin omisiuni de măsurători pentru cămine aflate în locuri izolate, nedetectabile (spații verzi acoperite de arbuști, acoperiri neconvenționale cu dale de beton, foi de tablă, acoperiri intenționate ale unor cămine de racord cu un strat de pământ ca și protecție antifurt).

Soluția personală propusă și susținută până la implementarea ei a fost ca modul de lucru să se desfășoare în următoarele etape:

1. Echipa a doua să realizeze planșele cu poziționarea relativă a obiectelor și atributelor și relațiilor dintre acestea,
2. Echipa de măsurători să folosească informațiile culese pentru a măsura toate obiectele rețelei,
3. Actualizarea fiind făcută în ultima fază prin suprapunerea celor două surse de informații și consemnarea omisiunilor, inadvertențelor între cele două surse pentru completări și corecturi.

De asemenea în prima fază s-a început măsurarea cu nivela electronică a cotei z a tuturor capacelor de canalizare și am constatat comparând personal valorile cotei z măsurate și cu sistemul GPS că diferența medie se încadrează într-un palier acceptabil și am propus și susținut până la implementare ca pentru cota z să fie folosite măsurătorile GPS și cu stația totală electronică deoarece acele măsurători oricum se făceau și datorită numărului mare de capace de cămine de canal 10.000-12.000. Propunerea a fost ca pe parcursul implementării proiectului să se stabilească punctele cheie pentru care să se facă măsurători riguroase și cotele radierului să fie interpolate pentru celelalte puncte. Motivația principală o constituie factorul timp și volumul mare de date.

Conductele de apă realizate din materiale noi tip PEID, PVC, și alte materiale neconducătoare de electricitate nu pot fi localizate cu aparatura de detecție a conductelor îngropate și pentru aceasta se însoțește conducta de un fir special conducător de electricitate prin care poate fi indus un curent electric care să permită detectarea traseului conductei. Problema este că firul poate să fie întrerupt, rupt în timpul execuției sau în timpul unor lucrări subterane ulterioare și să nu mai poată să fie folosit pentru determinarea exactă a traseului. Soluția propusă, susținută și implementată a fost ca pentru lucrările noi să se verifice pe parcursul execuției lucrărilor și la etapa de recepție la punerea în funcțiune a integrității și

funcționalității firului de identificare prin verificare cu aparatura de localizare utilizată de echipa de detecție a Aquatim.

Problemele nerezolvate încă sunt:

- procedura de lucru existentă pentru identificarea lucrărilor noi presupune verificarea pe teren a poziției obiectelor, măsurarea topografică și verificarea atributelor pentru lucrările care au fost recepționate și sporadic se acorda asistență tehnică din partea echipei de măsurători topo și GPS în timpul execuției lucrărilor;
- la realizarea lucrărilor noi se întocmesc proiectele tehnice cu detaliile de execuție cu toate modificările realizate la proiectul inițial dar chiar dacă se obțin planurile pe hârtie sau scanate sau desene tehnice CAD totuși necesită verificări pe teren și conversia datelor care de asemenea poate genera erori și produce consumuri de resurse materiale, umane și de timp, și nici nu mai există posibilitatea de acces decât foarte costisitoare la lucrările ascunse;
- o problemă nerezolvată și foarte costisitor de rezolvat este situația în care firul însoțitor al conductelor de apă este rupt și nerefăcut în timpul intervențiilor la gospodăria subterană de apă, canal, alte utilități. Nu este fezabil să se verifice integritatea și funcționalitatea firului însoțitor în cazul intervențiilor datorită numărului mare de situații și răspândirii pe toată suprafața municipiului;
- tronsoane de canal pentru care nu a fost identificat sensul de curgere;
- număr mare de cămine de canal acoperite cu asfalt sau sudate;
- erori de corelare între căminele identificate de echipa a doua de culegere de atribute cu pozițiile măsurate de echipa de măsurători;
- erori umane de măsurare generate de dificultățile de măsurare a dimensiunilor secțiunilor transversale a canalelor și conductelor, limitele metodei de apreciere vizuală sunt evidente în situațiile în care sunt văzute succesiv diametre foarte diferite, apărând erori de percepție;
- erori de citire a adâncimilor pe miră;
- erori de măsurare a adâncimii datorită depunerilor din canale;
- erori de măsurători topografice determinate de eroarea echipamentelor GPS 2-3 cm coordonatele x,y și duble sau triple pentru coordonata z;
- erori umane de măsurători topografice cu stația totală.

### **6.1.3. Soluții și propuneri de îmbunătățire a identificării gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare**

Pentru rezolvarea problemelor, limitărilor și reducerea erorilor în activitatea de identificare a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare propun următoarele soluții și îmbunătățiri:

- în cazul lucrărilor de extindere rețele sau înlocuire să se efectueze măsurătorile topografice ale poziției obiectelor constituate și ale traseelor rețelelor noi fără a

mai aștepta recepția la terminarea lucrărilor și a verifica ulterior pe teren situația reală, indiferent dacă realizarea lucrărilor este urmărită de reprezentanții primăriei municipiului Timișoara sau de reprezentanții operatorului de sistem. Deoarece oricum situația trebuie verificată pe teren pentru a accepta calitatea planurilor și detaliilor de execuție cuprinse în proiectul tehnic cu modificările după finalizarea execuției și poate fi un mod de lucru prin care să fi acordat suportul tehnic echipelor de urmărire a execuției lucrărilor și prevenirea situațiilor în care se pot pierde informații referitoare la detalii care nu mai pot fi verificate ulterior decât cu consumuri de resurse de timp, materiale, financiare și umane foarte mari pentru că ar necesita realizarea de sondaje.

- Folosirea la maximum a informațiilor obținute în activitatea curentă prin valorificarea situațiilor în care sunt realizate sondaje pentru repararea avariilor prin realizarea unei proceduri de lucru în care să fi materializat pe teren locația, captarea de imagini și culegerea atributelor conductelor și canalelor identificate pentru a fi măsurate topografic și a fi incluse în baza de date grafică și de atribute,
- Marcarea pe teren folosind vopsea a capacelor căminelor pentru care s-au realizat schițe și s-au cules atribute de către echipa a doua pentru a se fluidiza activitatea prin creșterea operativității măsurătorilor topografice, reducerea și eliminarea omisiunilor și erorilor de măsurare și poziționare, pentru a se reduce timpul de actualizare a bazei de date desenate și de atribute, pentru a reduce numărul situațiilor în care sunt necesare revenirea pe teren pentru completări și clarificări,
- coroborarea tuturor surselor de informații disponibile, hărți și planuri, desene tehnice și proiecte tehnice pentru a obține prin măsurători și verificare pe teren cea mai actuală informație referitoare la situația existentă,
- Transferarea în format electronic a planurilor de situație, profile transversale și scheme de montaj prin realizarea unui sistem de gestiune a documentelor care să permită inserarea unor legături la o baza de date tip arhivă cu toate documentele în format text, imagine astfel încât să poată fi obținute mai multe detalii ale lucrărilor ascunse de către cei care actualizează baza de date și completează atributele,
- Măsurarea diametrelor exterioare ale conductelor cu ajutorul unor instrumente de tip șubler sau prin determinarea diametrului prin măsurarea cu panglica gradată a lungimii cercului secțiunii transversale.

## **6.2. Contribuții la gestiunea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare prin gis (Geographic Information System- Sistem de informații geografice)**

### **6.2.1. Aplicație – Concept sistem de gestiune gospodărie de alimentare cu apă și canalizare – propunere autor**

Sistemul de gestiune propus se bazează pe Sistemul de informații geografice GIS.

#### **6.2.1.1. Definirea obiectivelor sistemului de gestiune**

Obiectivele sistemului de gestiune privesc următoarele tipuri de ieșiri de date:

Pentru rețeaua de alimentare cu apă:

- lungimea totală a rețelei de alimentare cu apă,
- lungimea de rețea de alimentare cu apă care prezintă aceleași caracteristici (diametru, vechime, material),
- tronsoane de conductă pe care se înregistrează avarii frecvente,
- tronsoane de conductă a căror durată de funcționare a fost depășită,
- tronsoane de rețea pe care se înregistrează pierderi de apă,
- cota de elevație z a conductelor de apă,
- număr de hidranți,
- poziția hidranților,
- numărul căminelor de vane,
- poziția căminelor de vane,
- etc.

Pentru rețeaua de canalizare:

- lungimea totală a rețelei de canalizare ,
- lungimea rețelei care prezintă aceleași caracteristici (diametru, vechime, material),
- tronsoane de canal pe care se înregistrează blocaje, prăbușiri frecvente,
- tronsoane de canal a căror durată de funcționare a fost depășită,
- tronsoane de canal cu exfiltrații sau infiltrații,
- cota de elevație z de început și de sfârșit a fiecărui tronson de canal,
- numărul căminelor de vizitare,
- poziția căminelor de vizitare,
- etc.

#### **6.2.1.2. Sistemul de alimentare cu apă**

Sistemul de alimentare cu apă se compune din:

- stație de tratare a apei,
- stații de pompare,
- conductă de aducțiune,

- rețea de distribuție,
- rezervoare.

Pentru fiecare element al sistemului de alimentare cu apă este necesar să existe planuri de situație, secțiuni, vederi. De asemenea trebuie să existe fișe cu caracteristicile fizice și parametrii funcționali ai acestora.

Pentru rețelele de distribuție trebuie să avem planuri de situație, secțiuni, detalii de execuție. Acestea pot fi transpuse în format electronic realizându-se hărți digitale.

În Sistemul de Informații Geografice (SIG) hărțile digitale sunt conectate la baze de date relaționale. Hărțile sunt realizate pe straturi. Astfel pot fi vizualizate doar straturile dorite, celelalte rămânând ascunse.

Putem crea un strat numit *Artere* în care vom reprezenta toate arterele și care va fi desenat cu un anumit tip de linie. Legate de acest strat vor fi tabele care conțin atributele arterelor. Fiecare tronson va avea un cod unic de înregistrare. Fiecare tronson va fi reprezentat de un rând al tabelului.

Tabelul numărul 6.1 conține coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de arteră.

Tabel nr. 6.1 Coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de arteră

Cod tronson	Nod început	Nod sfârșit	Cod stradă	Nume stradă
TA1	X1 Y1 Z1	X1 Y1 Z1	STR1	Florilor
.....				

[7]

În tabelul numărul 6.2 conține caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de arteră.

Tabel nr.6.2 Caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de arteră

Cod tronson	Diametru (mm)	Tip material
TA1	350	PREMO
.....		

[7]

Un alt strat pe care îl putem crea este *Conducte* în care vor fi reprezentate toate conductele de serviciu. Atributele acestora vor fi înregistrate în tabele. Orice modificare făcută în forma grafică va fi făcută și în tabelele de atribute.

Tabelul numărul 6.3 conține coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de conductă.

Tabel nr.6.3 Coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de conductă

Cod tronson	Nod început	Nod sfârșit	Cod stradă	Nume stradă
TC1	X1 Y1 Z1	X1 Y1 Z1	STR1	Florilor
.....				

[7]

Tabelul numărul 6.4 conține caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de conductă.

Tabel nr.6.4 Caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de conductă

Cod tronson	Diametru (mm)	Tip material
TA1	200	Oțel
.....		

[7]

În tabelul numărul 6.5 vom înregistra numele străzilor. Acestea vor apărea pe un strat separat.

Tabel nr.6.5 numele străzilor

Cod stradă	Nume stradă
STR1	Florilor
.....	

[7]

În tabelul numărul 6.6 și 6.7 vom înregistra anul punerii în funcțiune și anul în care expiră durata de funcționare optimă prognozată a tronsoanelor de artere, respectiv conducte de serviciu.

Tabel nr.6.6 Anul punerii în funcțiune

Cod tronson	An punere în funcțiune	An recomandat pentru înlocuire
TA1	1990	2040
.....		

[7]

Tabel nr.6.7 Anul în care expiră durata de funcționare optimă

Cod tronson	An punere în funcțiune	An recomandat pentru înlocuire
TC1	1980	2010
.....		

[7]

În tabelul numărul 6.8 vom înregistra coordonatele hidranților de incendiu.

Tabel nr.6.8 Coordonatele hidranților de incendiu

Cod tronson	Cod hidrant	Coordonate
TC1	H1	X1 Y1
.....		

[7]

În tabelul numărul 6.9 vom înregistra poziția căminelor.

Tabel nr.6.9 Poziția căminelor

Cod cămin	Coordonate
CV1	X1 Y1
.....	

[7]

În tabelul numărul 6.10 vom înregistra caracteristicile căminelor.

Tabel nr.6.10 Caracteristicile căminelor

Cod cămin	Adâncime (m)	Lungim x Lățime (mxm)	Cod material	Tip material
CV1	2,5	1,5x2,0	Z5	Zidărie
.....				

[7]

În tabelul numărul 6.11 vom înregistra codurile care caracterizează starea fizică a conductelor.

Tabel nr.6.11 Codurile care caracterizează starea fizică a conductelor

Cod stare fizică conductă	Stare fizică conductă
CS1	f. bună
CS2	bună
CS3	satisfăcătoare
CS4	rea
.....	

[7]

Dacă două tabele de atribute au un câmp comun acestea pot fi unite prin legături relaționale și putem obține un nou tabel care să conțină informațiile din ambele tabele. De exemplu prin unirea tabelului numărul 6.1 cu tabelul numărul 6.2 care au atributul Cod tronson comun putem obține un nou tabel

Tabel nr.6.1 Coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de arteră

Cod tronson	Nod început	Nod sfârșit	Cod stradă	Nume stradă
TA1	X1 Y1 Z1	X1 Y1 Z1	STR1	Florilor
.....				

[7]



Tabel nr.6.2 Caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de arteră

Cod tronson	Diametru (mm)	Tip material
TA1	350	PREMO
.....		

[7]

Tabel nr.6.12 Tabel nou

Cod tronson	Nod început	Nod sfârșit	Cod stradă	Nume stradă	Diametru (mm)	Tip material
TA1	X1 Y1 Z1	X1 Y1 Z1	STR1	Florilor	350	PREMO
.....						

### 6.2.1.3. Sistemul de canalizare

Sistemul de canalizare se compune din:

- canale de colectoare a apei uzate,
- canale de colectoare a apei pluviale,
- stații de pompare,
- colectoare,
- stație de epurare.

Pentru fiecare element al sistemului de canalizare este necesar să existe planuri de situație, secțiuni, vederi. De asemenea trebuie să existe fișe cu caracteristicile fizice și parametrii funcționali ai acestora.

Pentru canale trebuie să avem planuri de situație, secțiuni, detalii de execuție. Acestea pot fi transpuse în format electronic realizându-se hărți digitale.

În Sistemul de Informații Geografice (SIG) hărțile digitale sunt conectate la baze de date relaționale. Hărțile sunt realizate pe straturi. Astfel pot fi vizualizate doar straturile dorite, celelalte rămânând ascunse.

Putem crea un strat numit *Colectoare* în care vom reprezenta toate colectoarele și care va fi desenat cu un anumit tip de linie. Legate de acest strat vor fi tabele care conțin atributele colectoarele. Fiecare tronson va avea un cod unic de înregistrare. Fiecare tronson va fi reprezentat de un rând al tabelului.

Tabelul numărul 6.13 conține coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de colector.

Tabel nr.6.13 Coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de colector

Cod tronson colector	Coordonate amonte	Coordonate aval	Cotă radier amonte (m)	Cotă radier aval (m)
TCo1	X1 Y1	X1 Y1	82	81,7
.....				

[7]

În tabelul numărul 6.14 conține caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de colector.

Tabel nr.6.14 Caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de colector

Cod tronson colector	Diametru (mm)	Tip material
TCo1	800	Fontă ductilă
.....		

[7]

Un alt strat pe care îl putem crea este *Canale pluviale* în care vor fi reprezentate toate canalele de serviciu. Atributele acestora vor fi înregistrate în tabele. Orice modificare făcută în forma grafică va fi făcută și în tabelele de atribute.

Tabelul numărul 6.15 conține coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de canal pluvial.

Tabel nr.6.15 Coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de canal pluvial

Cod tronson canal pluvial	Coordonate amonte	Coordonate aval	Cotă radier amonte (m)	Cotă radier aval (m)
TCp1	X1 Y1	X1 Y1	82	81,7
.....				

[7]

În tabelul numărul 6.16 conține caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de canale pluviale.

Tabel nr.6.16 Caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de canale pluviale

Cod tronson canal pluvial	Diametru (mm)	Tip material
TCp1	200	beton
.....		

[7]

Tabelul numărul 6.17 conține coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de canal ape uzate.

Tabel nr.6.17 Coordonatele nodurilor de început și de sfârșit ale tronsonului de canal ape uzate

Cod tronson canal ape uzate	Coordonate amonte	Coordonate aval	Cotă radier amonte (m)	Cotă radier aval (m)
TCuz1	X1 Y1	X1 Y1	82	81,7
.....				

[7]

În tabelul numărul 6.18 conține caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de canale ape uzate.

Tabel nr.6.18 Caracteristicile materialelor care alcătuiesc tronsonul de canale ape uzat

Cod tronson canal ape uzate	Diametru (mm)	Tip material
TCuz1	200	beton
.....		

[7]

În tabelul numărul 6.19, 6.20 și 6.21 vom înregistra anul punerii în funcțiune și anul în care expiră durata de funcționare optimă prognozată a tronsoanelor de canale pluviale, canale ape uzate, respectiv colectoare.

Tabel nr.6.19 Anul punerii în funcțiune tronsoane de canale pluviale

Cod tronson canal pluvial	An punere în funcțiune	An recomandat pentru înlocuire
TCp1	1980	2010
.....		

[7]

Tabel nr.6.20 Anul punerii în funcțiune tronsoane de canale uzate

Cod tronson canal ape uzate	An punere în funcțiune	An recomandat pentru înlocuire
TCuz1	1980	2010
.....		

[7]

Tabel nr.6.21 Anul punerii în funcțiune tronsoane de colectoare

Cod tronson colector	An punere în funcțiune	An recomandat pentru înlocuire
TCo1	1990	2040
.....		

[7]

În tabelul numărul 6.22 vom înregistra coordonatele gurilor de scurgere.

Tabel nr.6.22 Coordonatele gurilor de scurgere

Cod stradă	Nume stradă	Cod gură scurgere	Coordonate
STR1	Florilor	GS1	X1 Y1
.....			

[7]

În tabelul numărul 6.23 vom înregistra poziția căminelor.

Tabel nr.6.23 Poziția căminelor

Cod cămin	Coordonate
CV1	X1 Y1
.....	

[7]

În tabelul numărul 6.24 vom înregistra caracteristicile căminelor.

Tabel nr.6.24 Caracteristicile căminelor

Cod cămin	Adâncime (m)	Diametru (cm)	Cod material	Tip material
CV1	2,5	200	B1	beton
.....				

[7]

În tabelul numărul 6.25 vom înregistra codurile care caracterizează starea fizică a canalelor.

Tabel nr.6.25 Codurile care caracterizează starea fizică a canalelor

Cod stare fizică canal	Stare fizică conductă
CSc1	Etanș
CSc2	exfiltrații
CSc3	infiltrații
CSc4	înfundat
CSc5	prăbușit
.....	

[7]

#### Concluzii

În această lucrare am prezentat un concept care poate sta la baza creării unui sistem informatic de gestiune aplicat pentru gestiunea rețelei de alimentare cu apă și canalizare.

Conceptul poate fi aplicat prin folosirea oricărui tip de aplicații pentru realizarea bazelor de date (FoxPro, Access, Oracle etc.).

Conceptul permite managementul operativ și strategic al rețelelor de alimentare cu apă și canalizare în condiții de eficiență și eficacitate maximă prin aplicarea celor mai recente instrumente de gestiune a informației.

Astfel prin vizualizarea hărții localității se poate alege tronsonul de rețea care necesită intervenții, reparații sau investiții majore și prin simpla selecție a acestuia se pot obține următoarele tipuri de informații:

- caracteristici fizice (lungime, diametru, material),
- construcții accesorii,
- adresa,
- coordonatele nodurilor inițial și final,
- cota de pozare,
- vechimea și uzura rețelei,
- istoricul intervențiilor,
- costul intervențiilor.

Prin urmare conceptul propus permite luarea deciziilor optime atât în ceea ce privește intervențiile operaționale cât și a deciziilor strategice cu privire la oportunitatea investițiilor de modernizare și extindere.

### 6.2.2. Situația existentă

În anul 1996 s-a realizat un consorțiu constituit din Primăria municipiului Timișoara și regiile de utilități pentru realizarea unui sistem de cartografiere a cadastrului imobiliar, tramei stradale, cadastrului de utilități. Proiectul a fost realizat de către o firmă din Odorheiul Secuiesc folosind o aplicație a unui program de cartografiere computerizată MapSys care are asociate și baze de date tabelare ale atributelor. S-au folosit planuri realizate prin metoda aerofotogramelor la scara 1:2000 care cuprindeau trama stradală, imobilele și parcelele și fiecare regie în parte a procedat la trasarea rețelelor existente și poziționarea acestora și notarea atributelor de diametru și material, tipuri de secțiuni. Planurile au fost digitizate de o echipă de la Odorheiul Secuiesc și au fost transpuse în format electronic inclusiv cu straturile corespunzătoare parcelelor, subparcelelor, tramei stradale, clădirilor.

În anul 2007 s-a început un nou proiect de gestiune a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare folosind un sistem de lucru constituit din următoarele programe, echipamente, metode și tehnici de lucru:

- o aplicație a programului AutoCADMap3D, un program care permite proiectarea asistată de calculator și are funcțiuni GIS de editare a hărților și de asocierea a bazelor de date de atribute pentru clasele de obiecte reprezentate, permite publicarea în format de pagină de internet a hărților actualizate și vizualizarea lor de către un număr mare de utilizatori, permite realizarea de interogări și hărți tematice;
- Echipamente de topografice de măsurători GPS care funcționează cu erori cuprinse între 2-5 cm pentru coordonatele x,y și de două- trei ori mai mari pentru coordonata z, datorită sistemului de funcționare cu o stație de referință în Timișoara de unde se furnizează corecțiile necesare pentru realizarea precizie măsurătorilor;

- O aplicație a programului AutoCADCivil care permite transformarea măsurătorilor făcute cu sistemul GPS în coordonate Stereo70 care pot fi folosite prin atașarea ca un strat separat cu măsurătorile pentru poziționarea căminelor și obiectelor rețelelor de apă și canal,
- Stații electronice totale Nokia și Leica pentru măsurători topografice care de asemenea pot fi folosite pentru poziționarea exactă a obiectelor și fișierele de măsurători în format electronic permit realizarea de fișiere dwg care pot fi aduse ca strat atașat în lucrarea de bază.

Au fost preluate planurile în format electronic ale municipiului Timișoara din sistemul Mapsys și au fost create două lucrări în format DWG pentru apă și canalizare. Aceste lucrări au fost concepute pe tehnologia orientată obiect. Pentru obiectele desenate sunt atașate legături la o bază de date cu atribute. Această bază de date a fost preluată din sistemul MapSys și a fost completată cu câmpuri noi necesare pentru completarea cu atribute. Pentru reprezentarea căminelor de canalizare se folosește clasa de obiecte cămine canal care are un simbol desenat, o baza de date a obiectelor asociată și o bază de date a atributelor. Conductele de canalizare sunt prezentate prin polylinie care are de asemenea asociată o baza de date a obiectelor și o bază de date a atributelor.

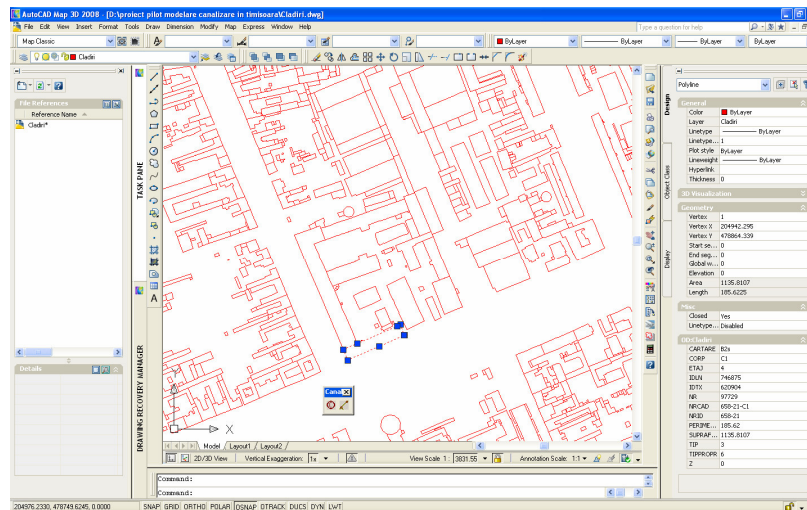


Figura 6.3 Vizualizare strat clădiri în aplicația AutoCADMap3D

Activitatea de actualizare a situației existente a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare se face actualizând poziția și atributele obiectelor rețelelor de apă și canal.

Abordarea folosită este asemănătoare cu cea care a fost făcută pentru proiectul MapSys. Municipiul Timișoara a fost împărțit într-un caroiaj P500 care cuprinde câte o parcelă de 500/500 m din suprafața orașului pentru fiecare carou.

Se aleg carourile pe care urmează să se facă verificarea poziției obiectelor, atributelor și relațiilor dintre acestea. Pentru aceleași carouri se fac măsurătorile cu GPS și stația totală.

Pentru actualizarea bazei de date desenate se pregătesc sursele de informație constituite din planurile de situație ale carourilor cu poziționarea căminelor, canalelor de legătură, atributelor de adâncime și dimensiuni, se atașează fișierul de măsurători GPS și cel de măsurători cu stația totală și se re-poziționează obiectele și tronsoanele de canalizare sau se introduc obiecte noi în desen în cazul în care nu există în baza de date moștenită.

Pentru obiectele desenate se deschide formularul corespunzătoare din baza de date de atribute și se completează câmpurile corespunzătoare cum ar fi cod cămin, număr cămin, litera corespunzătoare tipului de cămin de racord sau unitar, cota z a capacului căminului măsurat, pentru conducta de canal se alege tipul de rețea unitară sau menajer sau pluvial și tipul de conductă respectiv colector sau canal unitar sau .racord, racord pluvial.

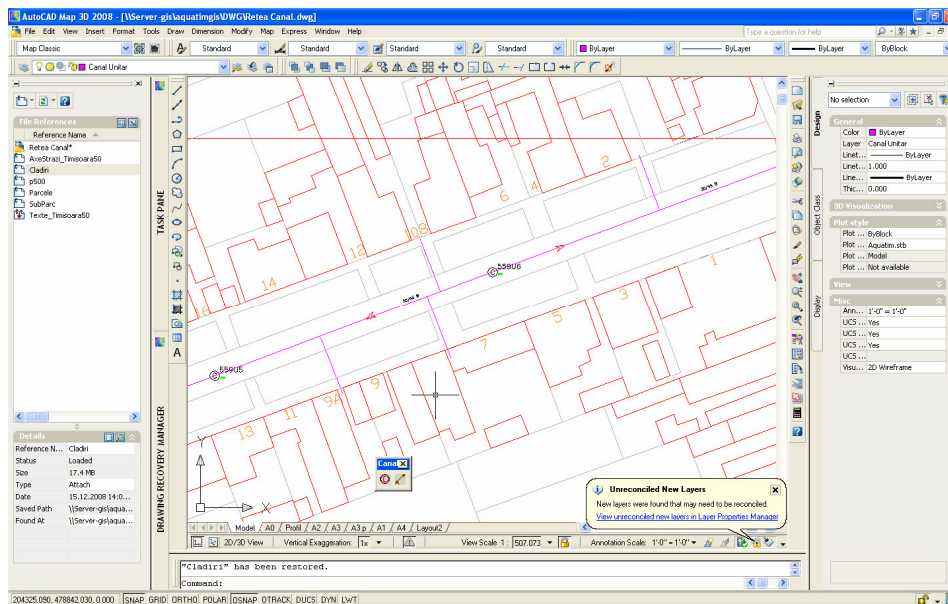


Figura 6.4 Vizualizare strat clădiri, canalizare, subparcele în aplicația AutoCADMap3D

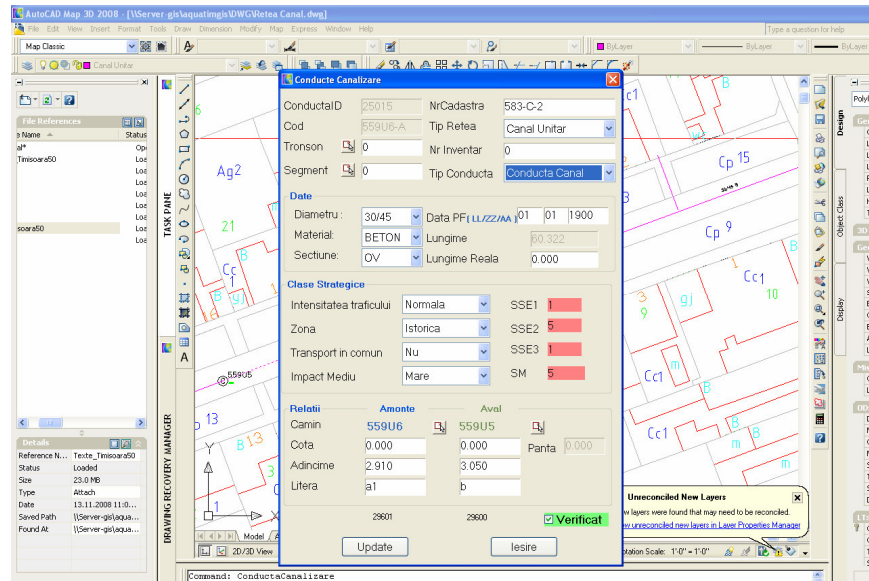


Figura 6.5 Vizualizare formular de actualizare a tronsoanelor în aplicația AutoCADMap3D

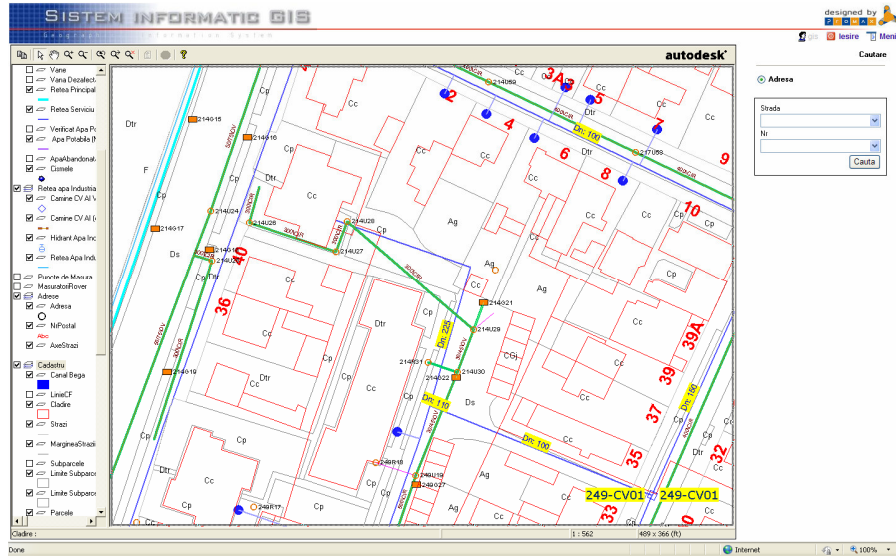


Figura 6.6 Vizualizare straturi conductă, canal, subparcele, clădiri, texte tip pagina web

Toate modificările făcute sunt publicate prin rețeaua internă de calculatoare și sunt vizualizate de utilizatori ai planurilor de situație a rețelelor de la direcția tehnică



pentru realizarea avizelor, de la mentenanța preventivă pentru apă și canal, de la departamentul de dezvoltare pentru folosirea informațiilor pentru proiectare lucrărilor noi.

În interfața tip pagina web se pot închide și deschide straturi, se pot evidenția pe hărți tematice cu culori diferite tronsoanele de canal pe diferite dimensiuni de canal sau diferite tipuri de secțiuni transversale. Prin activarea unui strat se pot evidenția rețelele care au fost actualizate.

### **6.2.3. Probleme, limitări, erori și soluții la gestiunea gospodăriei subterane alimentare cu apă și canalizare prin gis**

Sistemele de gestiune creează modele simplificate ale sistemelor reale și sunt realizate folosind o serie de convenții. Informațiile care stau la baza creării acestor reprezentări ale sistemelor reale sunt foarte importante, de calitatea acestora depinde calitatea reprezentării. Deoarece nu întotdeauna se dispune de toate informațiile necesare trebuie ca printr-o procedură să se precizeze care sunt datele cunoscute și calitatea acestor date. Crearea unui sistem de gestiune presupune consumuri de resurse materiale, umane și de timp și necesită întreținerea datelor în timp. Pentru a deveni un instrument de lucru util și de încredere trebuie să fie cunoscut că nu este perfect și informațiile nu sunt exacte în proporție de 100%. Există situații în care este foarte costisitor să fie făcute investigații detaliate pentru a obține informații exacte. De aceea acceptând limitările, omisiunile trebuie ca aceste informații să fie folosite cu titlu informativ și în cazul în care este necesară cunoașterea exactă a situației să se procedeze la investigații pe teren folosind toate mijloacele posibile și disponibile de exemplu în cazul în care se execută un canal colector nou este obligatoriu ca pentru proiectarea și execuția canalului să se determine poziția exactă a canalului sau căminului în care se deversează și a cotei z de nivel.

Pe parcursul implementării au fost constatate o serie de probleme pentru care au fost propuse și susținute modalități de soluționarea care au fost acceptate.

- o problemă care a avut un impact foarte puternic asupra productivității activității de actualizare a informațiilor cu ajutorul formularelor din bazele de date de atribute. Aceste formulare erau completate și apoi trebuiau închise prin activarea unui buton de actualizare. În acest moment fișierul se bloca și avea loc procesarea informației care putea să dureze de la instantaneu la 10-15 minute, aceasta avea ca și consecință o productivitate scăzută și consumuri de resurse nejustificate și mai ales un consum mare de timp. Am semnalat această problemă și am încercat să descopăr cauzele posibile ale acestui fenomen. Una dintre cauzele identificate personal a fost temperatura ridicată din încăperea în care era serverul care conține fișierele de lucru. Alte cauze identificate la cursul de AutoCAD au fost activarea opțiunii de vizualizare a desenului cu grosimi de linii diferite și nu cu același tip de linie, activarea opțiunii care determină vizualizarea pictogramei fișierului de lucru autoCAD (prin care se poate vedea o miniatură a desenului în iconița care reprezintă fișierul). Cauze identificate de consultantul GIS au fost: în primul rând influența casetei de proprietăți a obiectelor autoCAD care produce cea mai mare scădere a vitezei de procesare atunci când rămâne deschisă în timpul actualizării atributelor, operarea în mod conectat la baza de date a serverului.

- o altă problemă constatată a fost că în procesul de completare a bazei de date tabelară a atributelor căminelor care cuprinde mai multe tipuri de obiecte cum ar fi cămine unitare, camere de intersecție, cămine de racord, guri de scurgere pentru a fi diferențiate se folosesc două elemente diferite. Astfel, în codul obiectului este introdusă o literă U –cămin unitar, R – cămin racord, G – gură de scurgere, programul era setat să introducă automat litera obiectului actualizat anterior ceea ce avea ca rezultat înlocuirea literei curente a obiectului cu o literă care nu avea legătură cu obiectul respectiv chiar dacă formularul a fost deschis pentru completarea altui câmp, conducând fie la alterarea datelor fie la necesitatea de a consuma resurse suplimentare de timp pentru corecție. Problema a fost rezolvată prin reconfigurarea aplicației care nu mai genera automat informația respectivă,
- o problemă identificată și soluționată a fost că introducerea atributelor de clasificare a zonelor în următoarele categorii : istorică, comercială, rezidențial pentru fiecare obiect de tip cămin, gura de scurgere, cămin racord consuma multe resurse prin numărul mare de obiecte pentru care trebuie introdus acest atribut și poate genera multe erori iar valorificarea informațiilor putea fi nesatisfăcătoare sau compromisă. Aceeași situație era pentru attributele de clasificare a tipului de trafic rutier, gradului de importanță. Această situație era redundantă deoarece baza de date a acestui tip de attribute trebuie să fie făcută de alte autorități, instituții, companii de utilități, de la care trebuie preluat acest tip de informație și pe de altă parte unele informații pot fi variabile în timp, de exemplu transformarea zonelor industriale sau comerciale în zone rezidențiale . Pe de altă parte s-a acceptat că acest tip de attribute nu este necesar să fie introduse manual pentru fiecare obiect în parte pentru că o gestionare a acestui tip de informație este mai eficientă prin crearea de straturi cu suprafețe de categorii diferite și prin suprapunere topologică se pot determina toate obiectele care sunt cuprinse în acea suprafață.
- pentru canalizare s-au conceput două tipuri de tabele de attribute una pentru cămine și alta pentru canale dar pe parcurs s-a constatat necesitatea de a introduce informații despre tipuri diferite de obiecte și s-a luat hotărârea de a fi introduse în același tabel introducând un sistem de diferențiere a acestora printr-un câmp în baza de date astfel ca prin interogări să se poată separa tipurile diferite de elemente,

Probleme constatate și nesoluționate

- probleme de redundanță
- baza de date tabelară a atributelor căminelor cuprinde mai multe tipuri de obiecte cum ar fi cămine unitare, camere de intersecție, cămine de racord, guri de scurgere și pentru a fi diferențiate se folosesc două elemente diferite astfel în codul obiectului este introdusă o literă U –cămin unitar, R – cămin racord, G – gură de scurgere, în același timp se alege manual dintr-un meniu derulator o expresie alfanumerică de tipul cămin unitar, cămin racord, gură de scurgere. Această situație duce pe de o parte la pierderea timpului și pe de altă parte la posibilitatea de a greși fie prin tastarea greșită a literei de codificare, fie prin alegerea greșită a expresiei descriptive,

- tronsonul de canal este reprezentat în desen printr-o polylinie care a fost digitizată dinspre aval înspre amonte și acum trebuie ca manual să fie mutat nodul – vertex al polilinieii dinspre aval spre amonte și în cazul în care polilinia are mai multe vertexuri operația devine și mai complicată. Problema este că în același timp cu ajutorul formularului de actualizare al bazei de date de atribute trebuie ales prin selectarea manuală a obiectului amonte și aval ceea ce duce la o dublă reprezentare a sensului de curgere și consumă resurse și poate duce la erori. Utilitatea practică și gradul de fructificare este posibil să fie foarte scăzut din mai multe motive:

- necesită ca atunci când se constată că sensul de curgere a fost estimat greșit să se procedeze la corectarea dublă și a desenului și a bazei de date, necesită astfel întreținerea separată a două baze de date diferite,

- posibilitatea de apariție a erorilor și neconcordanțelor poate genera lipsa de încredere justificată și implicit renunțarea la informațiile cuprinse în desen,

- limitări și redundanță

- introducerea adresei se face automat sau manual, pentru toate obiectele de tip cămin, gura de scurgere, cămin racord. Procedul manual presupune alegerea denumirii străzii și a numărului poștal cel mai apropiat prin selectarea cu ajutorul meniului derulator dintr-o bază de date existentă, dacă nu este găsit nici un număr poștal nu se poate alege adresa pe acea stradă și este necesar să se aleagă o altă adresă pentru că altfel este înregistrată adresa introdusă la obiectul anterior. Aceste limitări sunt generatoare de erori, sunt și redundante deoarece oricum există un strat al adreselor poștale, iar în programul de vizualizare este introdus un motor de căutare pentru navigarea la adresa dorită, dacă aceasta a fost introdusă în baza de date. Problema a apărut datorită faptului că baza de date a adreselor a fost creată dar nu este completă, nu a fost întreținută și reactualizată. Motivația introducerii adreselor poștale este de a permite crearea de interogări pe baza acestor adrese dar consider că resursele consumate pentru introducerea informației nu este justificată deoarece nu există siguranța datelor în ceea ce privește acuratețea, completitudinea și corectitudinea,

Probleme de modificare a poziției unui obiect și implicit a conductelor și canalelor conectate – dacă un obiect trebuie deplasat pe coordonatele obținute prin măsurători topo atunci trebuie ca obiectul respectiv să fie reactualizat cu noua poziție și în baza de date a atributelor. Acest proces poate duce la erori deoarece deși pe desenul în care se actualizează poziția în plan și traseul conductelor și canalelor situația pare corectată, în baza de date care creează desenul publicat prin rețeaua de web poziția obiectelor este eronată. De asemenea dacă pe baza informațiilor din baza de date cu atribute a obiectelor se dorește crearea automată a obiectelor și atunci vor apare erori.

Probleme de reprezentare a conductelor de apă printr-un set de tronsoane foarte scurte prin introducerea de elemente de intersecție pentru fiecare bransament lateral poate duce la imposibilitatea de a folosi transferul automat al datelor pentru crearea modelului hidraulic al rețelei de distribuție. Datorită faptului că acest sistem de gestiune a fost declarat ca fiind gândit pentru a fi folosit pentru crearea modelului hidraulic și în momentul de față nu există o justificare obiectivă pentru fărâmițarea tronsoanelor se impune renunțarea la acest concept.

În cazul tronsoanelor de canal apare o problemă în ceea ce privește înregistrarea atributelor de tip material, dimensiuni și tip secțiune. Acestea se aleg dintr-un meniu derulator și în baza de date a atributelor se înregistrează date de tip alfanumeric. De exemplu un tronson de canal are înregistrat în baza de date următoarele atribute text:

- tip secțiune: ovoid,
- dimensiunile: 60/90,
- materialul: beton,

În cazul în care se creează prin procedură automată un model hidraulic al rețelei de canalizare este practic imposibil să se facă o corelație între formatul acestor informații și cel necesar pentru crearea obiectului cu aceste caracteristici, toate aceste informații necesitând să fie transformate într-un nou format ceea ce duce la consum de resurse suplimentare, posibilitatea de a genera erori, pierderi de date. Este necesar ca acest concept să fie înlocuit. O problemă similară este cea a conductelor de apă în tabela de atribute fiind înregistrate dimensiunile conductelor cu dimensiunile diametrelor nominale chiar dacă nu coincid cu diametrul interior cum ar fi cazul conductelor din PEID în care de exemplu 125 mm reprezintă diametrul exterior. Acest tip de date va determina necesitatea unor conversii care vor consuma resurse și există riscul de a pierde date sau de a se produce erori.

Problema situației în care nu sunt clare sensul de curgere, dimensiunile tronsoanelor, conexiunile dintre acestea. Atunci sunt două posibilități de lucru:

- se presupune și înregistrează atribute asemănătoare cu ale celorlalte obiecte din vecinătate,
- se introduce în baza de date în locul informației tip material, dimensiuni, informația nespecificat.

În ambele situații pot să apară astfel omisiuni de date sau, erori. Ambele situații nu pot fi rezolvate complet de aceea trebuie găsită o soluție de compromis.

Propuneri de soluționare

- probleme de redundanță
- propunere de soluționare a problemei redundanței codificării prin litere și atribut a tipului de obiect din baza de date a căminelor este de creare a unei condiționări care să nu permită anumite tipuri de erori cum ar fi ca un atribut cămin unitar să fie atribuit unui obiect care are în cod litera G corespunzătoare unui receptor.
- propunere de soluționare a dublei reprezentări a sensului tronsonului de canal- renunțarea temporară la rotirea segmentelor de tub de canal pentru a nu consuma timpul și utilizarea în viitor a capacității AutocadMap3D 2010 de a face rotirea automată a vertexurilor unei polylinii,
- limitări și redundanță
- propunerea de soluționare a problemei adreselor- să se renunțe la introducerea adreselor și utilizarea capacităților de suprapunere topologică pentru a determina localizarea obiectelor, prin interogări spațiale.

- pentru soluționarea problemei de modificare a poziției unui obiect, este necesară, în măsura posibilităților, poziționarea obiectelor înainte de a introduce atributele.

- problema unui număr mare de tronsoane de conducte se poate rezolva prin crearea unui singur tronson de conductă de tip polylinie și branșamentele laterale să fie legate de tronsonul de conductă prin noduri – vertex ale polilinei

Pentru problema tronsoanelor de canal în care sunt înregistrate caracteristicile materialelor în format text soluția este de a crea noi câmpuri în baza de date astfel încât pentru fiecare tip de secțiune să fie înregistrate mai multe câmpuri de dimensiuni de exemplu un câmp pentru lățimea și altul pentru înălțimea secțiunilor ovoide, clopot, să se creeze o bază de date asociată cu caracteristicile tipurilor de secțiuni de canal. Pentru conductele de apă să fie înregistrat atât diametrul interior cât și cel exterior.

-pentru soluționarea problemei de lipsă de informație să se creeze un buton cu opțiunea activ, inactiv pentru a marca faptul că informațiile nu sunt cunoscute și reprezentarea în interfața de vizualizare prin marcarea pe un strat a acestor obiecte.

#### Propuneri de îmbunătățire

Valorificarea bazelor de date existente prin realizarea unor straturi prin care să fie poziționate diverse tipuri de date cu componentă geografică. De exemplu: în cazul avariilor constatate să fie poziționat geografic un element tip simbol, și toate datele relevante care sunt oricum înregistrate într-un sistem de evidență a evenimentelor și costurilor create de acestea. Acest tip de informație poate avea o legătură la aplicația care vizualizează rețelele de apă și canal. Prin acest procedeu se pot face interogări spațiale și se pot determina zonele și conductele care au cele mai mari probleme și se pot lua decizii de înlocuire.

Se poate realiza și un strat cu toate reclamațiile justificate prin introducerea unui parametru geografic pentru a constata care sunt de exemplu zonele în care presiunea de apă este insuficientă datorită exclusiv rețelei de distribuție și nu datorită rețelelor interioare. Alt strat util ar fi cel cu reclamațiile în cazul inundării subsolurilor datorită creșterii nivelului apei în rețeaua de canalizare exterioară.

Realizarea unui strat cu toate lucrările de alimentare cu apă și canalizare în care să fie trasate toate conductele și canalele aflate în diverse stadii de implementare, de la faza de propunere pentru programul de investiții, faza de achiziție a lucrărilor, execuție. Prin acest proces se poate obține o imagine a situației existente și se evită situațiile în care de exemplu crearea unei clase de obiecte tip poligon folosind planul parcelar care să reprezinte prin asociere consumatorii de apă și crearea legăturilor cu alte baze de date de consumuri de apă facturate prin intermediul poziționării geografice.

## **6.3 Contribuții la gestionarea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare prin integrarea gis, modelare hidraulică și sistem de monitorizare**

### **6.3.1 Situația existentă**

a) Sistemul de monitorizare

Sistemul de monitorizare dispocer

În acest moment există un sistem de monitorizare și dispecerat care funcționează 24 de ore pe zi și 7 zile pe săptămână. Există 16 puncte de monitorizare pe vatra orașului. Acest sistem monitorizează presiunea apei în rețeaua de distribuție. Astfel se poate coordona regimul de funcționare a pompelor corespunzător presiunii din sistem. Dacă presiunea scade brusc într-o anumită zonă este un semn de avarie a unei conducte principale.

Sistemul acesta urmează să fie înlocuit de un sistem nou care este în curs de implementare și care va monitoriza funcționarea sistemului de distribuție a apei prin măsurarea în puncte fixe și puncte itinerante a parametrilor de presiune, concentrație clor, temperatură și vor fi instalate și debitmetre în sistemul de distribuție al apei pentru a separa zona de nord de zona de sud a municipiului Timișoara. În acest moment sunt înregistrate debitele care intră în sistem de la uzinele de tratare a apei.

Noul sistem va monitoriza și funcționarea stațiilor de pompare a apelor uzate care sunt funcționale în zona parcurilor industriale de pe Calea Torontalului, în zona Aeroportului.

În faza de stabilire a necesităților de achiziție a serviciilor de proiectare și lucrări am fost implicată ca responsabil de proiect. Am participat la mai multe discuții care au avut loc pentru stabilirea necesităților de parametri de monitorizat și ai locațiilor pentru punctele de măsurare fixe și itinerante.

Datorită cercetărilor făcute pentru elaborarea tezei de doctorat am propus și a fost acceptat ca punctele de măsurare a debitelor în sistem să cuprindă zone de intrare/ieșire din sistem, izolarea unor zone. Astfel a fost luată hotărârea de a monitoriza debitele pe toate conductele care separă zona de nord față de zona de sud a orașului, pentru că intrările de apă în sistem erau deja cu puncte de măsură instalate. Această împărțire și izolare a unor zone este importantă pentru realizarea modelării hidraulice a sistemului, pentru calculul pierderilor de apă din sistemul de distribuție.

#### Sisteme de monitorizare locale

În acest moment sunt înregistrate debitele care intră în sistem de la uzinele de tratare a apei.

La uzina de apă potabilă de suprafață se monitorizează direct pe flux din 10 în 10 secunde turbiditatea, pH-ul și clorul. De asemenea există un sistem de monitorizare locală a funcționării pompelor echipate cu motoare cu turație variabilă.

Există în acest moment 26 de puncte de control a calității apei în rețeaua de distribuție de unde se prelevează probe pentru analiza a 20 de parametri.

Sunt verificate și în puncte de intrare a apelor uzate în rețeaua publică de canalizare parametrii calitativi ai apelor uzate.

Parametrii calitativi ai apelor uzate care intră în stația de epurare sunt monitorizați permanent de asemenea.

#### b) Modelare hidraulică – situația existentă

În prezent există un program de modelare hidraulică produse ale companiei Bentley pentru rețele - WaterGEMS pentru apă, și SewerGEMS pentru canalizare. Aceste programe sunt dedicate modelării hidraulice ale rețelelor de alimentare cu apă și canalizare. Există tabele gata formate pentru toate caracteristicile sistemelor, toate tipurile de obiecte care intră în componența lor. Au capacitatea de a crea modele ale rețelelor folosind diverse surse de date sau surse multiple.

Prin modulul ModelBuilder se pot crea automat rețelele folosind fișiere sursă tip DWG, fișiere de baze de date de la simple foi de calcul Excell, baze de date acces, baze de date SQL.

Pentru a stabili debitele de calcul se poate folosi modulul de încărcare automată a debitelor LoadBuilder care permite determinarea debitelor în nodurile rețelei de alimentare cu apă sau canalizare prin mai multe metode :

- prin asignarea debitului la căminul cel mai apropiat,
- prin distribuirea uniformă a debitului la unitatea de lungime,
- corespunzător zonelor de densitate de populație.

Programul permite introducerea unor valori de presiuni, viteze, debite măsurate în sistem în condiții de cunoaștere a debitelor de intrare și de ieșire și pe baza acestora se realizează procesul de calibrare automată prin ajustarea parametrilor hidraulici pentru a ajunge la valorile măsurate.

După calibrare se recomandă verificarea pe un nou set de date a calității rezultatelor obținute din modelul hidraulic.

Odată ce s-a realizat modelul hidraulic se pot crea diverse scenarii de exemplu se poate realiza o extindere a sistemului și se poate calcula impactul asupra

echilibrului sistemului, se pot simula situații de conducte scoase din funcțiune sau canale blocate.

Până în acest moment s-a încercat crearea de modele hidraulice și pentru rețeaua de apă și pentru rețeaua de canalizare prin modulul ModelBuilder. S-a constatat în timpul acestui proces că este necesar ca structura bazei de date a GIS să fie modificată și s-a constatat că rețeaua de alimentare cu apă este reprezentată prea detaliat și nu a fost posibilă crearea automată a unui model.

În prezent a fost stabilit un consultant extern care să sprijine activitatea de modelare a rețelei de alimentare cu apă. Urmează ca în perioada imediat următoare echipa care se ocupă cu actualizarea bazei de date GIS să realizeze un proiect pilot de modelare hidraulică a rețelei de alimentare cu apă.

#### c) Integrarea GIS, Modelare Hidraulică și sistem de monitorizare

Crearea unui model hidraulic care nu este integrat cu sistemul GIS este greu de conceput la ora actuală. Sistemele informatice actuale permit schimbul de date. Aceasta permite ca aceste activități să nu se desfășoare în paralel și permit ca GIS și modelul hidraulic să fie întreținute și actualizate în egală măsură.

Integrarea GIS model hidraulic permite ca anumite tipuri de date să fie stocate în GIS, dimensiuni, materiale, rugozități, planuri parcelare cu categorii de folosință a terenurilor, consumurile de apă pentru fiecare gospodărie, instituție. Alte tipuri de date se stochează în modelul hidraulic. Din modelul hidraulic se pot transfera liniile piezometrice care pot fi suprapuse cu modelul digital al terenului în GIS și se pot identifica de exemplu în ipoteza extinderii unei conducte potențiale probleme de nerealizare a presiunilor minime necesare.

#### d) Integrarea modelare hidraulică și sistem de monitorizare

Sistemul de monitorizare poate fi integrat cu modelul hidraulic prin modulul SCADA conect. În momentul în care există un model hidraulic al rețelei de alimentare cu apă funcțional prin introducerea parametrilor de presiune măsurați de senzorii sistemului de monitorizare prin modelul hidraulic se poate determina valoarea presiunilor în rețeaua de alimentare cu apă.

### **6.3.2 Probleme, propuneri și soluții**

Probleme care pot să apară prin realizarea modelelor hidraulice apar în principal datorită datelor de intrare care pot să fie eronate. De exemplu configurația rețelelor, valorile debitelor și ale curbelor de variație orară a debitelor. Prin procesul de calibrare a modelului hidraulic se pot evidenția și verifica prin proceduri iterative și investigații pe teren zonele în care diferențele dintre modelul realizat și experiența și măsurătorile indică diferențe. Astfel se poate localiza exact care sunt punctele



principale de realizare a unor sondaje și alte investigații laborioase și costisitoare. Acesta devine un instrument de lucru util pentru creșterea eficienței sistemului de gestiune prin GIS.

Pentru a putea folosi valorile măsurate de senzorul de presiune trebuie să se introducă valoarea cotei de nivel pentru punctul în care este montat senzorul în conductă, cota terenului în acel punct pentru a putea stabili care este diferența dintre acestea. În cazul sistemelor care funcționează cu presiuni joase este necesar ca acuratețea datelor să fie de ordinul a 30 de centimetri. Soluționarea acestei probleme se poate realiza prin efectuarea de măsurători topografice pentru punctele respective.

Dacă senzorul de presiune continuă să transmită ultima valoare înregistrată chiar și atunci când din motive tehnice nu poate să măsoare valorile reale, pot să apară erori de interpretare a rezultatelor măsurate. Experiența este foarte importantă pentru interpretarea rezultatelor.

Pentru rețeaua de canalizare personal intenționez să creez un proiect pilot pentru o zonă limitată pentru a determina structura bazelor de date care sunt necesare pentru procedeele de creare automată a modelului hidraulic al rețelei de canalizare.

Pentru a obține rezultate relevante este necesară detalierea unei suprafețe corespunzătoare unui sub-bazin cu suprafața de 0,5-2 ha, și pentru stabilirea capacității de transport a debitului de ape pluviale este necesar să se determine bazinele de canalizare și sub-bazinele pentru toată suprafața municipiului. Trebuie realizată reprezentarea geometrică a rețelei de canalizare cu toate colectoarele principale și stabilirea nodurilor în care sunt deversate debitele aferente acestora concentrate. Este necesar să se obțină date referitoare la evenimente cunoscute de exemplu o zi în care s-a înregistrat o ploaie cu cantitate semnificativă pentru care se cunoaște debitul, intensitatea și durata. Pentru acel eveniment este necesar să se cunoască și care au fost punctele din sistem în care s-au înregistrat inundări ale subsolurilor, revărsări prin gurile de scurgere. Trebuie să fie cunoscută și cantitatea de apă care a intrat în stația de epurare. Alte informații necesare sunt cele de debite care au fost introduse prin deversări de la racordurile de apă uzată menajeră.

Datorită faptului că datele de geometrie a rețelei sunt stocate separat și datele privitoare la încărcări cu debite sunt de asemenea stocate separat și se pot crea mai multe seturi de date prin care se poate regla debitul pentru a obține un model hidraulic cât mai apropiat ca rezultate de observațiile făcute în situația reală

Principalul scop al acestui proiect este de a determina structura datelor și fluxurile de activități necesare pentru realizarea modelului rețelei integrale pentru optimizarea activităților și pentru estimarea duratei totale de realizare a modelului integral.

Realizarea unui model simplificat care să cuprindă doar colectoarele principale este utilă pentru a se obține o imagine de ansamblu asupra capacității funcționale a sistemului. Modelarea în detaliu este posibilă apoi prin adăugarea în diferite etape a unei modelări detaliate cu prioritate a lucrărilor nou proiectate pentru a simula condițiile de funcționare.

Ulterior stabilirii structurilor de date și pe măsura completării bazelor de date auxiliare folosind capacitățile de construire automată a rețelei și a determinării automate a debitelor de intrare în rețeaua de canalizare se poate realiza, treptat modelul integral.

Pentru realizarea modelului hidraulic trebuie ca datele de măsurători să corespundă cu reprezentarea structurii fizice a rețelei de la momentul respectiv. Dacă au fost între timp lucrări noi acestea nu trebuie să fie reactualizate imediat pentru că ar implica posibile invalidări ale rezultatelor măsurate anterior, generând erori.

### **6.3.3. Studiu de caz pentru modelarea hidraulică a rețelei de canalizare folosind programul „Sewer Gems” de la Bentley pe un tronson pilot din Timișoara**

Pentru modelarea hidraulică a rețelei de canalizare prin programul „Sewer Gems” am ales un tronson pilot din Timișoara situat pe strada Telegrafului și intrarea Ion Vasii.

Datele de intrarea pentru modelarea hidraulică pentru modelarea tronsonului pilot au fost luate din aplicația GIS. În figura 6.7 este prezentată vizualizarea din GIS a zonei în care se află tronsonul pilot.

Datorită faptului că aplicația GIS nu a fost finalizată în întregime de către dezvoltatorul ei pentru Aquatim, lipsind între altele calculul automat al cotei radier a căminelor și tronsoanelor pe de o parte iar pe de altă parte materialul conductei și tipul de secțiune fiind scrise ca și text nu sunt recunoscute în programul de modelare, valoarea dimensiunilor tronsoanelor de canal are unități de măsură diferite (mm pentru secțiunea circulară și cm pentru ovoid) am putut exporta direct din GIS în modelare doar căminele de canalizare, în figura 6.2. Tabel attribute cămine canal este reprezentată fereastra în care se văd datele x,y,z ale cotei capacului.

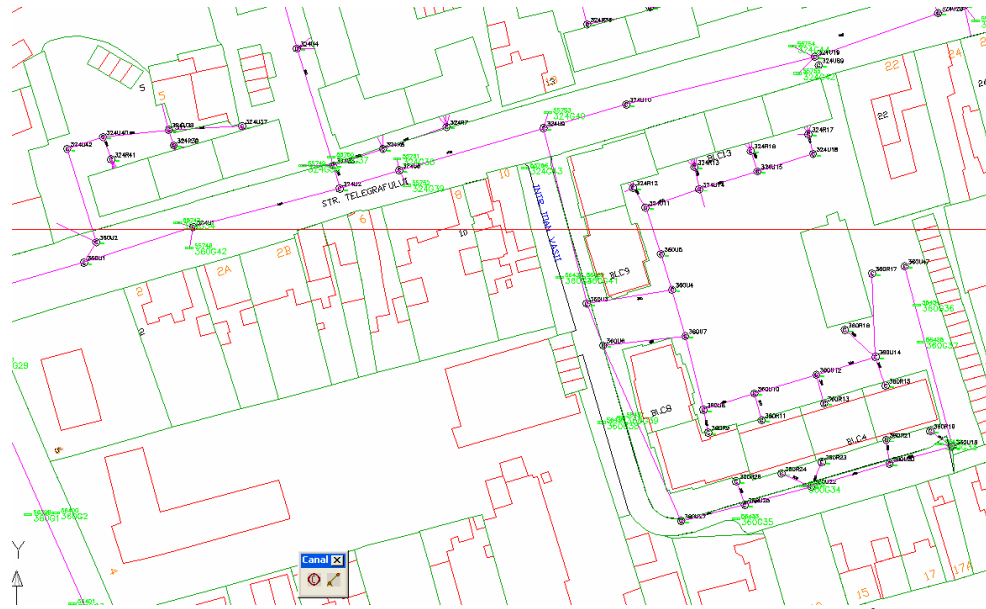


Figura 6. 7. Zona pilot de pe strada Telegrafului și intrarea Ion Vasii

Datele cu privire la cotele capacului căminelor de canalizare și identificatorul unic au fost extrase într-o foaie de calcul excel care a fost folosită ca și sursă de date pentru construirea automată a modelului prin realizarea căminelor. Au fost completate manual, în programul de modelare hidraulică, cota radierului căminului, tipul secțiunii căminului și dimensiunile transversale. Figura 6.9. Tabel atribute cămine canal din program modelare hidraulică.

Au fost trasate manual tronsoanele de canal și au fost completate manual atributele acestor tronsoane referitoare la tip secțiune canal, dimensiuni, material. Pentru tronsoanele de canal pentru care cota radier aval coincide cu cota radier a căminului s-a ales această opțiune. În cazul în care cota radier aval este diferită față de cota radier a căminului s-a introdus manual cota radier aval a tronsonului. În figura 6.10. este reprezentată vizualizarea din programul de modelare hidraulică a ferestrei proprietăți cu atribute tronson canal.

S-au creat în programul de modelare sub-bazine pluviale (figura 6.6) și s-au atribuit încărcări de debite pentru căminele de racord și căminele de canal. S-au calculat automat debitele și vitezele pe tronsoane (figura 6.13). Pot fi vizualizate profile longitudinale (figura 6.12).

The screenshot shows a 'Data View' window for 'Aquatim.dbo.tblCamineCanal'. The table contains the following columns: CaminID, CodCamin, NrPla, TipCamin, TipRetea, AdresaID, X, Y, Z, and NrCadastral. The data rows list various pipe segments with their respective attributes.

CaminID	CodCamin	NrPla	TipCamin	TipRetea	AdresaID	X	Y	Z	NrCadastral
27901	360U6	360	Camin Unitar	Canal Unitar	7364	208478.237000	480663.392000	89.105000	806-CM-29
27913	360U27	360	Camin Unitar	Canal Unitar	7307	208499.149000	480616.316000	89.161000	806-CM-41
27914	360U25	360	Camin Unitar	Canal Unitar	7307	208516.255000	480620.652000	89.156000	806-CM-42
27915	360U22	360	Camin Unitar	Canal Unitar	7307	208534.093000	480625.565000	89.057000	806-CM-44
27916	360U20	360	Camin Unitar	Canal Unitar	7307	208555.144000	480631.693000	89.127000	806-CM-47
27917	360U18	360	Camin Unitar	Canal Unitar	7307	208572.114000	480636.237000	89.263000	806-CM-49
27921	360R19	360	Camin Racord Unitar	Canal Unitar	7364	208566.108000	480640.442000	89.421000	806-CM-50
27922	360R21	360	Camin Racord Unitar	Canal Unitar	7364	208554.278000	480638.079000	89.494000	806-CM-48
27923	360R23	360	Camin Racord Unitar	Canal Unitar	7364	208536.962000	480632.120000	89.406000	806-CM-46
27924	360R24	360	Camin Racord Unitar	Canal Unitar	7364	208526.125000	480629.030000	89.348000	806-CM-45
27925	360R26	360	Camin Unitar	Canal Unitar	7364	208513.951000	480626.928000	89.301000	806-CM-43

Figura 6. 8. Tabel atribute cămine canal din GIS

Aplicația GIS nu este finalizată și definitivă deoarece în faza inițială s-a stabilit un mod de lucru de verificare și actualizare a datelor care a fost apoi modificat pe parcurs. Din aplicația pilot de modelare hidraulică rezultă că este necesar ca bazele de date din GIS să fie completate și reconfigurate. Pentru căminele de canalizare este necesar să se completeze și informația referitoare la adâncimea căminului și să se calculeze automat cota radier a căminelor.

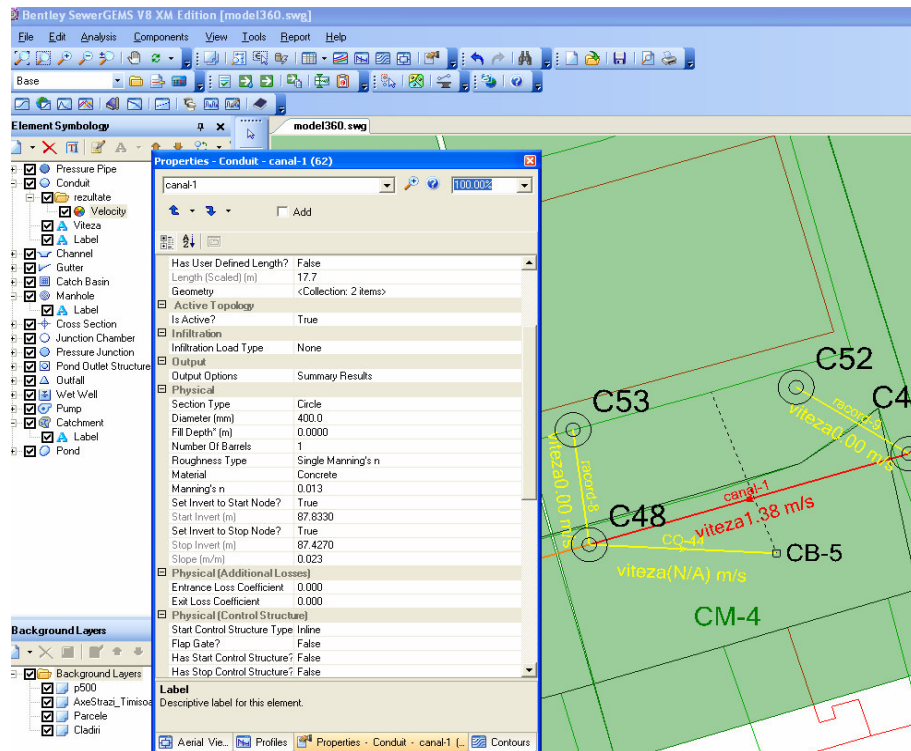
The screenshot shows a 'FlexTable: Manhole Table (model360.swg)'. The table contains the following columns: Id, Label, Set Rim to Ground Elevation, Rim Elevation (m), Is Bolted, Invert Elevation (m), Diameter (m), Inflow Collection, and Headloss Method. The data rows list manhole details for various segments.

Id	Label	Set Rim to Ground Elevation	Rim Elevation (m)	Is Bolted	Invert Elevation (m)	Diameter (m)	Inflow Collection	Headloss Method
17: 27829	17 27829	<input checked="" type="checkbox"/>	88.9210	<input type="checkbox"/>	86.2000	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
18: 27831	18 27831	<input checked="" type="checkbox"/>	89.0660	<input type="checkbox"/>	85.9000	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
29: 27895	29 27895	<input checked="" type="checkbox"/>	89.0000	<input type="checkbox"/>	85.2000	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
30: 27896	30 27896	<input checked="" type="checkbox"/>	89.0000	<input type="checkbox"/>	85.7000	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
31: 27898	31 27898	<input checked="" type="checkbox"/>	88.9580	<input type="checkbox"/>	86.3000	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
34: 27901	34 27901	<input checked="" type="checkbox"/>	89.1050	<input type="checkbox"/>	86.3550	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
45: 27913	45 27913	<input checked="" type="checkbox"/>	89.1610	<input type="checkbox"/>	86.7910	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
46: 27914	46 27914	<input checked="" type="checkbox"/>	89.1560	<input type="checkbox"/>	87.2260	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
47: 27915	47 27915	<input checked="" type="checkbox"/>	89.0570	<input type="checkbox"/>	87.3070	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
48: 27916	48 27916	<input checked="" type="checkbox"/>	89.1270	<input type="checkbox"/>	87.4270	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
49: 27917	49 27917	<input checked="" type="checkbox"/>	89.2630	<input type="checkbox"/>	87.8330	0.91	<<Collection: 1 items>>	Absolute Headloss
52: 27921	52 27921	<input checked="" type="checkbox"/>	89.4210	<input type="checkbox"/>	88.7410	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
53: 27922	53 27922	<input checked="" type="checkbox"/>	89.4940	<input type="checkbox"/>	88.3740	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
54: 27923	54 27923	<input checked="" type="checkbox"/>	89.4060	<input type="checkbox"/>	88.0760	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
55: 27924	55 27924	<input checked="" type="checkbox"/>	89.3480	<input type="checkbox"/>	88.1280	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
56: 27925	56 27925	<input checked="" type="checkbox"/>	89.3010	<input type="checkbox"/>	87.9510	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss
57: 55694	57 55694	<input checked="" type="checkbox"/>	89.1400	<input type="checkbox"/>	86.0000	0.91	<<Collection: 0 items>>	Absolute Headloss

Figura 6. 9. Tabel atribute cămine canal din program modelare hidraulică

Pentru tronsoanele canal este necesar să se completeze cota radier a capătului aval dacă nu coincide cu cota radier a căminului aval. Este necesar ca toate dimensiunile de tuburi de canal să fie completate folosind aceeași unitate de măsură, de exemplu în mm, pentru omogenitatea datelor.

Figura 6. 10. Fereastră proprietăți cu atribute tronson canal din program modelare hidraulică



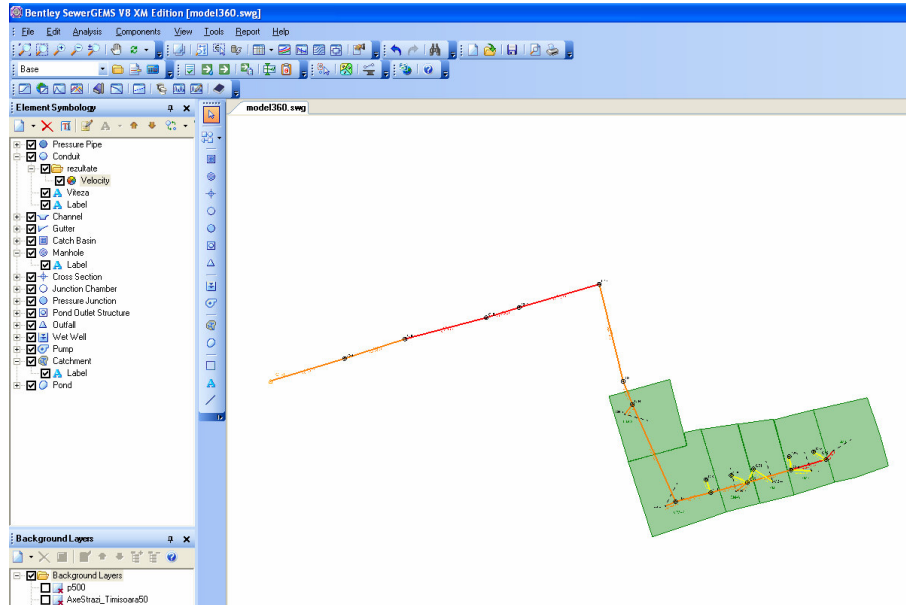


Figura 6. 11. Vizualizare tronson canal și sub-bazine pluviale din programul de modelare

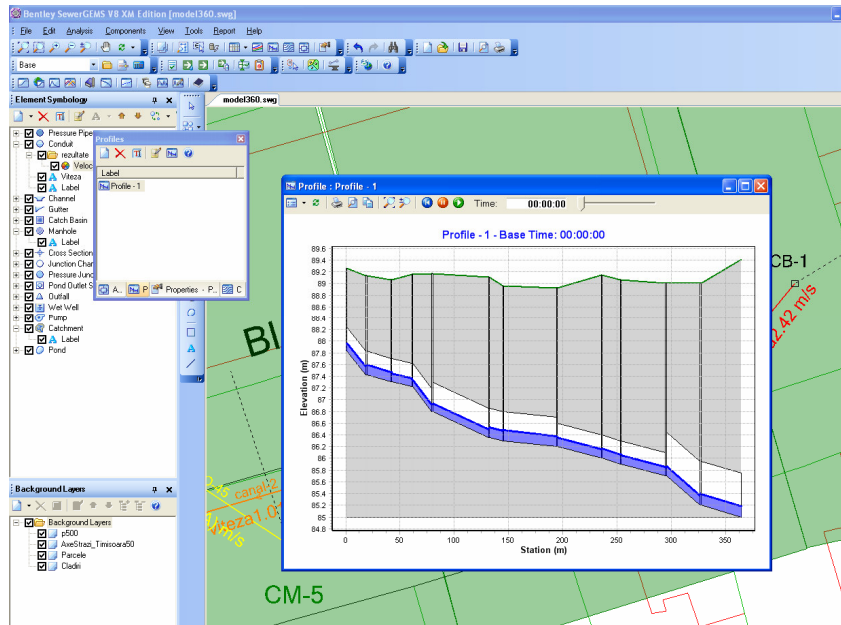


Figura 6. 12. Profil longitudinal din programul de modelare hidraulică

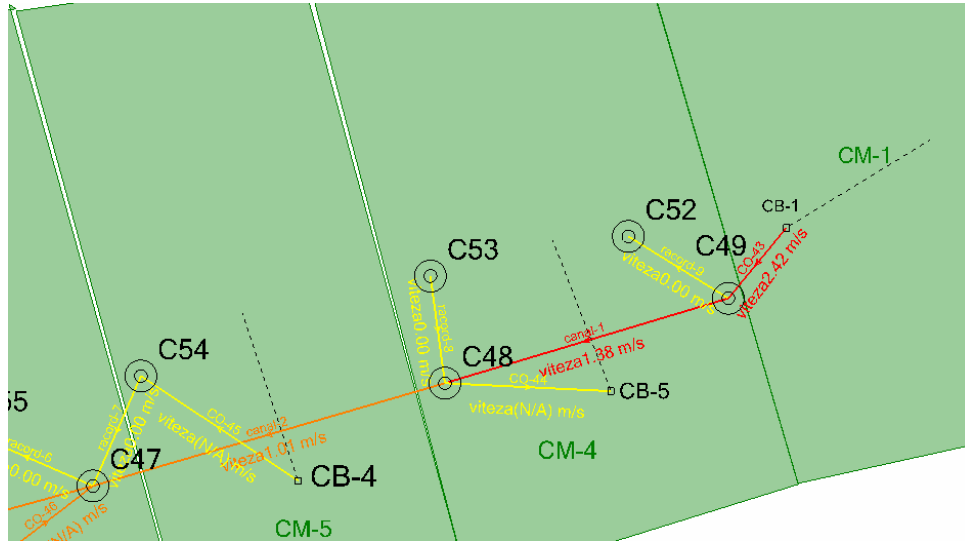


Figura 6. 13. Codificare pe culori a tronsoanelor de canal în funcție de viteze de curgere calculate

## Capitolul 7. Concluzii și contribuții personale

În abordarea proiectului de cercetare și întocmirea tezei de doctorat cu titlul „ Contribuții la identificarea și gestionarea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare, cu aplicabilitate la sistemele municipiului Timișoara” precum și în activitatea de implementare a rezultatelor cercetării în munca desfășurată la operatorul sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale municipiului Timișoara am urmărit unul dintre principiile de bază ale sistemului de management și îmbunătățire continuă „ Kaizen”.

Principiul urmărit presupune ca fiecare membru al unei organizații trebuie să caute și să implementeze îmbunătățiri ale proceselor de muncă pe care le gestionează personal fără a influența rezultatele finale și procesele gestionate de alți membri ai organizației.

În anul 1999, odată cu participarea în echipa de consultanță de proiect pentru obținerea fondurilor de preaderare ISPA pentru sistemele de alimentare cu apă și canalizare ale municipiului Timișoara am identificat necesitatea realizării unui sistem de identificare și gestionare a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare datorită faptului că informațiile despre sistem aveau foarte multe lacune. Din acest motiv realizarea proiectului a întâmpinat numeroase dificultăți și am conștientizat faptul că atât implementarea proiectului cât și operarea și dezvoltarea ulterioară a sistemului va întâmpina multe dificultăți.

Conștientizând importanța majoră a problemei am hotărât să-mi asum proiectul de cercetare și implementare pentru realizarea unui sistem performant de identificare și gestionare a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare.

Astfel în anul 2000 m-am înscris în programul de doctorat al Universității Politehnica din Timișoara având ca temă „ Contribuții la identificarea și gestionarea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare, cu aplicabilitate la sistemele municipiului Timișoara” și totodată în anul 2000 am devenit angajat al operatorului sistemelor de alimentare cu apă și canalizare a municipiului Timișoara.

În primii ani de cercetare doctorală am cercetat și aprofundat bazele teoretice ale cercetării și totodată am căutat să analizez situația existentă a identificării și gestionării gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare.

Rezultatele cercetărilor și investigațiilor le-am diseminat prin mijloace de comunicare formală și informală în scopul îmbunătățirii sistemelor de identificare și



gestionare a rețelelor de alimentare cu apă și canalizare, nefiind un factor de decizie al operatorului.

Demararea noului program de identificare și gestionare a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare din anul 2007 cu o nouă structură, nou management operațional și denumire „GIS și modelare rețele de apă și canalizare” a fost un moment foarte important și pentru activitatea personală de cercetare și implementare a rezultatelor cercetărilor personale prin cererea personală fermă adresată conducerii operatorului de deveni membru al noii echipe.

În calitate de membru fără putere de decizie al echipei noului program „GIS și modelare rețele de apă și canalizare” am căutat, susținut și promovat soluții și propuneri de îmbunătățire provenite atât din activitatea de cercetare cât și din activitatea practică zilnică.

Dintre soluțiile și propunerile de îmbunătățire mai importante promovate și implementate menționez:

- modul de lucru al identificării și poziționării pe planul de situație doar după colectarea informațiilor topografice și descriptive ale rețelei,
- verificarea funcționalității funcționalității firului de identificare prin verificare cu aparatura de localizare utilizată de echipa de detecție a operatorului,
- să se stabilească punctele cheie pentru care să se facă măsurători riguroase și cotele radierului să fie interpolate pentru celelalte puncte
- identificarea factorilor care încetineau activitatea de actualizare a bazelor de date,
- modificarea abordării de reprezentare a informațiilor tip suprafață prin gestionarea lor ca suprapunere topologică și nu ca și înregistrare manuală repetitivă a atributelor individual pentru toate obiectele afectate,
- gestionarea bazelor de date cu sub clase de obiecte,
- punctele de măsurare a debitelor în sistem să cuprindă zone de intrare/ieșire din sistem, izolarea unor zone,

Dintre soluțiile și propunerile de îmbunătățire mai importante propuse menționez:

- să se efectueze măsurătorile topografice ale poziției obiectelor constitutive și ale traseelor rețelelor noi fără a mai aștepta recepția la terminarea lucrărilor și a verifica ulterior pe teren situația reală, indiferent dacă realizarea lucrărilor este

urmărită de reprezentanții primăriei municipiului Timișoara sau de reprezentanții operatorului de sistem,

- valorificarea situațiilor în care sunt realizate sondaje pentru repararea avariilor,
- Marcarea pe teren folosind vopsea a capacelor căminelor creșterea operativității măsurătorilor topografice, reducerea și eliminarea omisiunilor și erorilor de măsurare și poziționare,
- coroborarea tuturor surselor de informații disponibile, hărți și planuri, desene tehnice și proiecte tehnice pentru a obține prin măsurători și verificare pe teren cea mai actuală informație referitoare la situația existentă,
- Transferarea în format electronic a planurilor de situație, profile transversale și scheme de montaj prin realizarea unui sistem de gestiune a documentelor care să permită inserarea unor legături la o baza de date tip arhivă ,
- Măsurarea diametrelor exterioare ale conductelor cu ajutorul unor instrumente de tip șubler sau prin determinarea diametrului prin măsurarea cu panglica gradată a lungimii cercului secțiunii transversale.
- propunere de soluționare a problemei redundanței codificării prin litere și atribut a tipului de obiect din baza de date a căminelor,
- propunere de soluționare a dublei reprezentări a sensului tronsonului de canal – renunțarea temporară la rotirea segmentelor de tub de canal pentru a nu consuma timpul și utilizarea în viitor a capacității AutocadMap3D 2010 de a face rotirea automată a vertexurilor unei polylinii,
- propunerea de soluționare a problemei adreselor- să se renunțe la introducerea adreselor și utilizarea capacităților de suprapunere topologică pentru a determina localizarea obiectelor, prin interogări spațiale.
- crearea unui singur tronson de conductă de tip polylinie și branșamentele laterale să fie legate de tronsonul de conductă prin noduri – vertex ale polyliniei
- crearea de noi câmpuri în baza de date astfel încât pentru fiecare tip de secțiune să fie înregistrate mai multe câmpuri de dimensiuni,
- marcarea informațiile neclare și incerte,
- Valorificarea bazelor de date existente prin realizarea unor straturi prin care să fie poziționate diverse tipuri de date cu componentă geografică.
- Se poate realiza și un strat cu toate reclamațiile justificate prin introducerea unui parametru geografic ,
- Realizarea unui strat cu toate lucrările de alimentare cu apă și canalizare în care să fie trasate toate conductele și canalele aflate în diverse stadii de implementare,

- 
- Crearea unei clase de obiecte tip poligon folosind planul parcelar care să reprezinte prin asociere consumatorii de apă și crearea legăturilor cu alte baze de date de consumuri de apă facturate prin intermediul poziționării geografice,
  - Realizarea unui model simplificat care să cuprindă doar colectoarele principale pentru a se obține o imagine de ansamblu asupra capacității funcționale a sistemului.

Consider că tema de cercetare „ Contribuții la identificarea și gestionarea gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare, cu aplicabilitate la sistemele municipiului Timișoara” a avut o importanță deosebită atât în formarea personală, profesională și practică cât și în fundamentarea teoretică și implementarea de soluții și propuneri de îmbunătățire practice pentru operatorul regional de alimentare cu apă și canalizare Aquatim SA.

**Perspectivile** care se întrevăd sunt de a se realiza integrarea sistemelor de cartografiere sau GIS cu programele de modelare hidraulică și cu programele de urmărire și control la distanță a parametrilor funcționali ai sistemelor de distribuție a apei și respectiv colectare a apelor uzate.

**Bibliografie**

1. Alan, P., - PROIECTAREA SISTEMELOR INFORMATICE – Editura Solness, Timișoara, 2001
2. Băduță, M., - SISTEME GEOINFORMATICE PENTRU ELECTROTEHNICĂ GIS, Editura Polirom, 2008
3. Blitz, E. – PROIECTAREA CANALIZĂRILOR, Editura tehnică, 1970
4. Blitz, E. - CANALIZĂRI, Editura Didactică și pedagogică, 1969
5. Capotescu Maria-Cristina, - Referat nr.1 Sisteme de gestiune a gospodăriei subterane de alimentare cu apă și canalizare, 2004
6. Capotescu Maria-Cristina, - Referat nr.2 Contribuții la dezvoltarea și aplicarea metodelor de identificare a sistemului de alimentare cu apă și canalizare, 2004
7. Capotescu Maria-Cristina, - Referat nr.3 Contribuții la proiectarea bazelor de date pentru gestionarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare, 2004
8. Chivoreanu, D., Carabeț, A., Exemple de calcul în canalizări, I.P. Timișoara, 1996
9. C.O.C.C.,GHID PENTRU ÎNTOCMIREA CĂRȚII TEHNICE A CONSTRUCȚIEI, 1997
10. C.D. 86-75 și C.D. 86-77, INSTRUCȚIUNI TEHNICE DEPARTAMENTALE PENTRU EXPLOATAREA ȘI ÎNTREȚINEREA CONSTRUCȚIILOR ȘI INSTALAȚIILOR DE ALIMENTARE CU APĂ ȘI CANALIZARE, 1978
11. David, I , - HIDRAULICĂ vol I și II, UTT 1990
12. Dimitriu,G.,SISTEME INFORMATICE GEOGRAFICE GIS, Editura Albastră, Cluj-Napoca, 2001
13. Giurconiu, M., Mirel, I., Retezan, A., Sîrbu, I., *ÎNDRUMAR PENTRU CALCULUL CONSTRUCȚIILOR ȘI INSTALAȚIILOR HIDROEDILITARE*, Litografia IPTV, Timișoara, 1982
14. Giurconiu, M., Mirel, I., Retezan, A., Sîrbu, I., *HIDRAULICA CONSTRUCȚIILOR ȘI INSTALAȚIILOR HIDROEDILITARE*, Editura Facla, Timișoara, 1977
15. Giurconiu, M., Mirel, I., Carabeț, A., Chivoreanu, C, Florescu, C., Stăniloiu C., *Construcții și instalații hidroedilitare*, Editura de Vest, Timișoara, 2002
16. Haidu, I., Haidu, C., - S.I.G. Analiză spațială, Editura \*H\*G\*A\*, București, 1998
17. Haestad Methods- ADVANCED WATER DISTRIBUTION MODELING AND MANAGEMENT, Haestad Press, Waterburz, CT USA, 2003

- 
18. Haestad Methods- WASTEWATER COLLECTION SYSTEM MODELING AND DESIGN, Bentley Institute Press, Exton, Pennsylvania USA, 2007
  19. Ianculescu, I., Ionescu, G., - ALIMENTĂRI CU APĂ, Editura Imprimeriei de Vest – Oradea, 1999
  20. Ianculescu Speranța, Nisipeanu Steluța, Stepa Raluca, Managementul mediului în conformitate cu seria ISO 14000, Editura Matrix Rom, București, 2002
  21. Ionescu, G.C, - INSTALAȚII DE CANALIZARE, Editura Didactică și pedagogică, R.A. București – 1997
  22. Mioc, D., Robescu, D.N., Mioc Mihaela, Managementul industriei apei, Editura Tehnică București, 2000
  23. Jura, C- ALIMENTĂRI CU APĂ, CAPITOLE SPECIALE, I.P.T.V, Timișoara, 1973
  24. Jura, C- ALIMENTĂRI CU APĂ, I.P. Timișoara, vol 1,2,3, 1984
  25. Jura, C- ALIMENTĂRI CU APĂ, CANALIZARE ȘI INSTALAȚII EDILITARE, I.P. Timișoara, 1967
  26. Jura, C- PROBLEME ALE OPTIMIZĂRII SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ, vol.1 al A.I.I.R., Simpozionul național cu participare internațională: „Instalații pentru construcții și confortul ambiental”, Timișoara, 1996
  27. Larry W. M.- WATER DISTRIBUTION SYSTEMS HANDBOOK, McGraw- Hill, 2000
  28. Mateescu, T., Profire, M., Pop, A., Ciascai, I., – Conducte din mase plastice pentru sisteme de utilități urbane, Editura SC Revox, Bistrița, 2002
  29. Mateescu, T. – Lucrări și instalații tehnico-edilitare, Editura Gh. Asachi, Iași, 1995
  30. Mănescu, Al. – ALIMENTĂRI CU APĂ APLICAȚII, Editura \*H\*G\*A\*, București, 1998
  31. Mănescu, Al., Sandu M., Ianculescu O., – ALIMENTĂRI CU APĂ, Editura Didactică și pedagogică, București, 1994
  32. Mirel, I., Alimentări cu apă și canalizări în agricultură, UTT Timișoara, 1992
  33. Kiselev, P.G. – ÎNDREPTAR PENTRU CALCULE HIDRAULICE , Editura Tehnică, 1988
  34. Nicoară, T. I – HIDRAULICĂ ȘI MAȘINI HIDRAULICE, vol I și II – UPTVT 1985
  35. Pîslarașu, I., Rotaru, N., Teodorescu, M., ALIMENTĂRI CU APĂ, Editura Th. București, 1981

36. Secară,E.;Bălățescu,V.; Blitz, Em., EXPLOATAREA REȚELELOR DE CANALIZARE, Editura Tehnică, București, 1973
37. Trofin, P., *ALIMENTĂRI CU APĂ*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1972
38. Trofin, P., *ALIMENTĂRI CU APĂ*, Didactică și Pedagogică, București, 1981
39. \*\*\* Hutte- MANUALUL INGINERULUI – FUNDAMENTE – Editura Tehnică 1995
40. \*\*\* SR 1343/1- Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru centre populate
41. \*\*\* SR 4163/1-Alimentări cu apă. Rețele exterioare de distribuție. Prescripții fundamentale de proiectare
42. \*\*\* SR 9570/1-Marcarea rețelelor de conducte și cabluri în localități
43. \*\*\* LOCATOARE DIN SERIA RD400- INFORMAȚII TEHNICE PENTRU UTILIZATOR, Radiodetection, 1997
44. \*\*\* I22-99, Normativ pentru proiectarea și executarea conductelor de aducțiune și a rețelelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, Prodomus -București, 1999