

Ghid privind reabilitarea conductelor pentru transportul apei (brute, curate, uzate, uzate epurate, etc)

Redactarea a II-a



DECAN

Prof.dr.ing. Ioan Bica

COLECTIV ELABORARE

UTCB – Facultatea de Hidrotehnică

Şef lucr.dr.ing. Sorin Perju - Resp.temă

Prof.dr.ing. Alexandru Mănescu

Prof.dr.ing. Gabriel Racoviţeanu

Prof.dr.ing. Marin Sandu

Conf.dr.ing. Elena Vulpaşu

Şef lucr.dr.ing. Eduard Dineţ

Ing. Adrian Chicu

ICECON

Prof.dr.ing. Polidor Bratu

Ing. Ileana Ou

Ing. Cătălin Androne

Ing. Dan Ion

Cuprins

1. Prevederi generale	3
1.1 Necesitatea și avantajele reabilitării	3
1.2 Necesitatea dezvoltării metodelor de reabilitare a conductelor și canalelor în sistemul fără tranșee deschisă (TT, Trenchless Technology).....	3
1.3 Necesitatea cunoașterii tehnologiilor TT	6
2. Obiectivul Ghidului	7
3. Domeniul de aplicare	9
4. Definirea termenilor curent utilizați în ghidul de reabilitare a conductelor	11
5. Conținutul ghidului.....	15
5.1 Tipuri de tuburi și materiale utilizate pentru realizarea conductelor și canalelor	15
5.1.1 Tipuri de tuburi utilizate pentru realizarea conductelor.....	15
5.1.2 Tuburi folosite în realizarea colectoarelor de canalizare	19
5.1.3 Alte tipuri de materiale	22
5.2 Cauzele care produc deteriorarea calității conductelor și canalelor	22
5.2.1 Efectul coroziunii asupra materialelor.....	23
5.2.2 Îmbătrânirea materialului tubului	24
5.2.3 Îmbătrânirea sistemului de îmbinare a tuburilor.....	24
5.2.4 Influența presiunii apei din interior	25
5.2.5 Influența împingerii sarcinilor din exterior (pământ, trafic).....	25
5.2.6 Influența calității proiectării	25
5.2.7 Influența calității execuției	25
5.2.8 Influența calității exploatarei.....	26
5.2.9 Cele mai întâlnite cazuri de avarie la tuburile existente la care este necesară reabilitarea.....	26
5.3 Starea conductelor și canalelor realizate în România.....	31
5.3.1 Construcții accesorii pe rețeaua de distribuție	33
5.3.2 Construcții accesorii pe rețeaua de canalizare	33
5.3.3 Starea de funcționare a rețelelor de distribuție	33
5.3.4 Starea de funcționare a rețelelor de canalizare	34
5.4 Necesitatea și mărimea efortului pentru reabilitarea conductelor și canalelor.....	35
5.4.1 Necesitatea reabilitării conductelor și canalelor	35
5.4.2 Mărimea efortului necesar pentru reabilitarea tuburilor din rețelele edilitare	37
5.5 Efectele directe și indirecte ale reabilitării conductelor și canalelor.....	38
5.5.1 Efectele directe ale reabilitării rețelei de distribuție a apei.....	38
5.5.2 Efectele indirecte ale reabilitării rețelei de distribuție a apei.....	38
5.5.3 Efectele directe ale reabilitării rețelei de canalizare	39
5.5.4 Efectele indirecte ale reabilitării rețelei de canalizare	39

5.6	Necesitatea re tehnologizării conductelor și canalelor și efectele scontate.....	40
5.6.1	Retehnologizarea conductelor rețelei de distribuție și aducțiunilor.....	40
5.6.2	Retehnologizarea rețelelor de canalizare	42
5.7	Metode de reabilitare fără tranșee deschisă și avantajele lor	45
5.7.1	Avantajele și dezavantajele reabilitării folosind metoda clasică - săpătură deschisă	45
5.7.2	Avantajele și dezavantajele folosirii metodelor de reabilitare fără tranșee deschisă (TT)	46
5.7.3	Metode de reabilitare fără tranșee deschisă	46
5.7.4	Domeniul rațional de aplicare a metodelor de reabilitare fără tranșee deschisă.....	59
5.7.5	Condiții prealabile, esențiale, în aplicarea tehnologiilor NO DIG	61
5.7.6	Elemente importante în aplicarea tehnologiilor de reabilitare fără tranșee deschisă.....	62
5.7.7	Despre rentabilitatea soluțiilor de reabilitare cu metode TT	62
5.8	Metodologie de alegere a soluțiilor de reabilitare fără tranșee deschisă.....	65
5.9	Metode de control a calității lucrărilor realizate în soluția fără tranșee deschisă.....	70
5.10	Căi de stabilire a eficienței lucrărilor de reabilitare.....	75
5.11	Strategia de reabilitare a conductelor și canalelor	80
5.12	Indicatori de performanță	82
5.12.1	Indicatori specifici utilizabili direct în reabilitarea rețelei.....	83
5.12.2	Indicatori specifici de calitate ai serviciului	85
5.12.3	Indicatori economici	86
5.12.4	Indicatori generali de comparație a calității serviciului.....	86
Anexa 1 - Fluxul tehnologic de reabilitare a conductelor și canalelor în soluția cu tranșee deschisă.		88
Anexa 2 - Situația alimentării cu apă potabilă în România la sfârșitul anului 2010.....		91
Anexa 3 - Situația rețelei de distribuție a apei potabile în localități urbane, la sfârșitul anului 2008.		93
Anexa 4 - Situația generală a dezvoltării canalizării în România în 2012/INS/		95
Anexa 5 - Situația lucrărilor de canalizare în România la sfârșitul anului 2010 /INS/		96
Anexa 6 - Estimarea capacității de transport a tubului după reabilitarea cu cătușire interioară		98
Anexa 7 - Schema logică pentru organizarea lucrărilor de reabilitare la rețelele de canalizare cu metoda CIPP		99
Anexa 8 - Rolul și importanța inspecției CCTV în reabilitarea conductelor/canalelor		101
Bibliografie		103

1. Prevederi generale

1.1 Necesitatea și avantajele reabilitării

Necesitatea realizării lucrărilor de reabilitare în domeniul sistemului de conducte pentru ape curate sau ape uzate, este dictată de patru factori esențiali: (1) lucrările la rețelele de distribuție și la lucrările de canalizare au început, în țara noastră, în mod sistematic, la sfârșitul sec. 19; ca atare lucrările au îmbătrânit și astăzi au parametri tehnologici de exploatare total defavorabili; (2) costurile de exploatare sunt mari din cauza pierderilor mari de apă (estimate la 30-50% în rețelele de distribuție și necunoscute din rețelele de canalizare) și a pierderilor de energie; (3) tehnologiile IT au avansat mult și ca atare este posibil astăzi un control mult mai bun al funcționării unor asemenea sisteme, de mare lungime (cca 3-10 m/locuitor) și amplasate în condiții grele de solicitare; (4) nu este însă rațională o exploatare informatizată (necesară astăzi) la sisteme care tehnologic sunt depășite.

Serviciul de distribuție a apei potabile este influențat prin calitatea apei furnizate care poate fi deficitară, deși au fost făcute eforturi mari pentru tratarea apei, deoarece:

- O mare parte din conducte sunt din *oțel* neprotejat și acesta modifică mult calitatea apei transportate (cel mai cunoscut fenomen este cel legat de *apa roșie*, apă colorată din cauza ruginii din conducte); sunt localități unde proporția de conducte de oțel depășește 70%,

- O mare parte din conducte sunt din azbociment (sunt orașe unde toată rețeaua este construită din tuburi de azbociment); conform cerințelor actuale conductele pot trimite în apă fibre de azbest care sunt declarate ca precursori de boli cancerigene; acestea vor trebui înlocuite în totalitate,

- Consumul de apă în localități s-a redus mult (de 2-3 ori) ca urmare a contorizării, reducerii drastice a apei pentru industrie, creșterii costurilor de operare; drept urmare curgerea apei în rețea se face cu viteză mică lucru care favorizează dezvoltarea *filmului biologic*, un consum ridicat de clor pentru dezinfectarea și deteriorarea gustului apei; ca atare este nevoie nu numai de reabilitare ci și de re tehnologizarea sistemului de distribuție și nu numai,

- Influența pierderilor de apă asupra căii de rulare (străzilor carosabile) se manifestă prin producerea de mari dificultăți traficului în condițiile în care în timp numărul și tonajul vehiculelor a crescut considerabil.

Rețeaua de canalizare veche este realizată în procedeu unitar; de multe ori este subdimensionată deoarece capacitatea de transport a scăzut ca urmare a colmatării, deteriorării tuburilor; au crescut debitele de apă de ploaie (regimul ploilor s-a modificat destul de mult în ultimii 20-30 ani); totodată pierderea de apă din rețea duce la periclitatea funcționării rețelei de distribuție a apei potabile, la poluarea stratului acvifer din localitate și la distorsionări în funcționarea stației de epurare (în rețea se dezvoltă procese de fermentare) dar și deteriorarea mediului în localitate (gazele de fermentare ajung pe stradă). Creșterea exigenței asupra condițiilor de locuit solicită în multe cazuri re tehnologizarea rețelei de canalizare în vederea reducerii riscului de inundație (lucrările subterane au devenit mult mai valoroase, traficul mult mai intens, pagubele mult mai mari).

1.2 Necesitatea dezvoltării metodelor de reabilitare a conductelor și canalelor în sistemul fără tranșee deschise (TT, *Trenchless Technology*)

Metodele/tehnologiile de realizare a reabilitării conductelor și canalelor în sistem TT (sau “no dig” în terminologia internațională), unde progresele făcute în ultimii 30 ani sunt remarcabile, au următoarele avantaje importante:

- (1) Creșterea vitezei de execuție și reducerea costurilor de investiție.

Complicațiile legate de reabilitarea conductelor în sistemul clasic, cu tranșee deschise, sunt marcate în anexa 1. Se poate constata că pentru lucrări de mari dimensiuni, cu lungime mare și pe arii dezvoltate, durata de execuție poate fi deosebit de mare; aceasta atrage după sine și costuri mari

de investiție; în fig. 1.1 sunt date sintetic aprecierile unei firme care se ocupă de asemenea lucrări în țara noastră. În literatura mondială costurile pot fi cu 20 - 40% mai mici decât în sistemul clasic dar acest lucru depinde de situația locală. Deși sunt publicate rezultatele multor realizări acestea nu pot fi translatate deoarece costurile depind foarte mult de situația specifică a lucrării și de costurile locale. Experiența din țara noastră arată că pentru colectoare de canalizare amplasate la adâncimi sub 2m costurile în soluția clasică sunt mai mici deoarece forța de muncă este ieftină.

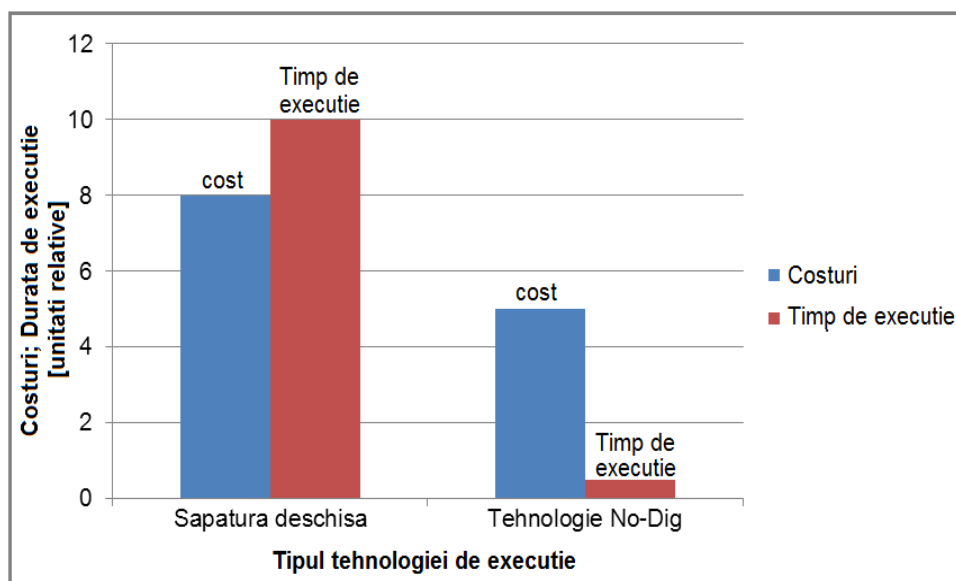


Fig. 1.1. Reducerea costurilor și duratei de execuție (apreciere generală)

În ce privește viteza de execuție trebuie spus că operațiunea de reabilitare propriu zisă se realizează într-un timp mult mai scurt, dar perioada de curățare a conductei până la operațiunea de reabilitare propriu zisă poate fi lungă. Acest lucru se referă la rețeaua de canalizare unde există ceva experiență. La rețeaua de apă potabilă experiența în reabilitare cu tehnologiile TT este încă redusă în țara noastră.

(2) Reducerea costurilor sociale.

Pentru reabilitarea lucrărilor edilitare și nu numai, costurile pot fi ordonate în următoarele grupe:

- *costuri prealabile*, cele mai importante fiind solicitate de studiile topo, studiile geotehnice, studii de trafic etc,
- *costuri directe*, de realizare propriu zisă a lucrării (valoarea de deviz),
- *costuri postconstrucție* (finisarea unor elemente deteriorate ca urmare a lucrărilor),
- *costuri sociale*, costuri care nu apar în lista costurilor evaluate dar sunt plătite de societate pe căi indirecte.

Costurile sociale cuprind costuri indirect plătite de societate prin alte capitole de buget. Ca de exemplu: costul accidentelor datorate traficului, stânenit de lucrarea stradală, este plătit din asigurările sociale; costul carburanților consumați în plus din cauza vitezei mici de deplasare sau de ocolire a zonei blocate se face de către șoferi, din resurse proprii; costul reducerii afacerilor din zonă se face prin păgubirea comercianților, afectarea populației din cauza că serviciile de urgență ajung greu (salvare, pompieri etc) etc. După unele aprecieri făcute în SUA costurile sociale se pot ridica la 20 - 30% din costul de investiție. Comparativ în tabelul 1.1 sunt date proporțional costurile în cele două tipuri de tehnologii de reabilitare. Costurile sunt date ca proporție pe tip de lucrare și nu ca valori comparabile direct între cele două tipuri de tehnologie.

Tabel 1.1. Compararea costurilor sociale pe componentele de baza (valori din costurile sociale)

Componenta lucrării	Săpătură deschisă (clasică)	Fără săpătură (TT)
Forța de muncă	30%	35%
Materiale	10%	35%
Costuri indirecte	20%	20%
Costuri sociale	40%	10%

Desigur că aceste proporții pot varia funcție de tipul și dimensiunea lucrării; se poate spune că la reabilitarea unui colector de canalizare pe o stradă importantă efectul executării TT poate fi zero ca influență exterioară față de aceeași lucrare realizată cu tranșee deschise (se poate bloca total artera respectivă), fig 1.2.

Dificultatea evaluării costurilor sociale este că, deși nu se văd în costurile evidențiate, sunt/pot fi mari și pot modifica balanța costurilor și implicit modul de adoptare a soluției de reabilitare. Se poate prefera o soluție cu săpătură deschisă ca fiind mai ieftină deoarece cca 30% din valoare (echivalentul costurilor sociale) lipsește din balanța costurilor.



a)
Fig. 1.2. a)-Realizarea a două colectoare de 1200 mm prin metoda scutului, TT;
b)-Realizarea unei artere Dn 800 în săpătură deschisă

(3) Reducerea dificultăților în trafic.

În fig. 1.3 pot fi văzute o serie de neazuri produse de reabilitarea în tranșee deschise: se poate bloca total traficul pe o perioadă lungă de timp, se poate reduce total accesul serviciilor de urgență, se poate reduce sau îngreuna aprovizionarea etc. Și toate acestea pe perioade care pot fi de 2-10 ori mai lungi decât în situația reabilitării TT.



Fig. 1.3. Șantier pe o stradă folosind tehnologia clasică la executarea unui colector de canalizare sub presiune

- (4) Creșterea duratei de funcționare a lucrărilor existente prin reutilizarea investiției ca valoare reziduală.

Partea de lucrare, care așa cum este nu mai poate fi folosită și trebuie demontată, este îmbunătățită și i se prelungește durata de viață cu o investiție mai mică; în acest fel pot fi economisite resurse (prin amânarea folosirii resurselor în discuție și folosirea la alte lucrări). În cazul țării noastre trebuie ținut seama că 40% din populație nu are acces la apă din sursă controlată, 60% din locuințele populației nu sunt racordate la canalizare iar cca 60% din apa uzată colectată acum este epurată necorespunzător.

- (5) Protejarea celorlalte rețele subterane.

În subsolul străzii pot fi amplasate 2-4 alte rețele (gaz, electrice, telefonie, încălzire etc); funcționarea corectă a lor presupune condiții de umiditate, distanțe de protecție pentru intervenție etc. Realizarea unei săpături (pentru o conductă/colector) duce de cele mai multe ori la deranjarea sau deteriorarea funcționării acestora, cu costuri suplimentare de remediere. Folosirea traseelor conductelor existente, fără afectarea pământului stabilizat în timp, face ca funcționarea celorlalte rețele să nu fie perturbată. Pot fi și unele dificultăți dacă lucrările existente au fost realizate necorespunzător (conducte de gaz, cabluri, racorduri etc, trecute prin colectoarele de canalizare etc). Acestea sunt anomalii și nu cazuri curențe. Dificil este faptul că nefiind cunoscute de la început pot duce la mari complicații în timpul lucrărilor de reabilitare, complicații soldate cu creșterea costurilor și duratei de execuție a lucrării dar și cu unele improvizații

- (6) Refacerea racordurilor și bransamentelor în condiții controlate.

Cu ocazia reabilitării este obligatorie refacerea bransamentelor și racordurilor în condiții corespunzătoare de etanșeitate. Totodată pot fi desființate toate legăturile provizorii, făcute clandestin, sau neconforme. În acest fel pot fi reduse substanțial pierderile de apă și poate crește capacitatea de transport prin reducerea pierderilor locale de sarcină.

- (7) Creșterea gradului de siguranță în funcționarea rețelelor reabilite.

Reabilitarea rețelor de conducte se face în vederea asigurării celor două cerințe fundamentale: creșterea siguranței în funcționare (reducerea pierderilor de apă și energie și păstrarea calității apei în vederea creșterii gradului de confort) și reducerea costurilor de operare. Rețeaua de apă va funcționa fără discontinuități, cu un consum mai mic de energie iar rețeaua de canalizare va fi mai ușor de întreținut și va putea transporta un debit mai mare datorită calității mult mai bune a materialelor folosite.

- (8) Reducerea emisiilor de NO_x, CO₂, SO_x etc de cca 35 ori pe durata realizării lucrărilor de reabilitare, după aprecierea Asociației Naționale Nord Americane a utilizatorilor de tehnologii TT (NAST).

1.3 Necesitatea cunoașterii tehnologiilor TT

Deși tehnologiile TT au apărut în lume de cca 50 ani, progresiv, la noi în țară au început să fie folosite relativ recent, 4-5 ani în urmă. Ca atare sunt puțin cunoscute și aplicate. Acest lucru are două mari dezavantaje: (1) au fost aplicate acolo unde nu s-a putut lucra altfel din condiții impuse și (2) costurile de realizare nu sunt cele reale deoarece au fost construite lucrări mici și fără o perspectivă de lungă durată pentru executant; sunt tehnologii care își justifică eficiența economică în aplicare numai de la o anumită lungime de conductă reabilitată

Deoarece astfel de lucrări de reabilitare sunt și vor fi din ce în ce mai numeroase și ofertele de execuție vor fi mai diversificate. Pentru efectuarea lucrărilor de reabilitare cu tehnologie TT este necesară cunoașterea elementelor de bază.

2. Obiectivul Ghidului

Ghidul privind reabilitarea conductelor și canalelor este destinat să prezinte și să asigure următoarele elemente:

- O mai bună difuzare a cunoștințelor legate de *tehnologiile de reabilitare fără tranșee deschisă (TT)*, deoarece acestea au certe avantaje dar nu sunt un panaceu universal. Aceste tehnologii trebuie folosite cu discernământ și fiind tehnologii relativ nou aplicate la noi în țară este necesară o bună cunoaștere a performanțelor acestora.
- Cunoașterea avantajelor pe care tehnologiile TT le pot avea și condițiile în care acestea pot fi aplicate; totodată sunt necesare unele criterii de selectare a celei mai bune tehnologii TT în vederea obținerii de avantaje maxime. Fiind tehnologii specializate, cu un echipament specializat de lucru, scump și deservit de personal bine calificat, este normal ca acestea să fie repartizate pentru execuție celor care au demonstrat practic că posedă cunoștințe și capacitate de realizare a unor lucrări performante;
- Adoptarea unui asemenea soluții este însă judecată de personal care poate că nu participă direct la realizarea constructivă dar trebuie să gândească tehnologia, să decidă asupra performanțelor necesare pe care noua lucrare trebuie să le îndeplinească, trebuie să elaboreze și să aprobe caietele de sarcini pentru scoaterea la licitație a lucrării.
- Adoptarea soluției de retehnologizare TT presupune existența unor lucrări prealabile care pot încadra această soluție într-un domeniu favorabil sau dimpotrivă o pot dezavantaja total; este esențială cunoașterea stării reale a rețelelor ce vor fi reabilite și cunoașterea amplasării acestor rețele în teren.
- Un sistem de transport al apei reabilitat prin tehnologii TT capătă de regulă, o nouă organizare a exploatării, de multe ori cu un grad ridicat de informatizare.
- Uneori reabilitarea trebuie făcută simultan cu retehnologizarea sistemului; este total nerațional ca sistemul să fie reabilitat și după aceea să se constate că are nevoie și de retehnologizare.

Ghidul se adresează unor grupe largi de instituții abilitate și interesate în funcționarea corectă a serviciilor de alimentare cu apă și canalizare. Printre acestea pot fi menționate:

- *Operatorii Regionali de apă și canalizare*; aceștia au răspundere asupra cantității și calității apei distribuite sau colectate din localități dar răspunderea trebuie realizată în condiții economice favorabile lor și consumatorilor; ca atare trebuie să aibă în preocupare o funcționare continuă și performantă; de modul în care sunt operate obiectele tehnologice ale sistemelor de alimentare cu apă și canalizare depind și costurile finale precum și viteza de execuție a reabilitării.
- *Autoritățile locale care sunt proprietarii legali ai acestor sisteme de folosire a apei*; ca atare sunt și cei responsabili cu menținerea lor în condiții bune de exploatare și într-o stare permanentă de dezvoltare; în calitate de proprietari trebuie să asigure condițiile optime pentru cunoașterea detaliată a construcției rețelelor; de calitatea cunoașterii depinde viteza de realizare a lucrărilor și corectitudinea alegerii soluțiilor de reabilitare.
- *Companiile, birourile, firmele care se ocupă cu proiectarea soluțiilor tehnice și stabilirea parametrilor tehnologici de exploatare a sistemelor*.
- *Constructorii care execută lucrările de reabilitare a sistemelor*, trebuie să înțeleagă ansamblul lucrărilor și să se organizeze în consecință astfel încât beneficiile oferite de tehnologiile TT să fie folosite la maximum.

Trebuie menționat că toate aceste instituții reprezintă factori de decizie în alegerea soluțiilor de reabilitare, motiv pentru care trebuie să lucreze coordonat și având aceeași *idee centrală: lucrarea finală trebuie să funcționeze corect dpdv tehnologic, pe o perioadă cât mai mare de timp și la costuri minime de operare.*

Lucrările la care se referă prezentul Ghid sunt cele legate de conductele pentru transportul apei potabile, de apă brută pentru tratare în vederea obținerii apei potabile, precum și a colectoarelor de canalizare din localități (apă uzată menajeră și asimilată acesteia, ape meteorice etc).

Pentru alte cazuri, de lucrări care asigură transportul apei prin conducte sau canale, elementele conținute în ghid pot fi aplicate în mod adecvat în ce privește tipul de reabilitare adoptat inclusiv tipul de material utilizat.

3. Domeniul de aplicare

Acțiunea de reabilitare a conductelor și canalelor trebuie considerată ca o acțiune care va exista cât timp vor exista sisteme de alimentare cu apă și de canalizare. Dacă până acum tehnologia de reabilitare era cea clasică (în săpătură deschisă) acum se poate face o deschidere importantă către tehnologiile TT, fără tranșee deschise.

Abordarea sistematică a acestui mod de lucru se va transforma în reduceri de costuri de operare, creșterea siguranței în funcționare și protejarea resurselor de apă.

(1) Conținutul prezentului Ghid este destinat rezolvării problemelor legate de reabilitarea conductelor pentru transportul apei potabile necesare unei localități sau a transportului (evacuării de pe suprafața localității) a apelor uzate produse în localități (ape uzate menajere și asimilate acestora, ape meteorice), prin intermediul:

- rețelelor de distribuție a apei potabile în centrele populate,
- aducțiunilor de apă brută, pentru tratare în vederea potabilizării, sau de apă potabilă,
- rețelelor de canalizare pentru evacuarea apei menajere și asimilate acesteia, rezultate în localități,
- colectoarelor rețelei de canalizare pentru ape meteorice sau mixte rezultate de pe teritoriul localităților.

Pentru alte cazuri de conducte sau canale închise ce transportă alte calități de apă prevederile conținute vor fi aplicate prin preluarea constructivă a elementelor favorabile.

(2) Lungimea și dimensiunea conductelor la care se poate aplica ghidul este relativ greu de stabilit. Se poate afirma însă că, în timp, toate conductele și colectoarele vor ajunge să fie reabilite. O situație statistică a lungimii rețelelor de distribuție este dată în anexa 2, după date rezultate de la Institutul Național de Statistică; o situație orientativă asupra materialelor din care este alcătuită rețeaua în câteva localități este dată în anexa 3. Ar trebui să intre în discuție lungimea de rețea care prezintă probleme și anume:

- Conductele vechi care au avarii numeroase,
- Conductele din azbociment care pun probleme de calitate a apei transportate, iar prin reglementarea europeană trebuie înlocuite,
- Conductele de oțel neprotejat și unde calitatea apei este puternic influențată,
- Conductele din tuburi PREMO care lucrând la presiune mare pun probleme de siguranță în funcționarea alimentării cu apă; conductele Premo (toată gama asimilată), folosite mai ales la aducțiunile de mari dimensiuni (ca lungime și diametru) produc avarii prin explozie iar remedierea poate fi dificilă și de durată.

Ca lungime de conducte, care ar trebui să intre în lucru imediat este greu de apreciat deoarece nu numai vechimea contează în modul de comportare a materialului ci și condițiile reale de execuție și de exploatare. Sunt conducte, chiar de oțel neprotejat, dar dintr-un oțel mai bun și care transportă o apă neagresivă și care arată bine chiar și după 30-40 de ani de funcționare. În schimb pot fi conducte mult mai puțin vechi dar executate deficitar și cu materiale neperformante care să pună probleme deosebite și să fie rațional să intre într-un proces de reabilitare. Analizând lungimile de conducte vechi se poate considera că din cei peste 63000 km de rețea existentă cca 25% , sau 15000 km de conducte ar trebui să intre în procedura de reabilitare.

Lungimea de conducte care pot intra în reabilitare trebuie stabilită pentru fiecare rețea de distribuție în mod concret funcție de cel puțin trei elemente de bază:

- (a) conductele care au un ritm de reparații deosebit de ridicat, motiv pentru care costurile de remediere sunt importante; la limită trebuie să se poată demonstra că investiția într-o conductă nouă este mai mică decât suma costurile de reparații;
- (b) calitatea apei se deteriorează în mare măsură și reclamațiile clienților sunt numeroase, iar penalizările devin importante;

- (c) debitul transportat s-a redus considerabil și rețeaua are nevoie de o rețehnologizare, de conducte noi cu diametre mai mici și legate într-o structură mai bună. În ultima instanță trebuie demonstrat că în noua structură rețeaua va avea costuri de exploatare mai reduse decât cea existentă;
- (d) modificarea tipului de proprietate asupra terenului, a făcut ca astăzi multe tronsoane de conducte să se afle pe terenuri particulare unde reparația în șanț deschis nu mai este permisă.

(3) Rețeaua de canalizare este mult mai puțin dezvoltată; după datele statistice, anexa 4 și anexa 5; lungimea totală este de peste 22000 km din care cu o vechime de peste 50 ani se apreciază o lungime de cca 2000 km. Dacă se extinde cercetarea se poate conchide că datorită condițiilor grele de exploatare, cca 25% din rețea ar trebui avută în vedere pentru reabilitare. Ca elemente de detaliu pot fi făcute aceleași tipuri de precizări ca și la rețeaua de distribuție:

- condițiile de funcționare a rețelei de canalizare sunt mai grele decât ale rețelei de apă și deci colectoarele pot fi mai deteriorate; numai o analiză concretă a rețelilor (care momentan lipsește) poate conduce la stabilirea unei lungimi minime de la care trebuie plecat în organizarea reabilitării; operatorul trebuie să facă o asemenea evaluare înainte de luarea oricărei decizii;
- colectoarele sunt realizate din materiale cu caracteristici mecanice mai slabe,
- apa transportată este mai agresivă față de materiale;
- înlocuirea colectoarelor este mai greu de realizat deoarece rețeaua este ramificată și scoaterea din funcțiune este mai dificilă;
- adâncimile de pozare sunt mai mari deci reabilitarea este mai greu de făcut (colectoarele sunt în axul străzii, sunt necesare epuismențe etc);
- în tehnologia TT până acum avem cele mai bune rezultate de reabilitare la rețeaua de canalizare; sunt deja peste 40 km de rețea reabilitată în câteva orașe mari din țară (Cluj-Napoca, Craiova, Brăila, Focșani etc).

4. Definirea termenilor curent utilizați în ghidul de reabilitare a conductelor

În cuprinsul Ghidului sunt utilizați curent termenii folosiți în alimentări cu apă și canalizări și care sunt definiți în SR 10898 și SREN 1081.

O parte dintre termeni sunt definiți și în legile cu aplicare în domeniul lucrărilor edilitare (Legea 51/2006, Legea 241/2006 etc).

Termenii care sunt specifici documentului de față sunt definiți mai jos.

Reparare = Renovation - ansamblul de activități prin care o conductă (colector), deteriorată local, este adusă la starea de funcționare prin care se asigură parametrii tehnologici acceptabili, apropiați de parametrii de funcționare realizați înainte de avariere.

Reabilitare = Rehabilitation - ansamblul de activități prin care rețeaua de conducte și/sau rețeaua de canale, total sau parțial, este adusă în stare de funcționare cu asigurarea parametrilor tehnologici realizați ca rețea nouă. Termen sinonim cu reparație totală, renovare, înlocuire totală a tuburilor.

Retehnologizare = Retechnologisation - ansamblul de activități prin care rețeaua de distribuție și/sau rețeaua de canalizare, și nu numai, sunt aduse la parametri de funcționare mai buni decât parametrii realizați în schema tehnologică existentă, pentru o nouă durată de viață.

Durata de viață = Life expectation - intervalul de timp (măsurat de la punerea în funcțiune a unei conducte/canal) în care sunt asigurați parametrii tehnologici ceruți, chiar dacă sunt necesare lucrări de întreținere/reabilitare.

Ovalitate = raportul dintre diametrul maxim și diametrul minim al secțiunii vii a unei conducte sau canal după deformare din diferite cauze; deformarea s-a produs ca urmare a unei încărcări exterioare (din împingerea pământului, sub influența sarcinilor din trafic) sub greutatea proprie etc.

Apă roșie = red water - apa rezultată după curgerea printr-o conductă metalică ruginită.

Conducta = pipe - element constructiv, tubular, practic etanș, destinat transportului apei sub presiune.

Canal = channel-sewer - (1) element constructiv, etanș, destinat transportului cu nivel liber al apei; poate fi descoperit când calitatea apei este cea a apei naturale sau închis/îngropat când prin calitatea ei apa poate produce poluarea mediului (aspect, miros, bacteriologic, agresivitate etc) și/sau periclitează direct sănătatea populației; (2) Denumire prescurtată a colectorului de canalizare, principalul element constructiv pentru evacuarea apei uzate dintr-o localitate. (3) Denumirea uzuală, curent folosită de populație, pentru întregul sistem de canalizare sau elementele vizibile ale acestuia (gura de scurgere, cămin de vizitare).

Presiune nominală (PN) = nominal pressure - valoare specifică a presiunii de fabricație a unui tub-viitor element al unei conducte; exprimă valoarea presiunii maxime de funcționare pentru care conducta este proiectată să reziste, în bari.

Presiune maximă admisibilă (PMA) = maximum operating pressure - presiunea hidrostatică maximă (sau presiunea de lucru la care se adaugă presiunea din lovitura de berbec) pe care trebuie să o suporte un tronson al conductei în timpul serviciului, mCA/ bari/Pa.

Presiune admisibilă de funcționare (PFA) = presiunea hidrostatică maximă pe care o componentă a conductei poate să o suporte în mod permanent în timpul serviciului (SREN 1293), mCA,bari/Pa.

Presiune de probă, admisibilă (PEA) = presiunea hidrostatică maximă, pe care o parte componentă a conductei o poate suporta într-un interval relativ scurt, pentru ca să se verifice integritatea, rezistența mecanică și etanșeitatea tuburilor și îmbinărilor componente, mCA/bari/Pa.

Rigiditate inelară (SN) = stiffness - rezistența la deformare radială a unui tub sub o încărcare externă aplicată într-un plan perpendicular pe axa tubului; se poate calcula cu formula

$$S = (E \cdot I) / (D_m)^3 \quad \text{kN/m}^2$$

E - modul de elasticitate, kN/m²; I - al doilea moment de inerție al peretelui conductei în sens longitudinal pe unitatea de lungime, m⁴/m; D_m diametrul axei neutre al secțiunii vii a peretelui tubului, m.

Raportul Standard al Dimensiunii tubului-SDR - în original – **Standard Dimension Ratio**; valoare de producție pentru tuburi, este raportul dintre diametrul exterior și grosimea peretelui tubului; SDR = De/e unde: De este diametrul exterior iar e este grosimea peretelui. Ajută la stabilirea presiunii maxime de operare (MOP- maximum operating pressure), echivalenta PMA.

MOP = 20 MRS/C/(SDR-1), (bar) cu : C-coeficient de siguranță (1,20), MRS-rezistența de calcul a materialului, MPa.

Curățarea cu jet - spălarea construcțiilor subterane (conduce/canale) folosind un jet de apă de mare viteză astfel încât depunerile de pe pereți sunt desprinse și îndepărtate. Presiunea apei de realizare a jetului poate atinge 100-1000 bari.

SmartBall – echipament tehnologic de vizualizare a interiorului unei conducte, în funcțiune cu apă curată, sub presiune, în vederea detectării defecțiunilor pereților (coroziune, rugozitate, găuri în perete, fisuri, poziția bransamentelor etc)

CCTV - televiziune cu circuit închis - în original – **closed circuit television**; echipament electronic care permite cunoașterea prin vizualizare directă sau a imaginilor înregistrate a stării interioare a unui spațiu închis, nevizitabil, uscat; este specific inspecțiilor în conducte și canale cu dimensiuni peste 100mm diametru.

Foraj orizontal direcționat - (FOD), în original **HDD - Horizontal Directional Drilling**; tehnologie de realizare a unei conducte de diametru mic/mediu prin realizarea unui foraj direcționat și tragerea conductei prin orificiul largit progresiv.

Locator - echipament electronic folosit pentru detectarea poziției conductelor metalice îngropate, a conductelor nemetalice cu element de poziționare, a cablurilor metalice etc.

Puț de lansare/scoatere - în original **jacking/receiving pit** - construcție specială de tip săpătură deschisă/cheson, folosită pentru introducerea/scoaterea utilajului folosit la realizarea microtunelurilor pentru conducte/canale.

Cost social - partea de cost a lucrărilor, necuprinse în deviz, plătite indirect de către populația implicată afectată de construirea lucrărilor subterane (lucrări publice sau nu) cum ar fi:

întreruperea/limitarea traficului (așteptare/ocolire - deci consum suplimentar de combustibil, zgomotul claxoanelor, îngreunarea intervenției serviciilor de urgență etc), accidentele suplimentare (în trafic sau cu pietoni), reducerea/pierderea afacerilor din cauza blocării/restrângerii accesului (publicului, mărfii etc), poluarea mediului (zgomot, praf, aspectul peisagistic, distrugerea pomilor etc).

Căptușirea conductei/canalului cu un tub introdus prin tragere după ambutisare - în original **Swagelining-SWG** - tehnologie prin care se introduce un tub din material plastic într-un tub existent în pământ; pentru introducerea ușoară (împins sau tras) se reduce temporar diametrul tubului (cu cca 5-15% din secțiune), prin strângere într-o mașină specială; în timp tubul revine la dimensiunile inițiale; tubul nou preia integral funcționalitatea tubului vechi; după revenirea naturală a tubului deformat diametrul exterior al acestuia este practic egal cu diametrul interior al tubului receptor.

Reabilitare cu tub sudat în spirală - în original **SWR - Spiral Wound Pipe** sau **SPR- Spiral Pipe Rehabilitation**; tehnologie de introducere a unei conducte noi în interiorul unui colector vechi/existent; tubul nou este realizat pe loc din așezarea în spirală a unui profil din material plastic, realizat sub formă de bandă cu margine profilată; îmbinarea și sudarea termică a acestei benzi speciale se face simultan cu lansarea; spațiul dintre cele două tuburi se umple cu material adecvat scopului reabilitării (tubul spiralat joacă rol de cofraj interior).

Introducerea conductei orizontale prin batere – în original **Pipe Ramming - PRM**, tehnologie de introducere a unei conducte în poziție orizontală, prin batere cu o mașină specială, de tip ciocan pneumatic; tehnologie folosită pentru realizarea de subtraversări pe distanțe scurte pe sub căi de comunicație care nu pot fi scoase din funcțiune. Pământul din interior este îndepărtat cu mijloace specifice (tip burghiu la diametre mici, manual la diametre mari).

Introducerea unui tub nou în conducta/canal existentă prin distrugerea tubului existent - în original - **Pipe Bursting (cracking/splitting) - PB**, tehnologie de introducere a unui tub nou într-un tub existent de diametru mai mic; tubul existent este rupt pe loc (spart, sfâșiat) fără evacuarea materialului rezultat din rupere/spintecare; tubul nou este tras progresiv odată cu spargerea celui vechi.

Microtunelare - în original **microtunneling, MT** - tehnologie de realizare a unei galerii orizontale prin forare cu o mașină specializată (**MTBM - MicroTunnel Boring Machine**) în vederea introducerii unei conducte/canal; diametrul tunelului 200 ... 3000mm, adâncime de lucru până la 30m (în condiții speciale a ajuns la 100m); traseele sunt drepte sau cu curbe largi. Evacuarea materialului săpat se face cu ajutorul noroiului de foraj. Conducta împinsă în galeria provizorie poate fi definitivă (transportă apă, fără presiune) sau este conductă de protecție pentru conducta ce va transporta apa sub presiune.

Căptușirea pe loc cu elemente tubulare - în original - **Sliplining (SL)** – termen general pentru metoda de introducere a unui tub nou într-un tub existent în vederea îmbunătățirii performanțelor sau înlocuirea tehnologică a acestuia. Diametrul tubului nou este mai mic decât cel al tubului existent, introducerea fiind liberă. Spațiul dintre tuburi poate fi umplut sau nu.

Căptușirea unei conducte cu tub cu memorie termică - în original **Sliplining**; tehnologie de introducere a unui tub de PE condiționat, după o deformare prealabilă importantă (reducerea

secțiunii cu până la 50%) într-o conductă/canal veche ce trebuie reabilitată; secțiunea tubului deformat/păpușat are forma C sau U; după introducere *prin încălzire* controlată tubul revine la secțiunea cilindrică având diametrul exterior egal cu diametrul interior al tubului reabilitat; păpușarea conductei se face ‘pe loc’ după realizarea îmbinării tuburilor prin sudare cap la cap.

Reabilitare prin căptușire cu rășină fixată pe suport textil - în original **CIPP - Cured in Place Pipe**; tehnologie de căptușire a unei conducte/canal, îngropate, cu ajutorul rășinii fixată pe un suport textil; întărirea rășinii se face cu mijloace termice sau radiație UV.

Element de căptușire - în original – **Liner** - element tubular flexibil folosit pentru reabilitarea conductelor/canalelor în amplasament, ca suport pentru rășina epoxidică.

Scut mecanic - tehnologie de execuție în uscat a secțiunilor de colectoare de mari dimensiuni; săparea secțiunii și evacuarea pământului se fac mecanic, uscat, folosind supraveghere cu personal; sprijinirea săpăturii se face cu zidărie specială de bolțari, consolidată în exterior cu injecție de mortar; interiorul secțiunii se netezește/camășuiește cu beton pe carcasa de armatură (torcretare); secțiunea minimă peste 2m diametru.

Tehnologie de reabilitare fără săpătură deschisă - no dig / Trenchless Technology (TT); tehnologie de construcție sau refacere a unei lucrări tubulare, amplasată în pământ, cu sau fără apă, fără deschiderea unei tranșei în lungul lucrării; săpăturile sunt locale pentru lansarea utilajului sau conductei noi și refacerea bransamentului/racordului au sub 5% din lungime.

Tehnologie cu tranșee deschisă – open cut/trenching conventional method; tehnologie de executare a unei conducte noi (sau canal), la adâncimea de 1,0 - 6,0 m, sau pentru înlocuirea unei conducte existente în pământ, prin realizarea unei tranșei deschise pe tot traseul lucrării; îmbinarea tuburilor se poate face în tranșee (tub cu tub) sau pe mal (îmbinare rezistentă la solicitări longitudinale ale conductei) și se lansează tronsoane de conductă; săpătura trebuie să fie uscată (cu sau fără epuismen).

Indicatori de performanță - performance indicators - valori specifice a unor parametrii măsurați direct sau calculați după cunoașterea unor elemente ușor măsurabile, cu ajutorul cărora se poate aprecia calitatea funcționării serviciului furnizat. Pot fi indicatori de comparație între servicii de același tip sau indicatori specifici.

Optimizarea exploatării - optimisation of operation - ansamblu de măsuri tehnice, economice și de management prin care se poate obține cea mai bună performanță a funcționării sistemului (calitatea controlată a apei, întreruperi minime, pierderi minime de apă și energie, cost minim de operare etc).

Film biologic - biologic film - pelicula biologică activă, care se dezvoltă pe pereții conductelor / canalelor când apa are nutrienți și conținutul în oxigen este adecvat; poate modifica mult calitatea apei transportate.

Valoare reziduală – valoarea lucrării în momentul în care se decide demolarea, reabilitarea, schimbarea destinației etc.

5. Conținutul ghidului

5.1 Tipuri de tuburi și materiale utilizate pentru realizarea conductelor și canalelor

În domeniul de realizare a conductelor și canalelor/colectoarelor au fost folosite multe tipuri de materiale; s-a început cu piatra și lemnul, s-a continuat cu elementele prefabricate, din lemn (doage), piatra (zidărie) și cărămidă (rostuită cu var și apoi cu ciment), cu Plumb și Cupru și în anii mai recentți (cca 200 ani) cu folosirea fierului întâi ca fontă și apoi și ca oțel. În sec 20 s-a dezvoltat industria maselor plastice și a materialelor compozite. Diversitatea de materiale a devenit destul de mare și a fost făcut un important salt calitativ: au fost confecționate industrial tuburi care au fost montate pe șantier obținându-se conducte lungi de sute de km cu o comportare bună în timp. Astăzi gama de materiale este mult diversificată și s-a ajuns la materiale compozite care să asigure simultan cele trei condiții de bază necesare unei conducte sau colector: o bună rezistență mecanică, rezistență contra agresiunii chimice, rugozitate minimă la pereți deci curgerea apei cu un consum mic de energie.

În ghid vor fi cuprinse numai materialele din care au fost realizate marea majoritate a conductelor și canalelor din țara noastră, materiale care încă se găsesc în rețelele de distribuție și aducțiunile în funcțiune precum și în colectoarele de canalizare și care vor suporta procesul de reabilitare.

Prezentarea acestor materiale nu poate fi exhaustivă și de aceea rămâne în sarcina celor care se ocupă de reabilitare să ceară informații complete de la furnizorii sau producătorii de materiale, deoarece gama de produse s-a schimbat și se schimbă relativ rapid. Acest lucru este necesar deoarece o parte importantă dintre aceste materiale pot fi folosite ca materiale de bază (primare) în conducte noi dar și ca materiale de reabilitare a conductelor existente.

Prezentarea materialelor din care sunt executate tuburile va fi făcută oarecum în ordinea cronologică de folosire în țara noastră. Nu se va insista asupra elementelor auxiliare folosite la îmbinarea tuburilor deoarece acestea oricum vor fi acoperite de noile tehnologii de reabilitare.

5.1.1 Tipuri de tuburi utilizate pentru realizarea conductelor

5.1.1.1 Fonta cenușie/de presiune/de a doua turnare

A fost materialul exclusiv folosit la realizarea conductelor până în anii '70. Sunt mii de km de conductă realizați din fontă atât în rețele (București, Iași, Cluj, Timișoara, Craiova, Brașov etc) cât și pentru aducțiuni (aducțiunea Timișești-Iași de cca 120 km, Dn 600 este încă în exploatare deși momentan este avariată la trecerea pe sub Moldova; aducțiunea dintre Cernavodă și Constanța a fost avariată în timpul primului război mondial și nu a mai fost refăcută, aducțiunea Bragadiru-București este funcțională deși are peste 100 ani etc).

Diametre de fabricație, 80-900mm, lungimi de tuburi 4-6m, îmbinare cu mufă și etanșare cu frânghie gudronată și plumb topit și ștemuit (pentru conductele îngropate) și cu flanșe pentru conductele vizibile și demontabile; bună rezistență mecanică, bună rezistență la coroziune. Au fost produse și piese de îmbinare (fitinguri) deoarece materialul nu este sudabil sau prelucrabil pe șantier; armăturile necesare erau tot din fontă cenușie; au fost folosite (din import la început și apoi din producție proprie) până în anii '70. Tuburile pentru apa potabilă erau protejate în interior cu bitum aplicat prin citomare, soluție deficitară. Presiunea de lucru, normală sub 10 bari, la nevoie putea atinge și 20 bari (depindea de modul de realizare a îmbinărilor). Durata de viață cca 100 ani.

Se apreciază că în țară sunt mii de km de conducte realizate din fontă cenușie (anexa 3) și mare parte din acestea vor trebui reabilite.

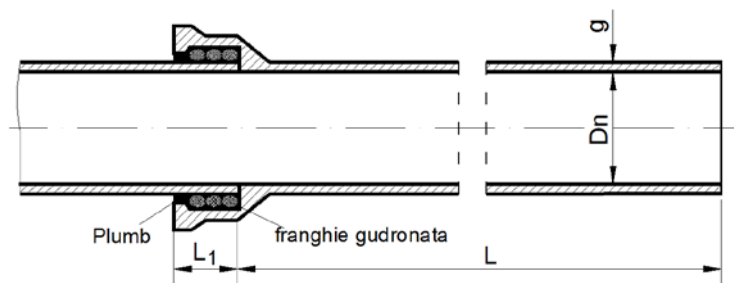


Fig. 5.1. - Îmbinarea tuburilor de fontă cu franghie gudronată și plumb topit

5.1.1.2 Oțelul carbon

Tehnologia oțelului avansase mult și puteau fi produse țevi din oțel. A înlocuit fonta cenușie ca fiind un material mai economic în ce privește consumul de metal.

Materialul este, dpdv mecanic, mai rezistent ca fonta dar mult mai puțin rezistent la coroziune. La început au fost folosite țevi din oțel tras, diametre până la 500mm și apoi din oțel-tablă sudată pe generatoare cu diametre până la 4000mm și în spirală (cele mai utilizate) cu diametre până la 1400mm; se îmbină pe mal (prin sudare cap la cap) și se lansează în tronsoane în șanț; pentru conducte aparente se poate realiza și îmbinarea cu flanșe (adăugate ulterior tuburilor); sunt relativ ușoare și au o bună rezistență mecanică (la o grosime adecvată de conductă pot fi realizate conducte pentru orice presiune; cele mai mari au fost realizate pentru hidrocentrale, pentru presiuni până la 100 bari); cea mai veche aducțiune din țară este cea de la Ciucaș la Brașov, oțel Mannesmann, realizată în 1928, încă în funcțiune. Au fost conducte care au funcționat bine altele care s-au corodat repede. În țară sunt conducte în lungime de mii de km în rețele, diametre 80-1000 mm. Cele mai mari aducțiuni în funcțiune sunt Valea lui Stan- Râmnicu Valcea (Dn 1200mm, lungime peste 40 km), aducțiunea Suraia-Galați, Dn 1200mm etc. Este un material foarte "cumsecade" deoarece poate fi prelucrat pe șantier. Nu necesită masive de ancoraj decât în cazuri speciale. Poate fi aliat cu alte materiale ajungând până la oțelul INOX (încă rar folosit în alimentarea cu apă). Lungimea tuburilor 6-12m. Durata de viață 30-40 ani.



Fig. 5.2. - Îmbinarea tuburilor de oțel prin sudare cap la cap

5.1.1.3 Azbocimentul

A început să înlocuiască o parte din tuburile de fontă și oțel, în anii '70 - '90. Este un material compozit, realizat din fibră de azbest și lapte de ciment (cca 70%); amestecul este înfășurat pe cilindrii - matrița iar întărirea se face controlat, la cald. După întărire se strunjește la capete pentru cilindrare și obținerea unei secțiuni normale pe ax. Îmbinarea se face cu manșon din azbociment și garnituri de cauciuc.

Este un material rezistent la coroziune, rezistent mecanic până la presiune de 6-10 bari; îmbinarea se face cu manșon și garnituri de cauciuc, tub cu tub în șanț. Sunt relativ ușoare; au fost produse la diametre 80-600mm și lungimi de 4-6m. Durata de viață cca 50 ani.

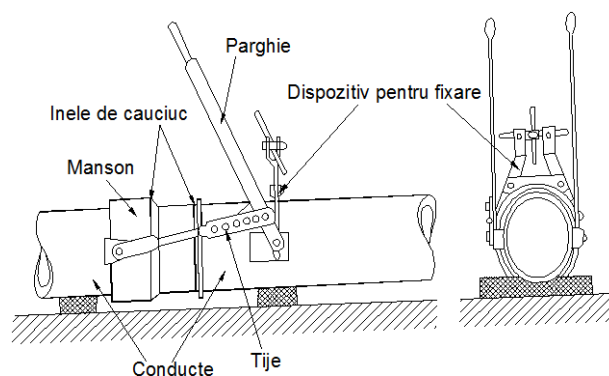


Fig. 5.3. - Îmbinarea tuburilor de azbociment (tragerea manșonului pe tub)

5.1.1.4 Betonul precomprimit (PREMO)

A început să fie folosit din anii '60 ca material pentru aducțiuni; cele mai lungi aducțiuni din țară sunt din tuburi PREMO (Timișești-Iași, 120 km, Dn 1000, 2-3 fire paralele, Paltinu-Ploiești, 160 km Dn 600-1000, Isvarna-Craiova 107 km, Dn 1000 mm, toate în funcțiune). Au fost produse tuburi sub trei licențe PREMO, SENTAB și IPREROM. Între ele sunt diferențe tehnologice. Astăzi se mai produc tuburi PREMO și SENTAB.

Produs din beton armat și precomprimit cu sârmă specială de oțel, cu diametre de 400-1400mm, cu lungimea tuburilor de 4-6m; bună rezistență mecanică, până la 10 bari, în mod normal și 20 bari în condiții speciale; îmbinare cu mufă și garnitură de cauciuc; bună rezistență la coroziune în cazul apei potabile. Durata de viață 30-40 ani.

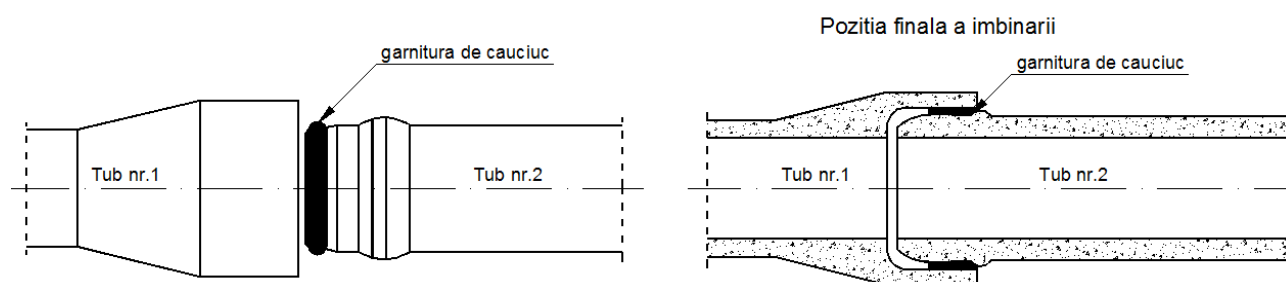


Fig. 5.4. - Îmbinarea tubului PREMO garnitură de cauciuc.

5.1.1.5 Conducte din tuburi de masă plastică, PEID, PVC,

Dezvoltarea industriei maselor plastice a condus și la dezvoltarea producției de tuburi. Tipul de sortimente este mare, de la tuburi cu perete simplu la tuburi din masă plastică cu perete armat. Dintre acestea tuburile din PEID și PVC au devenit cele mai folosite. Deoarece tuburile de PVC sunt folosite la presiune joasă nu vor fi prezentate aici. Folosirea tuburilor de PEID s-a dezvoltat după anul 2000 și astăzi există deja un oraș-Mioveni- care are o rețea nouă realizată integral cu conducte din PEID, în lungime de cca 40 km; reabilitarea s-a făcut prin metoda clasică (șanț deschis).

Se produc tuburi de PE de înaltă și joasă densitate lucru care se recunoaște după valoarea presiunii la care pot lucra. Se produc prin extrudare, în mașini speciale, având ca diametru caracteristic, diametrul exterior și grosimea peretelui.

Se produc prin extrudare la diametre de 50-2400 mm; lungimea tuburilor de diametru sub 100mm este de cca 100m și sunt livrate în colaci; cele cu diametre mai mari se livrează în bare de 6-12m; îmbinarea tuburilor se poate face: prin sudare cap la cap, prin manșoane electrosudabile și cu

îmbinări demontabile (la diametre mici); presiunea de lucru maximum 10 bari; sunt rezistente la coroziune, sunt folosite pe scară largă în tehnologia de reabilitare. Durata de viață cca 50 ani.



Fig. 5.5. - Îmbinarea tuburilor prin sudare cap la cap, cu manșon electrosudabil și cu îmbinare demontabilă

5.1.1.6 Conducte din tuburi de PAFS/PAFSIN

Poliester armat cu fibra de sticlă (PAFS) sau și cu insertie de nisip (PAFSIN) sunt folosite destul de des astăzi deși au ajuns la noi relativ târziu (practic după anul '95). Este un material compozit (poliester, fibră de sticlă și nisip); tuburile sunt produse în două tehnologii, prin înfășurare (diametre mari) și prin torcretare în forma centrifugată. Se produc în țară. Îmbinarea se face cu manșon.

Se produc tuburi cu lungimea de 6-8m cu îmbinare cu manșon și garnitură specială din masă plastică sau cauciuc înglobată în carcasă de PAFS. În anumite condiții pot fi făcute și tuburi cu flanșe. Durata de viață, cca 50 ani.



Fig. 5.6. – Tuburi PAFS și îmbinarea tuburilor din PAFSIN

5.1.1.7 Fonta ductilă (nodulară), fonta de a treia turnare

Deși a fost dezvoltată încă de acum 30 ani la noi a început să fie folosită după anul 2000. Acest lucru s-a datorat faptului că este scumpă și se importă. Sunt realizări încă modeste în rețelele de distribuție și la început pentru aducțiuni.

Se produce un tub rezistent la coroziune, rezistent mecanic și cu o bună îmbinare; lungimea tubului 6m, diametre curente 80-3000mm; tubul are pereți subțiri deoarece materialul este mai bun și se toarnă prin centrifugare; iar protecția se realizează cu mortar special de ciment sau rășini polimerice acceptate (în interior) și cu un film de Zn și polimer la exterior; este un material robust, ușor de îmbinat (garnitură specială este așezată în mufă); îmbinarea cu mufă se poate face și cu mufă cu elemente de blocare care asigură preluarea forței de întindere, acest lucru este foarte favorabil la folosirea pentru rețele deoarece elimină necesitatea masivelor de ancoraj; se produc și tuburi cu flanșe precum și toate piesele de îmbinare pentru legături (teuri, ramificații, reducții etc); pot rezista la presiuni până la 30 bari. Au o durată de viață de peste 100 ani lucru foarte favorabil la folosirea în rețelele de distribuție.

Se produce și un nou tip de fontă ductilă, numită BLUTOP, care este comparabilă cu oțelul în ce privește grosimea peretelui și rezistența mecanică.

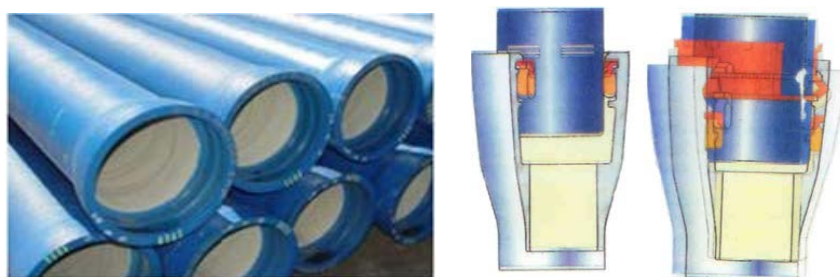


Fig. 5.7. – Tuburi din fontă ductilă și îmbinarea cu mufă blocată a tuburilor din fontă ductilă

5.1.2 Tuburi folosite în realizarea colectoarelor de canalizare

Canalizarea apelor uzate se face, de regulă, cu o apă care curge cu nivel liber, fără presiune. Acidental tubul poate fi pus sub o presiune mică și de durată redusă. Ca atare și asupra tuburilor au fost impuse condiții mai reduse de rezistență mecanică. Caracteristic este însă faptul că debitele transportate pot fi mult mai mari decât la alimentarea cu apă și deci dimensiunile colectoarelor pot fi mult mai mari (până la 3,5 x 3,5 m în secțiune). Forma secțiunii nu este circulară decât la secțiuni mici. Totodată agresiunea apelor transportate fiind mult mai mare, deteriorarea acestora este mult mai accentuată.

5.1.2.1 Tuburi de beton simplu

Betonul simplu este cel mai utilizat tip de material. Astăzi se utilizează numai tuburi prefabricate, rare sunt cazurile când se toarnă pe loc și numai la secțiuni mari, vizitabile.

Se produc tuburi cu secțiuni circulare având diametrul între 100-1000mm, 600/900-1500/1800 pentru secțiunile ovoidale și 900/1350-1500/1800 pentru cele clopot. Presiunea de lucru este de maximum 5mCA iar adâncimea de pozare sub 4m. La adâncimi mai mari se realizează tuburi special dimensionate. Durata de viață 50-100 ani.



Fig. 5.8. - Tuburi de beton îmbinate cu mufă și garnitură de cauciuc

5.1.2.2 Tuburi de beton armat

În condițiile creșterii sarcinii din trafic și a adâncimii de pozare a trebuit crescută rezistența tuburilor; aceasta s-a făcut prin folosirea betonului armat. Secțiunile de tub au fost aceleași (circulară, ovoidală și clopot) dar alcătuirea secțiunii a variat (integral prefabricată- tuburi SIOME de 2,2 m diametru), parțial prefabricată etc;

Durata de viață 50-100 ani. În București sunt colectoare cu vechime mai mare de 100 ani. Pentru realizarea de colectoare cu metoda microtunelării au fost realizate tuburi de beton armat cu pereți foarte groși (până la 25 cm).



Fig. 5.9. - Tuburi de beton armat îmbinate cu mufă etanșată cu mortar

5.1.2.3 Colectoare din zidărie de cărămidă, azbociment, oțel etc.

Pentru colectoare vizitabile, de mari dimensiuni, au fost folosite colectoare executate din zidărie de cărămidă rostuită cu mortar de ciment. Când cărămida era de bună calitate (dublu arsă și uniformă ca dimensiuni) se puteau face colectoare care au durat și peste 100 ani.

În condiții speciale au fost folosite și tuburi din azbociment. De asemenea tuburile declșate (care nu țin la presiunea de încercare din fabrică) tip PREMO au fost folosite la canalizare; pentru tronsoane speciale (teren dificil, adâncime mare, forme speciale, conducte de refulare) au fost folosite și conducte de oțel, fontă, beton precomprimat etc.



Fig. 5.10. - Colectoare din zidărie fără și cu protecție anticorrosivă

5.1.2.4 Tuburi de PVC

Dezvoltarea industriei maselor plastice a dus și la producerea de tuburi; cele mai vechi folosite sunt cele de PVC.

Se produc la dimensiuni de 50-600mm, tuburi cu lungime de 4-6m; sunt ușoare și au o rugozitate foarte redusă fapt care contribuie la o ușoară întreținere; tuburile lungi favorizează îmbinarea mai rară, deci o mai bună etanșare, îmbinare făcută cu garnitură specială atașată mufei tubului; se produc și fittingurile necesare; relativ de curând sunt produse și cămine de vizitare din masă plastică. Sunt rezistente la coroziune.



Fig. 5.11. - Tuburi din PVC și cămine de masă plastică

5.1.2.5 Tuburi din PAFSIN

Tuburile de PAFSIN pot fi folosite la realizarea colectoarelor de canalizare; pentru evitarea unei deformății importante, cu pierderi mari de apă, trebuie o bună alegere a rezistenței la deformare a tubului, SN (când este deformat liber tubul își revine și după o deformare de 30% din diametru) și o bună compactare a umpluturii lângă tuburile așezate în șanț. O bună execuție poate asigura colectoare pentru o durată de viață de 50 ani. Fiind materiale ușoare pot fi ușor lansate în șanț, mai ales la dimensiuni mari. Pot fi utilizate la reabilitarea colectoarelor vechi deoarece la comandă specială pot fi produse forme de tub altele decât cele cilindrice sau tuburi cu mufă blocată. Pot fi realizate și cămine din elemente de PAFSIN.

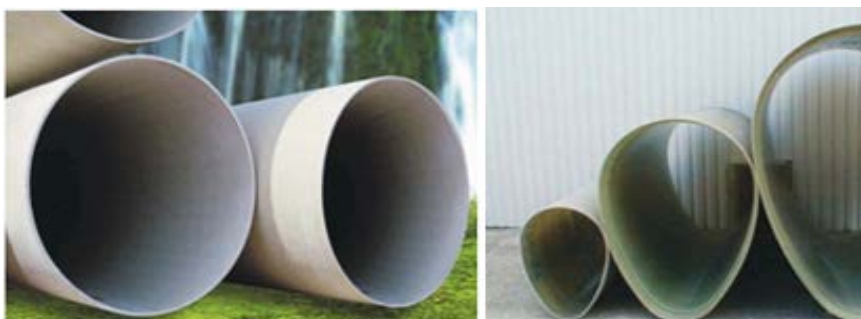


Fig. 5.12. - Tuburi din PAFS/PAFSIN

5.1.2.6 Tuburi gofrate din PE/PP

Deoarece s-a constatat că tuburile de diametru mare au nevoie și de grosimi mari de perete, încep să devină grele și se îmbină greu, s-a căutat o soluție rațională și s-a ajuns la realizarea tubului din două părți componente cu destinație/rol separată: un tub interior rezista la presiunea apei și asigura o curgere bună (nu are nevoie de grosime mare) și un tub exterior realizat din inele rezistente la împingerea pământului și împingerea din trafic. Îmbinarea se face cu garnitură specială. Pot fi produse tuburi până la 3m diametru și cu o greutate mică; tuburile pot avea până la 6m lungime; se produc în țară. Pot fi realizate și cămine de vizitare.

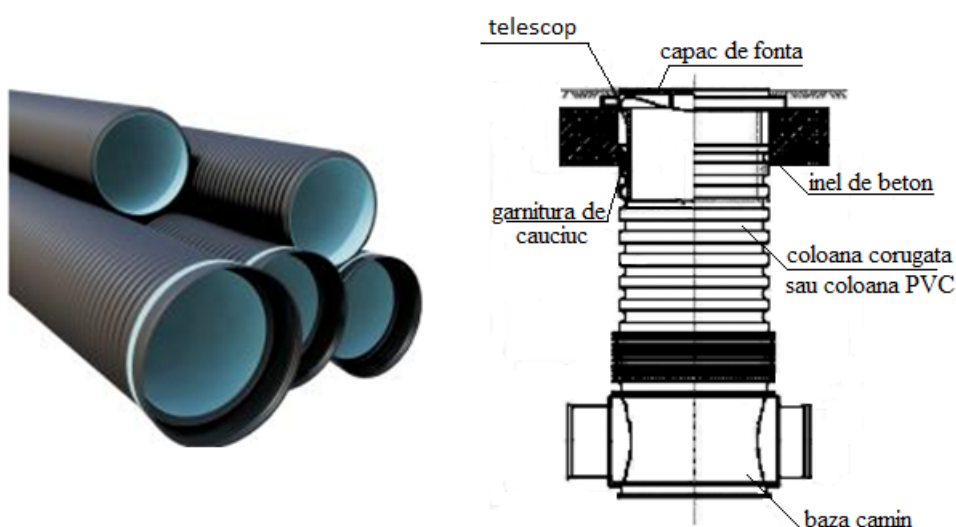


Fig. 5.13. - Tuburi gofrate de PE/PP. Cămine de vizitare din tub gofrat

5.1.2.7 Tuburi din gresie

Un material foarte rezistent la coroziune și foarte dens, realizat din argilă arsă și glazurată pentru asigurarea rezistenței la coroziune.

Se poate produce până la diametre de 600-900mm, cu lungimi de 1,5-2,5 m; îmbinarea se face cu mufă și garnitură de poliuretan sau alt material. Are o rezistență hidraulică redusă din cauza suprafeței glazurii; durata de viață poate depăși 100 ani.



Fig. 5.14. - Tuburi de gresie antiacidă

5.1.3 Alte tipuri de materiale

În lume sunt și au fost folosite și alte tipuri de materiale. Totodată industria materialelor de construcții va pune la dispoziția constructorilor și tipuri noi de materiale. Acestea însă nu intră în preocuparea ghidului de față deoarece aceste tuburi noi vor ajunge la reabilitare peste cel puțin 50 ani.

5.2 Cauzele care produc deteriorarea calității conductelor și canalelor

În general toate materialele utilizate îmbătrânesc; sub influența factorilor naturali și artificiali materialul se deteriorează și aceasta produce restrângerea performanțelor tehnologice ale construcției în care tuburile sunt înglobate: aducțiuni și rețele de distribuție, colectoare de canalizare, conducte de refulare. Principalele efecte sunt:

- Creșterea pierderii de apă din conducte și canale și deteriorarea calității apei, importantă în special la transportarea apei potabile,
- Pierderea de energie, împreună cu apa pierdută sau pentru menținerea parametrilor tehnologici,
- Întreruperea funcționării serviciului în vederea reparării avariei, penalizabilă,
- Creșterea costurilor de exploatare prin repetarea la intervale mici a reparațiilor,
- Scăderea siguranței în funcționarea serviciului în caz de catastrofe (incendii, inundații etc)
- Creșterea debitului extras din sursă în defavoarea altor consumatori,
- Deteriorarea construcțiilor subterane prin creșterea agresivității solului, creșterea nivelului apei subterane etc,
- Deteriorarea accelerată a căilor de transport sub care se găsesc pozate aceste conducte și canale, prin umezirea pământului sau îngheț/dezgheț.

Principalele cauze unitare care produc reducerea fiabilității conductelor și canalelor sunt:

- funcționarea la debite și presiuni variabile (lent sau rapid variabile),
- funcționarea la încărcări exterioare mari și variabile; încărcarea din împingerea pământului, încărcarea din trafic, încărcări din solicitări dinamice ale pământului,
- variația de temperatură a lichidului/apei transportate,
- agresivitatea solului din exterior și a apei din interior; coroziunea distruge peretele tubului cu sau fără depunerea de produse de coroziune,
- reducerea capacității de transport prin creșterea rugozității din cauza coroziunii sau depunerilor pe pereții tuburilor,
- modificarea în timp a structurii materialului,

- depunerea de substanțe amorfe sau agresive care reduc secțiunea vie și prin aceasta a vitezei apei; pentru a menține debitul cerut în secțiune trebuie crescută presiunea,
- solicitarea mecanică pe durată și nu numai, când în subteran sunt executate sau se fac reparații la alte rețele,
- solicitări excepționale din cauze naturale (nu trebuie uitat că mare parte din lucrări au suportat trei cutremure mari în sec. 20) sau artificiale (în sec. 20 o parte din rețele din țara noastră au suportat consecințele a două războaie mondiale).

De obicei aceste cauze acționează combinat chiar dacă una dintre ele are efecte pregnante tot timpul sau periodic.

Deteriorarea funcționării conductei poate fi datorată tubului în sine sau îmbinării între tuburi sau între tuburi și armături precum și armăturilor acționate prea des sau dimpotrivă acționate foarte rar.

Unele sau altele dintre cauze pot fi accelerate din cauza unei proiectări necorespunzătoare, a folosirii de materiale inadecvate, a unei execuții neglijente, a unei exploatare necorespunzătoare sau a unei combinații dezavantajoase între toate acestea.

Este esențial ca apa introdusă în rețea să nu fie agresivă, sau să devină agresivă pe durata exploatareii, față de materialul conductei de transport.

5.2.1 Efectul coroziunii asupra materialelor

Materialele din care se confecționează tuburile pentru transportul apei pot fi clasificate în două grupe mari:

- Materiale care rezistă la agresiunea moderată a apei prin calitatea materialului din care sunt făcute (PAFSIN, PE, PVC, PP, beton etc),
- Materiale care nu sunt rezistente la agresiunea apei și din această cauză tuburile trebuie să fie protejate prin acoperire de suprafață cu un material rezistent la coroziune (fontă ductilă, gresie, oțelul carbon, beton etc); în cazul acoperirii de suprafață o problemă specială o poate constitui îmbinarea tuburilor; îmbinarea nu trebuie să distrugă calitatea protecției de suprafață.

Coroziunea se poate manifesta în interiorul tubului sau și în exterior. Metodele de combatere pot fi diferite:

Combaterea din interior se poate face cel mai bine prin controlul calității apei, astfel:

- Transportarea unei ape cu un pH în limitele valorii neutre, 6,5-8,5; acest lucru se poate realiza mai ușor la apa brută sau apa potabilă deoarece intrarea apei poate fi controlată (corectarea pH ului se poate face relativ simplu).
- Problema poate fi mult mai complicată la canalizare unde introducerea apei se face direct de către utilizatori; comportarea acestora este mult mai greu de controlat.
- Agresivitatea mediului exterior este relativ greu de controlat dar trebuie apreciată în prealabil; aprecierea se va face în condițiile unui mediu care sigur va deveni umed în timp din cauza pierderilor de apă.
- Când și mediul interior și cel exterior sunt agresive vor fi adoptate măsuri adecvate: alegerea unui material rezistent la coroziune, protecția de suprafață a materialului de bază în concordanță cu mărimea agresiunii și modul de îmbinare al tuburilor.
- După stabilirea cerințelor de agresivitate vor fi precizate furnizorului de materiale aceste solicitări și garanțiile de lucru; astăzi sunt produse tuburi rezistente în mediul agresiv, PE, PVC, PAFSIN, Fontă Ductilă, PP etc; chiar și tuburile de oțel pot fi protejate, interior și exterior, prin acoperire cu rășini epoxidice sau masă plastică; îmbinarea prin sudură rămâne o problemă.
- Alegerea tipului de material se va face funcție de rezistența la coroziune dar și de alte cerințe (solicitarea mecanică din exterior, presiunea apei, deformabilitatea tubului, mărimea diametrului etc).

- Coroziunea trebuie apreciată funcție de cele trei moduri posibile de producere a acesteia: corozie chimică ($\text{pH} < 7$), corozie electrochimică și corozie biologică (în special la ape uzate pe tronsoanele cu depuneri și unde dezvoltarea proceselor biologice de degradare conduc la formarea de H_2S și H_2SO_4).

Corozinea poate afecta:

- Calitatea peretelui interior și deci calitatea apei și rezistența hidraulică având ca efect indirect scăderea capacității de transport; la o anumită limită tubul poate intra în colaps, din cauza solicitărilor mecanice din exterior sau și a vacuumului din conductă.
- Găurirea peretelui conductei metalice neprotejate, în asociere cu efectul de abraziune care îndepărtează continuu rugina formată, punctual sau prin favorizarea fisurilor (în zonele puternic solicitate mecanic); favorizează creșterea pierderilor de apă și declanșarea unui fenomen în lanț,
- Reacția selectivă cu unii dintre componenții constituenți ducând la fărâmițarea betonului și dispariția tubului, corozia grafitică la fonta de presiune etc.
- Corodarea armăturii din beton cu distrugerea tubului în final (explozie la corodarea armăturii de precomprimare la tuburile PREMO, colapsul tubului din oțel etc).

5.2.2 Îmbătrânirea materialului tubului

Toate materialele supuse la solicitări mecanice timp îndelungat îmbătrânesc, tubul și îmbinarea obolesc. Din această cauză toate materialele au o durată normată de viață, mai lungă sau mai scurtă funcție de material și condițiile de exploatare.

Materialele sintetice dar și cele insuficient prelucrate sau materialele compozite, în timp, pot să își schimbe structura materialului de bază. Materialul nou format poate avea o rezistență mai mică decât rezistența necesară la solicitarea tubului și deteriorările pot fi importante (colaps, rupere, fragmentare, expulzare de bucăți etc). Există chiar semnalări că o parte din componenții materialului tubului pot trece în apă și calitatea acesteia poate fi afectată.

Furnizorul de material trebuie să garanteze stabilitatea materialului tubului, în condiții normale de exploatare, pe durata de viață a conductei/colectorului. În cazul în care se constată că pot fi deficiențe mari vor fi prevăzute măsuri constructive prin care să se poată interveni mai ușor în caz de remediere. În general tuburile curent produse au o durată de viață de 50 ani cu excepția tuburilor de fontă ductilă și gresie la care durata poate fi considerată 100 ani.

Atunci când durata de viață este depășită tuburile trebuie înlocuite. Despre durata de viață a tuburilor a fost câștigată experiența prin urmărirea acestora în timp. Despre cele noi se știe mai mult din comportarea simulată în laboratoarele de încercare ale producătorilor de tuburi.

5.2.3 Îmbătrânirea sistemului de îmbinare a tuburilor

Îmbinarea tuburilor se face în șanț, bucată cu bucată; calitatea execuției îmbinării depinde de conștiinciozitatea executanților, de tipul de îmbinare și de cost; o îmbinare mai bună costă mai mult; alegerea este o problemă economică dar și de fiabilitate; este esențială proba de presiune/etanșeitate după terminarea tronsonului dar și calitatea inspecției vizuale din timpul probei de presiune/etanșeitate. Documentele asupra probei trebuie să constituie elemente componente al cărții construcției.

Îmbinarea poate avea influență asupra capacității de transport și solicitării mecanice. Funcție de variația temperaturii apei din conductă ($20 - 40^{\circ}\text{C}$) la tuburile asamblate prin sudare cap la cap, din materiale plastice, cu deformații de 10 ori mai mari ca cele ale oțelului, puse în tranșee în condiții neadecvate (temperatura mare a mediului și neacoperite cu pământ) pot produce o mulțime de ruperi ale cordoanelor de sudură; în cazuri speciale pot fi prevăzute elemente speciale care să preia deformația.

5.2.4 Influența presiunii apei din interior

Materialul tubului trebuie să reziste la solicitarea din presiunea apei din interior: aceasta va fi permanentă (presiunea de regim), de durată scurtă (presiunea de încercare - proba tehnologică) sau rapid variabilă (lovitura de berbec). Tubul va fi ales în consecință ținând seama și de îmbătrânirea în timp. Un material ales necorespunzător sau supus la solicitări peste limita apreciată poate conduce la explozia tubului, la expulzarea garniturii îmbinării, la colaps sau ruperea tubului. Garniturile de îmbinare și îmbinarea cu armăturile de pe traseu trebuie să aibă același grad de siguranță ca și tubul.

Variația presiunii din interior poate fi mult influențată de prezența aerului sub formă de pungi (bule mari de aer); mișcarea acestora duce la modificarea fenomenului de lovitură de berbec și poate duce la reducerea substanțială a debitului pe conductă; evacuarea acestui aer este esențială în funcționarea corectă; evacuarea numai prin bransamentele la conductă poate să nu fie suficientă.

5.2.5 Influența împingerii sarcinilor din exterior (pământ, trafic)

Sarcinile din exterior pot fi statice sau dinamice; tuburile trebuie să reziste la sarcina statică și cu un coeficient de siguranță mai mic și la sarcini dinamice. Când este greu de făcut distincția între cele două este preferabil să se considere că rezistența este în concordanță cu sarcinile dinamice normate. Pentru siguranță, traseul va fi marcat și sarcinile grele vor fi excluse sau se va proceda la îngroparea conductei la o adâncime adecvată. Periodic se va face o estimare a solicitărilor din trafic. Ori de câte ori este posibil traseul conductei/colectorului va fi situat în afara zonei de influență a sarcinilor grele. Problema deformației limită a tuburilor trebuie bine analizată. O deformație importantă poate duce la demufarea tuburilor și la necesitatea refacerii continuității. În cazul așezării tubului în afara limitelor normal acceptate de producător vor fi făcute calcule de verificare și vor fi soliciate tuburi cu perete mai gros (SN) sau va fi schimbat tipul de material.

5.2.6 Influența calității proiectării

Calitatea proiectării se vede în modul în care:

- Lucrarea este posibilă cu efort minim, atât la execuție cât mai ales la intervențiile din exploatare,
- Traseele nu conduc la solicitări maxime în tuburi, din interior sau din exterior,
- Materialul prevăzut este în concordanță totală cu condițiile de exploatare și modul de operare,
- Estimarea condițiilor de lucru ale tuburilor este cât mai realistă,
- Tehnologia de lucru este viabilă și accesibilă constructorului,
- Exigența în urmărirea calității execuției este cea normală și normată.
- Proiectul va conține toate elementele care să ușureze exploatarea inclusiv mijloacele de măsurare a parametrilor necesari la stabilirea indicatorilor de performanță (presiune, debit, curățarea rețelei, spălarea rețelei, aerisirea conductelor etc); în cazuri speciale vor fi gândite chiar și măsurile necesare pentru reabilitarea conductelor, reabilitare care se va face cândva.

5.2.7 Influența calității execuției

Execuția conductei/canalului este esențială în durabilitatea funcționării, realizării parametrilor tehnologici și numărul de intervenții în exploatare. Intervențiile vor fi făcute de personal cu o calificare mai slabă decât a celui implicat în execuție și cu utilaje mai puțin performante. Un control bun al prevederilor proiectului este necesar iar verificarea calității execuției este esențială. Predarea lucrării către beneficiar trebuie să aibă garanția funcționării pe durata de viață a acesteia.

Proba de funcționare la parametri proiectați este esențială în asigurarea durabilității conductei/canalului

5.2.8 Influența calității exploatării

Exploatarea, partea cea mai lungă din viața construcției, depinde de calitatea proiectării și execuției dar și de modul în care sunt respectate condițiile de lucru. Parametrii de calitate ai apei trebuie urmăriți la intervalele prescrise și la intervale mai mari trebuie făcut o apreciere asupra comportării generale: indicatorii de performanță trebuie continuu urmăriți. Este importantă evidențierea continuă a costurilor de reparații și semnalările de neconformitate în funcționare (calitatea apei potabile furnizate, mirosul pe stradă - rezultat din fermentarea depunerilor ca urmare a unei viteze mici de curgere a apei cu suspensii, modul de curățare a rețelei de canalizare etc). Reparațiile preventive trebuie introduse în procedurile de exploatare, în managementul exploatării.

5.2.9 Cele mai întâlnite cazuri de avarie la tuburile existente la care este necesară reabilitarea

Exploatarea celor peste 65000 km de conducte și a celor peste 21000 km de colectoare au condus la constatarea unor avarii tipice la tuburile din materialele mai vechi utilizate în lucrările edilitare din țara noastră: fontă de presiune/cenușie, oțelul neprotejat, tuburile de beton precomprimat-PREMO, azbocimentul. Avariile cele mai des întâlnite vor fi menționate, cu mențiunea că realitatea este mult mai bogată decât cazurile menționate. De regulă sunt reținute cazurile spectaculoase dar acestea pot să nu fie și cele mai importante pentru furnizorul de apă.

5.2.9.1 Corodarea internă a tuburilor metalice

Are ca efect producerea de apă roșie, fig 5.15, creșterea rugozității pereților, fig 5.16, perforarea pereților tubului, fig 5.17, fisurarea longitudinală sau circumferențială, fig 5.18 (cu creșterea importantă a pierderilor de apă și a fenomenelor care urmează acestora).



Fig. 5.15. - Producerea de apă roșie la robinet

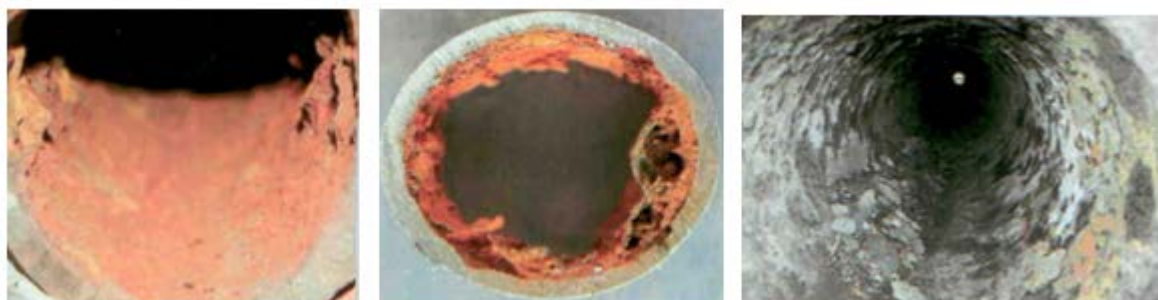


Fig. 5.16. - Creșterea rugozității pereților tubului



Fig. 5.17. - Găurirea peretelui tubului



Fig. 5.18. - Fisurarea longitudinală sau circumferențială

În exterior coroziunea se manifestă prin deteriorarea peretelui conductei și reducerea rezistenței mecanice până la colaps. În condiții favorabile bucăți din tub pot fi expulzate, fig 5.19



Fig. 5.19. - Expluzarea unei bucăți de tub de fontă cenușie

5.2.9.2 Expulzarea elementelor de realizare a îmbinării

Este un fenomen des întâlnit la tuburile de fontă, îmbinate cu frânghie gudronată și plumb, la tuburile din beton precomprimat și azbociment. Din cauza îmbătrânirii frânghiei gudronate și deplasării tuburilor în timp plumbul de blocare este azvârlit afară la o oarecare suprapresiune în tub, fig 5.20.

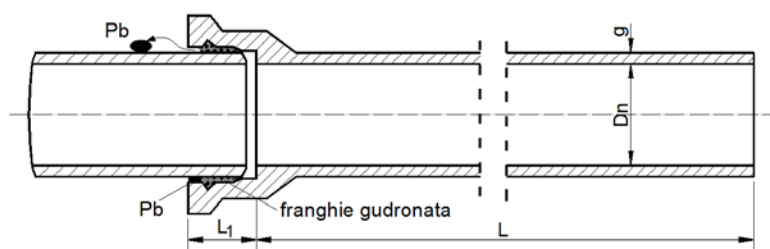


Fig. 5.20. - Demufarea tuburilor de fontă cenușie

Este cea mai des întâlnită avarie la tuburile de beton PREMO; din motive constructive sau de comportare în timp (umezire teren, sarcini exterioare variabile etc) garnitura capată o poziție nesimetrică în îmbinare și la suprapresiuni este expulzată; remedierea este costisitoare, fig 5.21.

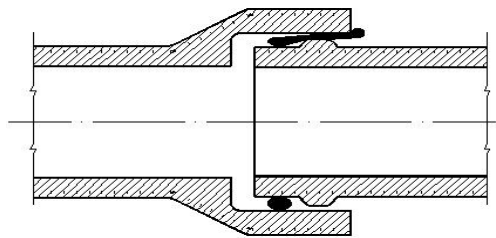


Fig. 5.21. - Demufarea tuburilor PREMO

La tuburile de azbociment demufarea se întâmplă atunci când deplasarea tuburilor este mare, pereții sunt deficitari și suprapresiunile frecvente, garnitura îmbătrânește, fig 5.22.

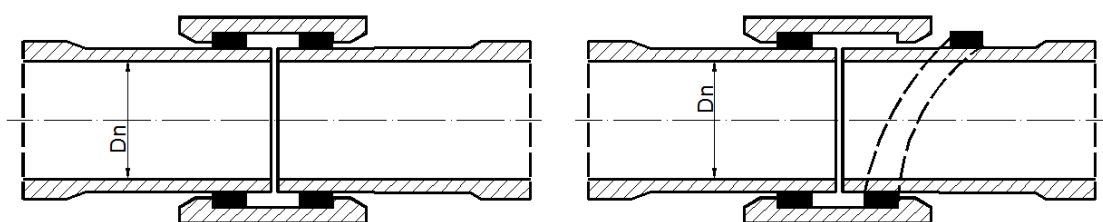


Fig. 5.22. - Demufarea tuburilor de azbociment

5.2.9.3 Corodarea armăturii de precomprimare la tuburile PREMO

Este o avarie frecventă soldată cu explozia tubului și pierderea totală a presiunii, fig 5.23 ;se produce din cauza că sârma de precomprimare este protejată prin torcretare cu mortar de ciment; acesta fisurează în timp și umezeala din pământ duce la corodarea armăturii; urmarea este faptul că elementul care prelua presiunea din interior dispare și tubul explodează în momentul în care sârma se rupe.



Fig. 5.23. - Corodarea armăturii la tuburile PREMO a condus la explozia tubului

5.2.9.4 Corodarea biochimică a tuburilor din rețeaua de canalizare

Se dezvoltă acolo unde se produc cu regularitate depunerile de material biodegradabil deoarece nu se realizează spălarea rețelei de canalizare. Materialul depus începe să fermenteze și se produce Hidrogen Sulfurat; în condițiile de umezeală din colector acesta reacționează cu Hidroxidul

de Calciu din peretele superior al tubului până la distrugerea totală; rezultatul este prăbușirea tubului, fig 5.24. Între timp rugozitatea tubului crește și accelerează fenomenul. Curățarea periodică este foarte importantă mai ales la tronsoanele unde nu se asigură o bună viteză de spălare/autocurățire.

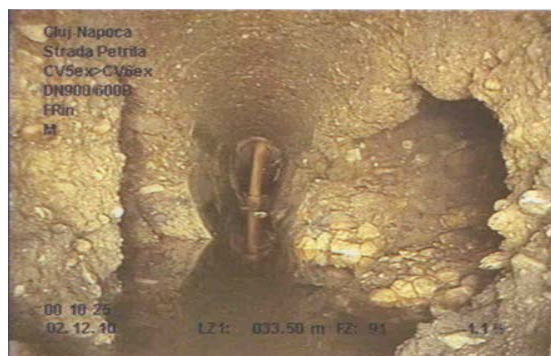


Fig. 5.24. - Corodarea biochimică a tuburilor de beton

5.2.9.5 Colmatarea conductei/canalului cu material biologic vegetal

De multe ori conductele și canalele sunt realizate în apropierea copacilor. În timp din cauza lipsei de apă și a producerii unor fisuri în conductă/canal (de regulă pe la îmbinări) rădăcinile pomilor intră în conductă, largesc gaura prin presiune biologică și dezvoltă o structură de absorbire a apei, structura care poate fi impresionantă, fig 5.25. Efectul este reducerea debitului până la blocarea totală a curgerii apei.



Fig. 5.25. - Dezvoltarea de rădăcini în conducte și canale

5.2.9.6 Încrustarea interioară

Singură sau dublată de coroziune sau depunerea de suspensii, încrustarea reduce capacitatea de transport (în special prin reducerea secțiunii vii a conductei/canalului. La apă cu un indice Langelier peste zero o parte din bicarbonații din apă se descompun și carbonații formați se depun pe pereții conductei. Fenomenul poate fi accelerat de procesul de coroziune când produsele rezultate se combină cu carbonații și produc obturarea conductei, fig 5.26.



Fig. 5.26. – Interiorul unor tuburi încrustate

La colectoarele de canalizare depunerile repetate, urmare stabilizării biologice și lipsa de curățare a rețelei, fac ca în timp materialul să se cimenteze și să conducă până la obturarea completă a secțiunii, fig 5.27.

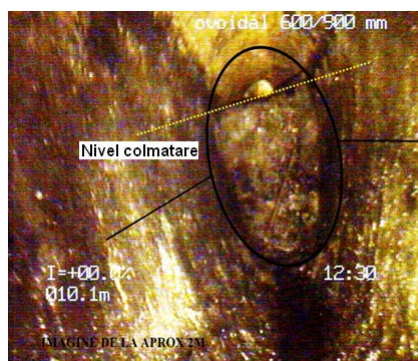


Fig. 5.27. - Colmatarea secțiunii colectorului de canalizare

5.2.9.7 Blocarea totală sau parțială cu corpuri mari

La conductele care transportă apă naturală sau potabilă se întâmplă relativ des ca sertarul vanei, a cărei tijă de acționare este corodată în timp, să cedeze și sertarul cade în locașul său; moment în care conducta este blocată.

Mult mai des întâlnit este cazul rețelei de canalizare; din comoditate, din neștiință, din rea voință sau vandalism o serie de materiale sunt introduse în canalizare prin capacele căminelor: materiale de construcție, chimicale, resturi metalice, animale moarte etc; prin dimensiunile mari reduc capacitatea de transport și accelerează fenomenul de coroziune, fig 5.28.



Fig. 5.28. - Materiale ce blochează rețeaua de canalizare

Dezaxarea/deplasarea tuburilor de canalizare prin fenomene coerente produse în timp; îmbinarea pierde apă, apa înmoaie fundația tubului, tubul se deplasează sub influența sarcinii din trafic (care poate fi mai mare decât cea luată în calcul), tubul se demufează, apa curge pe lângă și spală pământul, capetele tuburilor se depărtează, tubul este rupt și capetele sunt dezaxate etc.

Reparațiile greșit făcute, bransări greșite și racorduri executate defectuos pot influența curgerea apei, favoriza infiltrațiile, favoriza agățarea de materiale plutitoare, accelerarea ruperii tubului, distrugerea protecției anticorozive etc.

Una dintre cauzele care conduce la creșterea numărului de avarii este lipsa de cunoaștere:

- Nu știm câte avarii se produc și nici cât durează remedierea lor,
- Nu știm cât costă repararea avariilor deoarece costul reparațiilor rareori se contorizează separat,
- Nu știm care sunt consecințele reale, cuantificate, ale avariilor asupra sistemului, asupra consumatorului, asupra altor rețele, asupra traficului etc.

Aceasta face ca să nu avem un ordin de mărime clar formulat și deci este greu de acționat, deși este un element fundamental în gândirea modului și momentului de reabilitare. Atunci când costul reparațiilor și valoarea pierderii de apă este mai mare decât costul unei conducte noi, reabilitarea trebuie făcută.

5.3 Starea conductelor și canalelor realizate în România

În România în mod sistematic realizarea de conducte și canale a început la sfârșitul secolului 19 când pentru o serie de mari orașe (astăzi) au fost construite sisteme de alimentare cu apă și rețele de canalizare. Stații de epurare au început să fie realizate după anul 1910. Pot fi menționate:

- Alimentarea cu apă București din sursa Dâmbovița, cu stația de tratare Arcuda, 1880
- Alimentarea cu apă a orașului Focșani din sursa Babele, sfârșitul sec. 19,
- Alimentarea cu apă a orașului Timișoara din sursa subterană (apă cu Fe), 1900 – 1910,
- Alimentarea cu apă Ploiești din sursa subterană Crangul lui Bot, 1913,
- Alimentarea cu apă Cluj din sursa subterană Florești, sfârșitul sec. 19,
- Alimentarea cu apă Brăila, Galați, Sulina, cu apă din Dunare, sfârșitul sec. 19,
- Canalizarea orașului Timișoara, 1912,
- Canalizarea orașului Cluj,
- Canalizarea orașului București, 1880.

La început dezvoltarea a fost relativ modestă deoarece nu se produceau tuburi în țară, energia era puțin dezvoltată, tratarea apei se făcea cu mijloace simple (fără dezinfectare, limpezire în decantoare fără reactivi, filtrare lentă).

Dezvoltarea puternică s-a făcut după primul razboi mondial și mai ales după cel de al doilea război mondial; etapa actuală începută cu anii '90 trebuie să încheie această problemă până în anul 2018. Mai trebuie alimentată cu apă cca 40% din populație, realizate rețele de canalizare pentru cca 60% din populație și epurarea apei uzate la standarde înalte, pentru cca 70% din volumul de apă uzată.

După situația statistică existentă la Institutul Național de Statistică (vezi anexele 2, 5) în anul 2012 exista următoarea dotare cu conducte și canale:

- Rețele de distribuție apă potabilă, peste 63000 km (aducțiunile nu sunt menționate separat),
- Rețele de canalizare, peste 22000 km.
- Rețelele de apă industrială și rețelele de canalizare pentru apă uzată industrială nu sunt cuprinse în aceste valori.

În ordinea folosirii lor materialele utilizate, pentru realizarea tuburilor, sunt:

➤ *Pentru transportul apei potabile*

- o *Fonta de presiune*, diametre de 100-900mm, lungime 6m, presiune 10 bari, îmbinare cu mufă sau flanșe; îmbinarea se făcea cu frânghie gudronată și plumb topit;
- o *Oțelul carbon*, după anii '30 dar mai ales după anii '60 când a înlocuit fonta; tuburi trase și apoi tuburi din tablă sudată în spirală; diametre de 50-1400mm; protecție prin citomare contra coroziunii (în rare cazuri și protecție catodică); lungimea tuburilor 6-12m, îmbinare prin sudare cap la cap (cu flanșe în spații vizitabile),
- o *Azbocimentul*, folosit după anii '70; presiunea de lucru 6 bari; material casant, neprelucrabil; diametre 80-600mm, lungime de tub 4-6m.
- o *Betonul precomprimat, tip PREMO și SENTAB*. Aplicat din anii '60 ca o alternativă la tuburile de oțel și fontă; folosit mai ales la conductele de aducțiune (Craiova, Ploiești, Iași, Cluj etc) la diametre mari, 600-1000mm; tuburi de 6m lungime, îmbinare cu mufă și garnitură de cauciuc, presiune până la 10 bari (în mod normal); necesită masive de ancoraj la coturi și piese metalice pentru branșamente și

ramificații; tuburile Premo au probleme cu corodarea sârmei de precomprimare și expulzarea garniturii.

- o *Tuburile de masă plastică (PVC) tip G* au fost folosite la scară mică, în anii '80; diametrele erau mici 60-100 mm, cu lungimi de 6-12m, îmbinate cu manșon lipit; presiunea de lucru până la 10 bari; rezistente la coroziune. Sunt în cantități reduse în rețeaua de distribuție și ar trebui înlocuite.
- o *Tuburi de masă plastică, PEID, PVC, PP*, au fost folosite după anul '95; pot intra în reabilitare numai în cazuri speciale.
- o *Tuburi PAFSIN*, cu diametre 150 ... 1000; au fost folosite după anul 2000; pot intra în reabilitare în condițiile unei execuții și exploatare deficitare (pierderea etanșeității la îmbinare)

➤ *Pentru transportul apei uzate menajere*

- o *Zidăria de cărămidă* a folosit pentru realizarea colectoarelor mari de canalizare la primele rețele de canalizare; multe din acestea sunt încă în stare de funcționare,
- o *Betonul simplu*; folosit de la începutul perioadei de aplicare a betonului; tuburi de 1m lungime, cu capete sub formă de mufă și cap drept sau cep și buză; îmbinarea se făcea cu guler de mortar sau mai recent cu garnitura de cauciuc; tuburi grele, îmbinate în șanț; riscul de neetanșeităte este mare; tuburile până la 1m diametru sunt prefabricate; la dimensiuni mai mari se toarnă pe loc în regim semifabricat (scoica de jos turnată pe loc, scoica de sus prefabricată); la dimensiuni mari tuburile sunt armate corespunzător; gama de diametre, 100-1000mm pentru prefabricate; secțiunea tubului poate fi circulară, ovală sau tip clopot; constituie majoritatea lungimii rețelelor de canalizare din țară. Durata mare de viață. În cazuri speciale (Brăila, colectorul Germani, beton simplu) dimensiunea tubului turnat pe loc a ajuns până la 3m (o formă specială de clopot); risc de fisurare, corodare, abraziune.
- o *Betonul armat*; sistematic a fost produs tubul SIOME cu diametrul de 2200mm și lungime de 2,5m cu îmbinare cu mufă și garnitură de cauciuc. Tuburi grele care necesită utilaje grele la execuție; risc de fisurare, corodare, abraziune.
- o Tuburile de *beton precomprimat*, care la proba de presiune din fabrică nu corespundeau normelor de fabricație, erau declassate și folosite la rețeaua de canalizare; risc de fisurare, corodare, abraziune.
- o *Betonul armat turnat pe loc*; în cazuri speciale au fost realizate colectoare mari, până la cca 3500 mm înălțime/lățime, din beton armat turnat integral pe loc; secțiunea putea fi rectangulară (mai ușor de executat) sau circulară, ovală; de asemenea o structură mixtă de beton a fost utilizată pentru realizarea colectoarelor în soluția scut uscat, cca 3m diametru (București, Cluj, Brăila); risc de fisurare, corodare, abraziune.
- o *Gresia sau bazaltul artificial*; folosit după anii '70 (în anii precedenți au fost folosite tuburi aduse din import, pentru zone cu ape agresive sau sol agresiv și pentru incinte industriale); diametrele produse 100-600mm, lungimi de 2,5m, îmbinare cu mufă și garnitură specială; durată mare de viață, rugozitate mică; necesită reabilitare doar în cazul unor de greșeli de execuție.
- o *Azbocimentul*; la unele rețele de canalizare s-a folosit azbocimentul ca material de înlocuire a tuburilor de beton; avea avantajul unor îmbinări la intervale mai mari.
- o *PAFSIN* - poliesther armat cu fibră de sticlă cu perete îngroșat cu nisip fin; a început să fie utilizat după anul 2000; are secțiuni de 200-3000mm, tuburi cu lungimea de 6m, îmbinare cu manșon și garnitură specială înglobată; rezistent la coroziune; tubul este elastic și are nevoie de o atentă așezare în tranșee, în caz contrar ovalizarea poate duce la neetanșeităte și ruperea tubului. Tub ușor și rezistent contra coroziunii. Poate înlocui total tubul de beton; rugozitate mică.

- o *Secțiuni mixte de beton* realizate în sistem scut uscat sau turnat pe loc (București, Cluj, Brăila); secțiunea brută rezultată după execuția cu scutul era îmbunătățită prin căptușire cu beton.
- o *Tuburile de PVC, netede*; se produc tuburi din PVC cu diametre de 100-2000 mm, lungimi de 4-6m, îmbinare cu mufă și garnitură specială. Tuburi ușoare, rezistente la coroziune și ușor (dar cu atenție) de pus în operă. Cel mai des utilizat material, la diametre mici, după anul '95; rugozitate mică; se reabilitează în cazuri speciale.
- o *Tubul din PE/PP gofrat*; tubul de PE gofrat tinde să înlocuiască tuburile drepte deoarece are o capacitate mai mare de rezistență la sarcinile exterioare, la grosimi mici de perete; tub ușor, rezistent la coroziune, cu diametre de 200-3000mm; se poate îmbina cu manșon și o garnitură specială intercalată între spirele tubului; rezistent la coroziune; rugozitate mică; folosit după anul 2010; se reabilitează în cazuri speciale.

5.3.1 Construcții accesorii pe rețeaua de distribuție

Pentru realizarea parametrilor de funcționare și creșterea gradului de fiabilitate pe rețea sunt prevăzute cămine pentru armături (vane, contoare, debitmetre, ventile de aerisire, ramificații, dispozitive de măsurat presiunea și calitatea apei, robinete pentru prelevarea de probe etc) și hidranți de incendiu (de regulă fără vana de izolare). Construcțiile sunt de beton sau beton armat depinzând de dimensiuni. Sistemul cu vane (de izolare a tronsoanelor de conductă) montate direct în pământ nu este încă larg folosit. Căminele vechi pot avea nevoie de reabilitare datorită deteriorării etanșeității. În unele cazuri există și masive de ancoraj.

5.3.2 Construcții accesorii pe rețeaua de canalizare

Cele mai uzuale construcții auxiliare sunt căminele de vizitare, la fiecare 30-100m în medie. Sunt realizate din beton turnat pe loc sau din inele de beton așezate pe verticală, din zidărie de cărămidă sau zidărie din bolțari de beton; astăzi a început și folosirea căminelor prefabricate integral din PE sau PVC. Căminele pot avea și a doua funcțiune: cămine de spălare, cămine de racord, cămine de intersecție, cămine de rupere de pantă; apariția mașinilor de spălat rețeaua a dus la apariția căminelor de inspecție. Căminele din prefabricate necesită reabilitare datorită deteriorării etanșeității.

Pe rețea mai pot fi prevăzute guri de scurgere, deversoare și bazine de retenție (încă rare în rețelele din țara noastră).

Tronsoanele aeriene de conductă (aducțiune sau refularea pompelor de apă uzată) suportă solicitări similare sau chiar sporite din cauza modului de rezemare și climei.

5.3.3 Starea de funcționare a rețelelor de distribuție

Rețelele de distribuție se exploatează relativ greu deoarece au lungime mare, sunt poziționate sub partea carosabilă și funcționează la parametri tehnologici continuu variabili. După anii '95 a scăzut dramatic (de 2-3 ori) debitul transportat lucru care a condus la următoarele dificultăți:

- A crescut durata parcurgerii distanței între rezervor și consumatori prin reducerea vitezei de curgere; a crescut riscul deteriorării calității apei; problema cea mai complicată și care nu are o soluție viabilă este reglarea dozei de clor în rețea, în concordanță cu cerințele Legii 458/02, republicată,
- A crescut cantitatea de apă pierdută deoarece a crescut presiunea în rețea iar găurile din conducte au rămas aceleași sau au crescut ca număr și dimensiune; procentual pierderea de apă a atins valori inacceptabile (30-60%),

- A crescut consumul specific de energie înglobată în apa pierdută,
- A crescut riscul de îmbolnăvire prin infiltrarea de apă murdară din exterior, în condiții favorabile (conducta goală),
- Reparațiile au crescut atât ca număr (conductele îmbătrânesc continuu) cât și în ce privește costul (se repară conducte cu diametru mai mare decât cel necesar).
- Rețelele nu au hidranții protejați de vane și pierderea de apă la hidranți este importantă; repararea hidranților presupune întreruperea funcționării conductelor din zonă.
- Armăturile sunt vechi și închid greu deoarece au garnitura de tip metal pe metal. Închiderea apei pentru unele reparații minore se face pe zone exagerat de întinse afectând un număr mare de consumatori.
- Reparațiile sunt scumpe și se fac cu greutate din lipsa de fonduri. Acest lucru este ‘favorizat’ și de faptul că apa este încă ieftină și de multe ori valoarea apei pierdute este mai mică decât valoarea lucrărilor de reparații.
- Majoritar în rețele sunt materiale deficitare: azbociment, oțel neprotejat, fontă degradată. Această situație afectează mult calitatea apei și produce întreruperi dese cu neplăceri pentru consumatori.
- Urmărirea funcționării rețelei este în majoritatea cazurilor fără mijloace de control și cu atât mai mult lipsesc mijloace de reglare automată a funcționării.
- Urmare a restabilirii sistemului de proprietate asupra pământului o parte importantă dintre conducte au ajuns pe terenuri particulare; complicațiile sunt mari mergând până la cerința expresă de schimbare a traseului.
- Sunt încă localități la care funcționarea sistemului este discontinuă din cauze tehnice sau lipsa resurselor bănești pentru acoperirea costurilor de funcționare.
- Rețelele nu sunt dotate corespunzător cu echipamente care să ușureze spălarea periodică. Totodată lipsesc multe ventile de aerisire fapt care face ca evacuarea aerului să fie deficitară și consecințele importante (mișcare nepermanentă, reducerea debitului transportat etc).
- Contorizarea nu este integrală fapt care face ca realizarea bilanțului apei să fie o problemă cu multe aproximații, la fel ca și estimarea pierderilor de apă.
- Colectarea banilor, echivalentul costului apei furnizate, se face cu greutate.

5.3.4 Starea de funcționare a rețelelor de canalizare

Cea mai mare problemă o constituie faptul că lungimea rețelei de canalizare este departe de necesar. Nu există localitate în care toți locuitorii să fie racordați la canalizare. Aceasta duce indirect la o comportare deficitară a acestora față de exploatarea rețelei.

Rețelele din localitățile mari sunt realizate în procedeul unitar. Aceasta face ca la ploi importante “canalizarea să nu facă față” sau “canalizarea să deverseze” după două dintre cele mai auzite expresii. Cauzele sunt multiple:

- Dimensionarea s-a făcut la o frecvență a ploii de calcul care astăzi nu mai este cea bună pentru localitatea respectivă,
- Regimul ploilor s-a schimbat mult; plouă în cantitate mai mare pe durate mici de timp (așa de exemplu în Dobrogea plouă în medie 400 mm/an, sau cca 1 mm/zi; în anul 2013, de exemplu, a plouat peste 100mm în 2 ore; canalizarea nu poate evacua toată cantitatea de apă din ploile mari; apa care bălțește provoacă mari necazuri în zone restrânse (blocare trafic, inundare case, prăbușirea de drumuri etc),
- „Deversarea” canalizării are “avantajul că spală canalizarea” dar aduce apa uzată menajeră pe stradă, spații verzi, în case; ori apa uzată menajeră are concentrații de microorganisme de ordinul milioanei la litrul de apă; îmbolnăvirile se pot dezvolta la scară mare,
- O concepție eronată a unora dintre rețele; apa de pe versanți sau de pe partea în pantă localității este acumulată în partea plată și de aici inundații importante; deși acest lucru se repetă des nu sunt luate măsuri de corecție,

- Gurile de scurgere se blochează din cauza plutitorilor aduși de apă (din depozite necontrolate, de pe străzile care nu sunt măturate, din exteriorul localității etc),
- Colectoarele au secțiuni blocate din cauza corpurilor mari introduse (prin cămin) în rețea de către localnici (din nepricepere, din calicie, din rea voință, din neglijență etc); în canalizare se găsesc, după dimensiunea colectorului, carcase de aparate electrocasnice, animale moarte, gunoaie, deșeuri de materiale de construcție-unele active prin priza remanentă, pavele de pe stradă etc) și aceasta fără a vorbi despre chimicale sau substanțe periculoase evacuate în canalizare,
- Lipsa unei tehnologii adecvate de spălare mai ales pe tronsoanele unde se știe că nu se realizează viteza de autocurățire (colectoarele au pante mici și debite mici pentru perioade mari de timp),
- Secțiuni unde se produce salt hidraulic la debite mari și curgerea aval este blocată,
- Lipsa de șanțuri de apărare contra debitelor de apă de pe versanți,
- Lipsa sistematică a bazinelor de retenție etc.

Totodată se remarcă zgomotul și riscul pe care îl prezintă capacele de la cămine (amplasate de regulă în axul străzii) din cauza diferenței de cotă sau a execuției defectuoase, precum și lipsa acestor capace ca urmare a acțiunilor de vandalism.

5.4 Necesitatea și mărimea efortului pentru reabilitarea conductelor și canalelor

5.4.1 Necesitatea reabilitării conductelor și canalelor

5.4.1.1 Necesitatea reabilitării rețelilor de distribuție a apei potabile

Sunt mai multe elementele de bază care conduc la o decizie de reabilitare a rețelilor de distribuție a apei potabile:

- *Reducerea debitului de apă transportată* la consumatori; cauza acestei situații rezidă în cele trei elemente de bază: (1) reducerea drastică a consumului specific al populației ca urmare a introducerii contorizării; (2) reducerea drastică a cerinței de apă pentru industria existentă în localități (aceasta a fost desființată sau reorientată); (3) scăderea veniturilor populației. Aceste condiții au condus la modificarea curgerii apei în rețea și deteriorarea calității apei la consumatori. Creșterea exigenței asupra calității apei face ca rețeaua să fie mult mai greu de operat.
- *Îmbătrânirea conductelor* rețelei ca urmare a trecerii timpului și deteriorării calității materialului; aceasta a dus la deteriorarea calității apei și creșterea importantă a costurilor de operare. Costurile de operare trebuie bine contorizate deoarece vor fi elementul de comparație în momentul luării unei decizii de reabilitare; când costul reparațiilor este mai mare decât al costului reabilitării soluția poate fi decisă mult mai ușor. Singura diferență este că reparațiile se plătesc în timp, pe când reabilitarea trebuie plătită o singură dată.
- *Creșterea pierderii de apă* din rețele ca urmare a îmbătrânirii conductelor și armăturilor dar și ca valoare relativă; distribuindu-se de 2-3 ori mai puțină apă prin rețea și cantitatea de apă pierdută fiind cam aceeași rezultă automat că eficiența rețelei s-a redus la jumătate; astăzi sunt raportate pierderi de apă de 30-50%, în unele cazuri și mai mari; valorile sunt mult prea mari.
- Pierderea de apă este însoțită totdeauna de o importantă *pierdere de energie*, energie necesară pentru transportul apei. În condițiile în care resursele de energie sunt puține și baza este încă axată pe folosirea combustibililor fosili (cu producție de CO₂), cerința de economisire a energiei devine o preocupare de bază.
- Trecerea companiilor de furnizare a apei la *principiile economiei de piață*; ca atare costurile de operare trebuie să fi optimizate. Compania trebuie să trăiască din ce produce. De aici

rezultă și necesitatea înzestrării rețelei cu un sistem de supraveghere continuă a parametrilor tehnologici.

- *Creșterea costurilor de reparații* din cauza că: (1) conductele și celelalte componente au îmbătrânit și (2) numărul de avarii crește în timp, la fel ca și costul remedierii (atunci când materialul atinge durata normată de viață, costurile ar trebui să fie cel puțin egale cu cele necesare pentru o rețea nouă).
- *Creșterea exigenței consumatorilor* asupra calității apei livrate; acest lucru este controlabil și penalizabil dacă nu sunt îndeplinite condițiile legale-Legea458/02. Urmare a acestui aspect vor trebui înlocuite toate conductele de azbociment (în mare proporție în unele localități) precum și a celor metalice neprotejate contra coroziunii (în unele localități proporția este peste 90%).
- *Creșterea exigenței altor factori* asupra calității serviciului deteriorat din cauza îmbătrânirii și exploatării cu deficiențe; responsabilii cu traficul, responsabilii cu combaterea incendiului, poliția sanitară, obligațiile companiilor de asigurare a construcțiilor; valoarea terenului crește în anumite zone etc.
- Este rațional să se verifice *mărimea volumului reabilitării*, funcție de situația reală a rețelei și tendința de urbanizare a zonei, deoarece de multe ori este rațională retehnologizarea rețelei odată cu reabilitarea.
- Devine foarte importantă etapa de realizare a proiectului de reabilitare deoarece acesta este legat mult mai strâns de existența datelor primare; starea rețelei, poziția și starea conductelor, modul de dezvoltare a localității, modul de dezvoltare a celorlalte rețele subterane etc.

5.4.1.2 Necesitatea reabilitării rețelelor de canalizare

Rețelele de canalizare au fost dezvoltate insuficient (constituie 1/3 din lungimea rețelei de apă). Ca atare astăzi se poate constata că debitul de dimensionare a ploii de calcul pentru dimensionarea colectoarelor poate fi prea mic în zonele istorice sau în zone care au devenit importante pentru localitate. Depășirea ploii de calcul duce la depășirea capacității de transport a rețelei și ca urmare la producerea de inundații cu efecte mari asupra traficului, sănătății populației și lucrărilor subterane.

Totodată dezvoltarea prin extindere succesivă a colectoarelor, precum și creșterea densității consumatorilor a făcut ca unele tronsoane să devină insuficiente producând dificultăți populației din anumite zone.

Strategia europeană de dezvoltare și protejare a resurselor de apă, nu foarte generoase la noi în țară, conduce la necesitatea unei reorganizări a modului în care se colectează și se folosește apa meteorică; o colectare treptată la locul de cădere, urmată de folosirea acesteia în scopuri nepotabile, duce la reducerea valorilor vârfului viiturii pe râul receptor și la diminuarea consumurilor de apă potabilă (mai scumpă și mai utilă în alte scopuri) în activitățile de mentenanță a rețelelor de canalizare.

Regândirea modului de realizare a construcțiilor, prin trecerea de la casele tip blocuri sistematizate pe verticală la casele individuale sistematizate pe orizontală, duce automat la creșterea lungimii rețelei de canalizare și la modificarea condițiilor de curgere a apei.

Obligația de dezvoltare a rețelei, astfel ca toată populația localității să aibă posibilitatea de racordare la rețea duce la necesitatea schimbării schemei rețelei și diametrelor colectoarelor.

Îmbătrânirea colectoarelor, exploatate deficitar din cauza lipsei utilajelor performante și a lipsei de grijă a furnizorilor de apă uzată, a făcut ca să existe o colmatare importantă și o deteriorare a tuburilor ca urmare a fenomenelor de coroziune biochimică, în special. Efectul cel mai important este reducerea progresivă a capacității de transport ca urmare a colmatării și creșterii rugozității tuburilor.

Necesitatea realizării stațiilor de epurare pentru toate apele canalizate duce automat la cunoașterea modului de funcționare a rețelei și la asigurarea mijloacelor de control operativ.

În toate situațiile o reabilitare de proporții a rețelelor trebuie să treacă în prealabil prin faza de analiză a necesității de re tehnologizare. Noile valori ale diametrelor conductelor și canalelor trebuie să corespundă exigențelor actuale și de perspectivă.

5.4.2 Mărimea efortului necesar pentru reabilitarea tuburilor din rețelele edilitare

Efortul necesar de reabilitare trebuie privit cel puțin din trei puncte de vedere:

- Estimarea volumului de reabilitare a rețelelor, pentru etapa actuală și de perspectivă, pentru a putea stabili o strategie de lucru. Se poate întâmpla ca volumul de lucrări să fie așa de important încât să devină preocuparea centrală în dezvoltarea de perspectivă a companiei de furnizare a apei. Estimarea are la bază analiza a două elemente fundamentale fără de care rezultatele pot fi total deformate:
 - (1) cunoașterea reală a componentei rețelelor (graful rețelei, poziția pe un plan de situație - în concordanță cu celelalte rețele subterane - diametrele conductelor, poziția căminelor și armăturilor, adâncimea de pozare, poziția bransamentelor și racordurilor, starea de rezistență mecanică, o estimare măcar generală a piederilor de apă); pe baza acestor date trebuie să se poată construi un model hidraulic rezolvabil printr-un program de calcul automat;
 - (2) cunoașterea stării reale de funcționare a rețelelor (calitatea apei, continuitatea serviciului, gradul de colmatare) și a costurilor de reparații; ambele componente sunt deosebit de dificil de urmărit dar sunt esențiale în alegerea momentului declanșării reabilitării, a volumului de lucrări și investiții și a ritmului de desfășurare a reabilitării.
- Cunoașterea tehnologiilor de reabilitare fără tranșee deschisă în vederea aplicării sistematice și pe scară largă; costurile specifice de aplicare vor fi mult mai reduse dacă se va lucra pe un volum mai mare de lucrări și într-o manieră de bună coorodonare; este nevoie de o apreciere corectă a lucrărilor suplimentare necesare în varianta de reabilitare abordată.
- Asigurarea unei surse de finanțare, susținută și coerentă, pentru realizarea pe un orizont de timp a reabilitării; trebuie înțeles că problema reabilitării va dura atât cât va dura și serviciul respectiv de asigurare a apei în localitate; realizarea lucrărilor în mod pompieristic și când sunt resurse, poate duce la rezultate în operare mai slabe decât cele realizate înainte de reabilitare.

Efortul de reabilitare va fi specific fiecărui furnizor de servicii legate de transportul apei.

Unitar este numai modul de abordare a problemei. Se poate pleca de la următoarele idei de bază:

- Reabilitarea folosind metode fără tranșee deschisă costă aproximativ la fel de mult că și reabilitarea în sistem clasic (cu înlocuirea în tranșee deschisă), dar fără a suporta aceleași necazuri legate de prezența șanturilor pe străzi,
- Durata generală de realizare a reabilitării cu sisteme fără tranșee deschisă poate fi de două - trei ori mai redusă,
- Folosirea aceluiași trasee ușurează folosirea spațiului subsolului străzii și așa aglomerat și contribuie la stabilitatea celorlalte rețele subterane.
- Durata de viață a unei conducte/canal reabilitate poate fi asimilată duratei de viață a unei lucrări noi.
- Este rațional ca forma de licitație a lucrărilor să fie similară actualului FIDIC galben deoarece numai firma câștigătoare are dotarea, interesul și capacitatea de a face un proiect de lucrare apropiat de realitate.

După estimările făcute la dotarea edilitară actuală se apreciază că cca 25% din lungimea rețelei de distribuție și cca 30% din lungimea rețelei de canalizare ar trebui luată în considerare la începutul lucrărilor sistematice de reabilitare.

5.5 Efectele directe și indirecte ale reabilitării conductelor și canalelor

5.5.1 Efectele directe ale reabilitării rețelei de distribuție a apei

- Primul efect asupra rețelei de distribuție este *reducerea semnificativă a pierderilor de apă*; cum de regulă reabilitarea se face cu tuburi de PE (marea majoritate a conductelor fiind de mici dimensiuni, sub 500mm), dacă execuția este bună (îmbinarea se face prin sudare cap la cap) pierderile de apă pot fi reduse până la 10%, dacă toată rețeaua a fost reabilitată; se estimează însă că reabilitarea în prima etapă nu va trece de cca 25% din lungimea țevelor, cu refacerea corectă a bransamentelor; în acest caz este posibilă o reducere a pierderilor de apă cu 10-30%; reduceri semnificativ mai mari vor fi în rețelele care astăzi au un procent mare de conducte executate din tuburi de azbociment (sau și de oțel neprotejat) și unde lungimea conductelor intrate în discuție este deosebit de mare, anexa 3.
- Ca o consecință a reducerii pierderii de apă *se reduce consumul de energie înglobat* în apa pierdută și nu numai; se poate estima că reducerea poate avea valori de ordinul 10-20% din energia înglobată, funcție de sistemul de alimentare cu apă.
- Tot ca o consecință a reducerii pierderii de apă *se modifică presiunea din rețea*; reducerea pierderii înseamnă un debit mai mic transportat de rețea (prin aceleași diametre de conducte) și deci creșterea presiunii în rețea; consecința creșterii presiunii va fi o creștere a pierderii de apă; de aceea este necesară o analiză completă a modului de funcționare a rețelei mergând până la o rețehnologizare importantă (zone de presiune, DMA etc).
- Reducerea pierderii de apă conduce automat la *reducerea costurilor de operare*; se cumpără mai puțină apă brută din sursă, se tratează mai puțină apă, se pompează mai puțină apă; costurile de operare pot fi reduse cu valori importante; aceste reduceri pot constitui baza de venituri viitoare din care să se poată plăti o parte importantă din costurile de reabilitare.
- Înnoirea rețelei de distribuție *reduce mult costul lucrărilor de reparații*; reparațiile sunt mai rare, costul reparației este mai mic deoarece se va lucra cu diametre mai mici, costurile indirecte (costul apei pierdute cu ocazia golirii repetate a conductelor, proba de presiune, pentru spălarea rețelei etc) vor fi mai mici.
- Este o bună ocazie de *înlăturare a bransamentelor clandestine* și de creștere a veniturilor companiei de apă.
- *Se refac toate bransamentele*, mai mult sau mai puțin bine făcute, prin care - după părerea specialiștilor care s-au ocupat de acesta activitate - se pierde până la 80% din cantitatea de apă neregăsită la vânzare (apa care nu aduce venituri după formularea IWA).
- *Contorizarea totală* permite efectuarea unui bilanț al apei mult mai bun și aceasta conduce la îmbunătățirea stării financiare a furnizorului de apă.
- Nu în ultimul rând este o ocazie de *informatizare a rețelei* în vederea unei conduceri optimizate și preventive; un sistem SCADA performant pune la dispoziție elemente de control a funcționării serviciului dpdv cantitativ și calitativ (presiune, debit, calitate apă, zone cu avarii etc).
- *Crește siguranța în funcționare* lucru deosebit de important în asigurarea calității apei la robinetul utilizatorului. Acest lucru se va vedea în raportul de țară, obligatoriu în fiecare an și obligatoriu de transmis le CE la fiecare trei ani.

5.5.2 Efectele indirecte ale reabilitării rețelei de distribuție a apei

- Principalul efect dat de reabilitarea rețelei este *creșterea calității serviciului de furnizare a apei*. Astfel:
 - Se reduce numărul întreruperilor în furnizarea apei, deci scade numărul de reclamații,

- Crește calitatea apei distribuite deoarece sunt scoase din rețea conductele care produc apa roșie (metalul neprotejat) și sunt îndepărtate conductele din tuburi de azbociment, material acuzat ca fiind una dintre cauzele producerii cancerului în aparatul digestiv,
- Crește siguranța funcționării sistemului de producere a apei calde și încălzirii în sistem local; lipsa repetată a apei sau apă de calitate proastă poate defecta instalațiile sistemului de încălzire locală cu consecințe dintre cele mai greu de apreciat,
- Se reduce semnificativ una dintre cauzele care provoacă deteriorarea părții carosabile și provoacă stânenirea traficului pe străzi prin:
 - lipsa gropilor săpate repetat în carosabil pentru reparații, precum și posibilitatea de a face o îmbrăcăminte mai bună, odată cu reabilitarea conductelor (și posibil și a canalelor), crește fluenta și capacitatea de transport și deci a se reduce unele dintre componentele costurilor sociale implicate,
 - Se elimină în mare parte stânenirea activităților comerciale etc datorată săpăturilor repetate pentru refacerea avariilor la conducte,
 - Se reduce numărul de accidente pentru vehicule și oameni.
- Se reduce impactul asupra mediului ambiant, cauzat de repetatele avarii la conducte,
 - Se reduce semnificativ efectul de avariere a lucrărilor subterane din zona rețelilor de distribuție,
 - Se poate face o amenajare peisagistică definitivă.
- Este o bună ocazie de a face ordine în amplasarea rețelilor subterane dezvoltate, în timp, fără multă disciplină constructivă; pot fi corectate unele situații datorate amplasării rețelilor pe spații care între timp au devenit particulare.
- Este o bună ocazie de dezvoltare a sistemului GIS pentru informatizarea rețelei de apă și nu numai; acest lucru este obligatoriu acolo unde se începe cu rețehnologizarea rețelei.
- Exploatarea rețelei devine mult mai simplă prin dezvoltarea unui sistem SCADA.

5.5.3 Efectele directe ale reabilitării rețelei de canalizare

- Cel mai important efect asupra rețelei de canalizare este cunoașterea alcătuirii constructive a rețelei de canalizare; fără acest lucru nu se poate face o reabilitare corectă; cu această ocazie se va cunoaște și modul real de funcționare a rețelei de canalizare: debite transportate, calitatea apei evacuate, secțiuni deficitare etc.
- Crește capacitatea de transport a rețelei, prin refacerea secțiunilor cu probleme, prevederea de tuburi cu rugozitate mai mică, eliminarea secțiunilor cu tendințe de blocare continuă (tuburi cu secțiunea decalată, tuburi sparte, tronsoane cu contrapantă etc). În anexa 6 este dat un mod de estimare a efectului reabilitării asupra creșterii capacității de transport.
- Controlul calității apei evacuate de la utilizatorii care restituie apa uzată care nu are calitatea apei uzate menajere; controlul calității preepurării, controlul cantităților de apă evacuată.
- Aducerea schemei rețelei de canalizare în concordanță cu noua strategie de dezvoltare a localității inclusiv în realizarea de bazine de retenție pentru apele meteorice.
- Reanalizarea modului de funcționare a deversoarelor de ape mari și influența lor asupra calității apei receptorului; aducerea calității apei receptorului la calitatea cerută de Legea apelor, prin Planul de amenajare bazinală, este o cerință importantă care rezultă din Directiva Parlamentului European 2000/60 CE de stabilire a unui cadru de politică comunitară în domeniul apei.

5.5.4 Efectele indirecte ale reabilitării rețelei de canalizare

- Creșterea gradului de confort în localitate prin siguranța sporită de funcționare a rețelei de canalizare.

- Asigurarea unei stabilități mai mari în funcționarea stației de epurare prin reducerea exfiltrațiilor din tuburile rețelei, reducerea fenomenelor de fermentare pe colectoare,
- Denivelări mai mici ale capacelor de cămine (legături mai bune realizate la reabilitare) și deci creșterea siguranței traficului și reducerea zgomotului.
- Reducerea zgomotului produs de capacele căminelor și altor construcții adiacente prin construirea de cămine noi (capace cu elemente de zăvorâre, cu sistem antiefracție).
- Controlul evacuării debitelor suplimentare la deversoarele de ape mari și o mai bună protecție a calității râului receptor.
- Asigurarea de amenajări peisagistice folosind apa reținută provizoriu din precipitații.
- Reducerea masivă a depunerilor pe colectoare și deci evitarea mirosului pe stradă.
- Obligatorietatea de dezvoltare a sistemului de curățare mecanică uscată în vederea eliminării unor substanțe solide care altfel pot ajunge în canalizare.
- Dezvoltarea unor măsuri educaționale în vederea cultivării bunelor practici ale locatarilor în ce privește aruncarea de substanțe solide, agresive sau toxice în canalizare.

5.6 Necesitatea re tehnologizării conductelor și canalelor și efectele scontate

5.6.1 Retehnologizarea conductelor rețelei de distribuție și aducțiunilor

Reabilitarea necesară conductelor pentru transportul apei poate pune, de multe ori, mai întâi problema re tehnologizării și apoi problema reabilitării, deoarece:

- *Debitul de apă transportată s-a redus de 2-3 ori; cauzele sunt cunoscute (contorizarea, reducerea cerinței de apă pentru industrie, reducerea puterii de cumpărare a populației, rămasă singura plătitoare de apă); acest lucru a produs mai multe ne cazuri în rețeaua de distribuție: (1) a scăzut viteza de curgere și ca urmare pierderea de sarcină, dar și calitatea apei distribuite, (2) a crescut pierderea de apă, proporțional, deoarece se pierde aceeași cantitate de apă (chiar ceva mai multă din cauza creșterii presiunii) prin găurile existente dar se raportează la o cantitate mult mai mică de apă facturată, (3) calitatea serviciului s-a redus prin creșterea tarifului și scăderea ofertei.*
- *A crescut exigența față de calitatea apei furnizate, deoarece: (1) s-a legiferat calitatea apei potabile - Legea 458/02, dar și pretenția consumatorului care la un tarif mai mare dorea o apă mai bună și cu întreruperi mult mai reduse. Urmarea a fost că au trebuit modernizate stațiile de tratare, a crescut diversitatea reactivilor de tratare și deci în final a crescut costul de tratare al apei.*
- *A trebuit să fie redus consumul de energie care încarcă mult tariful apei; reducerea s-a putut face prin înlocuirea pompelor, existente, chiar pompe cu turație variabilă; numai înlocuirea pompelor însa nu rezolva problema ci trebuia ca și rețeaua, sau și aducțiunea, să fie reabilite și chiar re tehnologizate.*
- *În rețelele existente există o mare lungime de conducte din materiale care nu mai corespund dpdv calitativ și care vor trebui înlocuite. Este cazul tuburilor din azbociment și al celor din metal neprotejat (oțel sau și fontă veche).*
- *Materialul conductelor a îmbătrânit și deci tuburile vor trebui înlocuite; la ce diametre și cu ce tipuri de materiale acest lucru trebuie decis prin re tehnologizarea prealabilă a rețelei și nu numai. Îmbătrânirea, dublată de o întreținere slabă a condus la modificarea importantă a coeficientului de rezistență hidraulică (n după Manning, C după HazenWilliams, λ în general) și drept urmare a crescut energia necesară pentru transportul apei. În fig 5.29 este dată o diagramă în care se vede cum se reduce, în timp, coeficientul C din formula Hazen Williams pentru fontă neprotejată; reducerea poate depăși jumătate din valoarea inițială (la 50 ani vechime) deci și debitul se reduce la jumătate, sau dacă apa este pompată energia de transport poate crește substanțial. Complicat este faptul că nu se poate deduce (în grafic) diametrul conductelor; aceasta implică faptul că și în țară ar trebui făcute măsurători*

sistematice în vederea stabilirii unor valori de referință. Este esențială păstrarea calității apei transportate.

- *Multe din localități au rămas cu sistematizarea după vechea concepție (cazare în blocuri) într-o fază neterminată; ca atare se asigură o presiune mare și la casele rămase în funcțiune (cartiere întregi nesistematizate). Sistematizarea nouă s-a schimbat deci și rețeaua trebuie să urmărească noile condiții de furnizare a apei. Complicațiile date de sistemele centralizate de încălzire au condus la dezvoltarea sistemelor individuale de încălzire; acestea funcționează automat iar automatizarea presupune continuitate în alimentarea cu o apă de bună calitate.*
- *Traficul pe străzi s-a schimbat radical; sarcinile din trafic au crescut mult și vechile sisteme de îmbinare a conductelor nu mai sunt sigure.*
- *Este nevoie de o nouă strategie în alcătuirea rețelei de distribuție, strategie prin care să se reducă pierderea de apă, să se controleze calitatea apei distribuite și să se optimizeze funcționarea atât dpdv tehnic și mai ales economic.*

În fig 5.29 - 5.32 sunt concretizate câteva dintre ideile noi care conduc automat la re tehnologizarea sistemului.

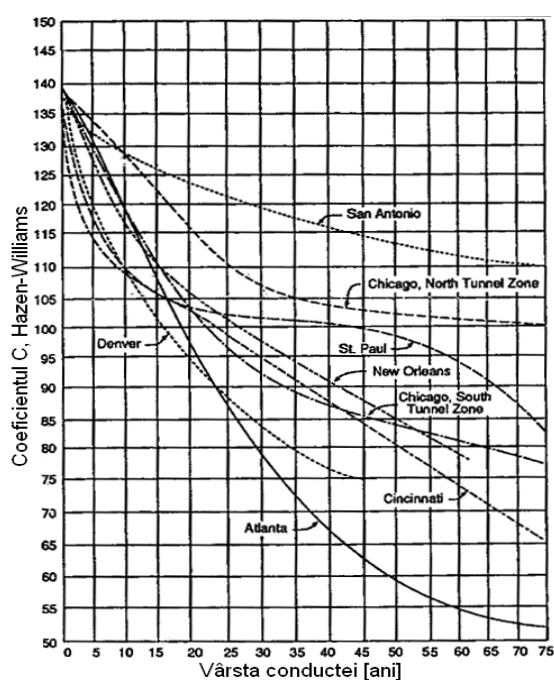


Fig. 5.29. - Reducerea coeficientului de rugozitate Hazen Williams, C, funcție de vârsta conductei (tub de fontă cenușie)
Grafic preluat din SUA, "Corbit R, Standard Handbook of Environmental Engineering, 1990"

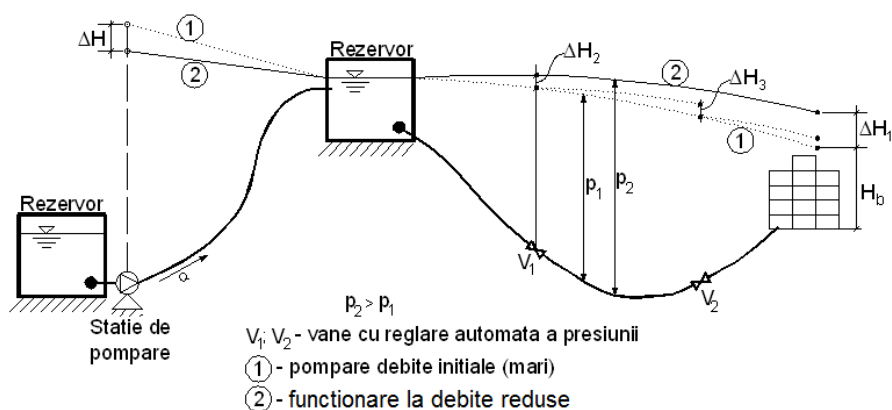


Fig. 5.30. – Influența reducerii debitului transportat și corectarea cu vane de reglare automata a presiunii

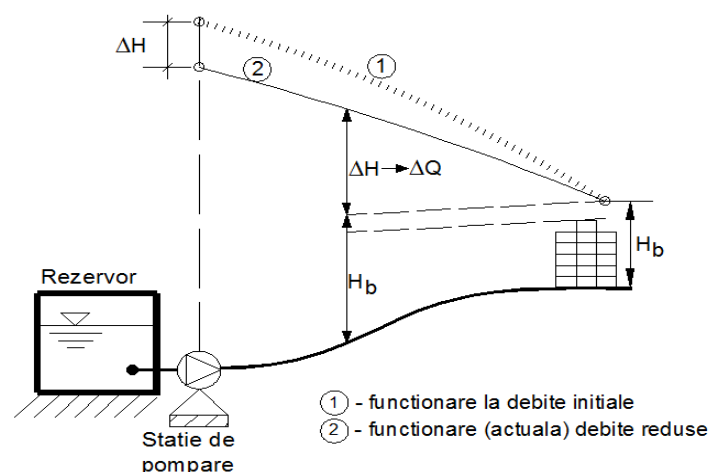


Fig. 5.31. – Pompare directă în rețea cu pompe cu turație variabilă

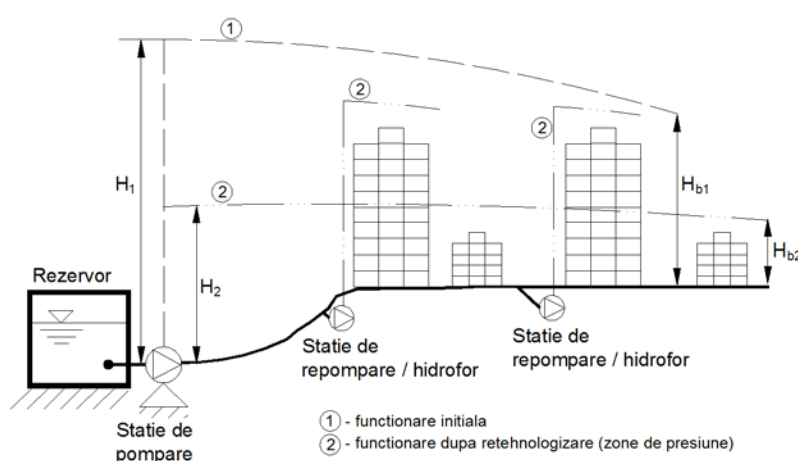


Fig. 5.32. – Retehnologizarea rețelei de distribuție (amenajarea pe districte, zone de presiune)

Retehnologizarea rețelei în care apa este pompată direct se face odată cu rețehnologizarea stației/stațiilor de pompare.

5.6.2 Retehnologizarea rețelelor de canalizare

Cauzele care pot conduce la rețehnologizarea rețelelor de canalizare pot fi următoarele:

- Creșterea densității construcțiilor și ca urmare creșterea valorii coeficientului de scurgere a apelor meteorice colectate pentru a fi transportate prin rețea.

Urmare a sistematizării continue a localității apar modificări în gradul de dotare cu noi construcții. Aceasta duce automat la modificări în modul de colectare a apei meteorice și deci la necesitatea corectării alcătuirii rețelei de canalizare. Cu această ocazie pot fi introduse concepte noi în alcătuirea rețelei, unul dintre ele fiind și rețeaua inelară; acest concept poate ajuta mult în viitor, la realizarea intervențiilor în rețea, fig 5.33.

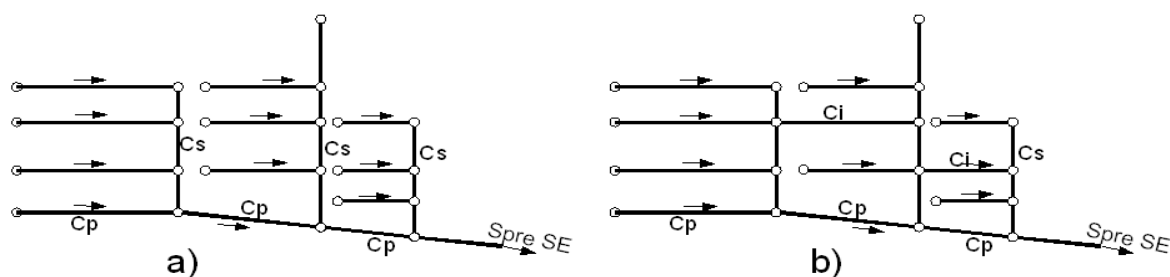


Fig. 5.33. – a) Dezvoltarea rețelei simple unitare; b) în conceptul rețea inelară de canalizare

- *Modificarea valorii frecvenței ploii de calcul* la dimensionarea rețelei de canalizare în procedeu unitar, rețele întâlnite aproape în totalitate în cazul canalizării orașelor de dimensiune medie și mare. Aceasta duce automat la creșterea debitului și deci și la necesitatea creșterii diametrelor colectoarelor.

Este cunoscut faptul că rețeaua de canalizare se dezvoltă din aval spre amonte, din momentul în care localitatea este mică spre dimensiunea actuală. Sunt dese cazurile în care zona centrală sau anumite zone din localitate capătă în timp importanță mult mai mare decât restul localității: construcții mai valoroase, construcții importante realizate în subteran (metrou, pasaje denivelate etc), căi rapide de comunicație etc. Aceste lucrări trebuie mai bine protejate contra inundațiilor la ploi cu frecvențe mai mici. O soluție trebuie dată pentru toată rețeaua sau numai pentru o parte a acesteia: colectoare noi, colectoare refăcute, deversoare noi, bazine de retenție etc. În fig 5.34 este exemplificată importanța schimbării frecvenței de calcul de la valoarea 1/1 (frecvența ploii de calcul la începuturile canalizării) și valoarea 1/3 astăzi cerută în multe localități. Se constată că intensitatea ploii crește de la 85 la 125 l/s.ha, deci de aprox. 1,5 ori, ceea ce conduce la o creștere a debitului în aceeași proporție; evacuarea apei trebuie făcută prin colector nou. Totodată rețehnologizarea trebuie să pună de acord frecvențele ploilor de calcul pentru noua situație de sistematizare a localității ținând seama și de poziția stației de epurare, vezi NP 133.

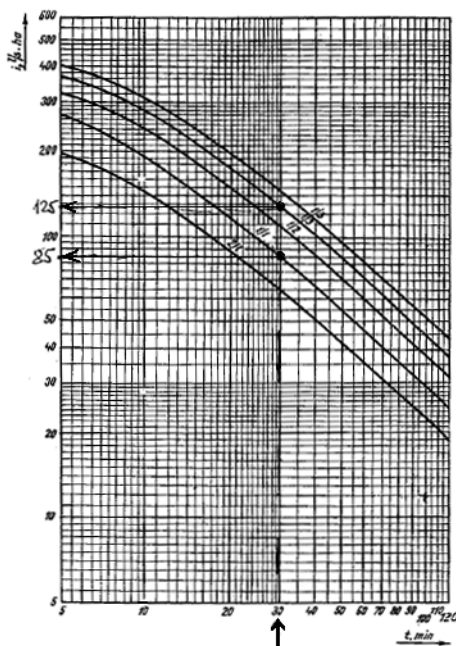


Fig. 5.34. - Influența frecvenței ploii de calcul asupra debitului colectat

- *Reducerea capacității de transport a colectoarelor* din cauza creșterii crustei de depuneri pe pereți și a lipsei unei spălări sistematice.

În fig 5.29 se poate vedea reducerea în timp a capacității de transport la o conductă ce vehiculează apă curată. La apa uzată problemele sunt mult mai complicate deoarece colmatarea are aspecte multiple. La dimensionarea inițială se pleacă de la condiția că tubul este curat cu rugozitate normală a materialului. După punerea în funcțiune apar cele două fenomene generate de prezența substanțelor din apa uzată: pe de o parte grăsimile și alte substanțe asimilate lor se atașează de pereții tuburilor (multe din beton, rugos și poros) reducând frecarea; în același timp crește grosimea filmului de depunere fapt care duce la reducerea secțiunii vii. În timp pelicula se transformă, se pietrifică și problemele se accentuează. Sunt rare cazurile în care există o apreciere clară a capacității de transport a tronsoanelor de canalizare (măsurarea debitelor este complicată din cauză că este o curgere

cu nivel liber iar pe de altă parte debitele transportate sunt variabile în timp). Se vede lipsa de capacitate abia când apa produce inundații pe stradă și atunci este greu de spus dacă nu a fost înfundat colectorul/ blocat cu corpuri mari, este colmatat în timp sau debitul transportat este mult mai mare decât cel luat în calcul la proiectare. În Anexa 6 se poate vedea influența modificării rugozității peretelui în cazul reabilitării cu un material neted.

- *Deteriorarea secțiunii* colectoarelor, în marea lor majoritate realizate din beton (simplu sau armat), *din cauza coroziunii biochimice* sau a agresivității apei evacuate de la unități economice la care preepurarea este deficitară.

De foarte multe ori din cauza curgerii deficitare a apei în colectoare, coroborată și cu o spălare la intervale prea mari de timp, depunerile din colectoare fermentează cu producerea de H_2S și chiar H_2SO_4 ; consecința este corodarea interiorului tubului cu creșterea rugozității în prima fază și prăbușirea secțiunii tubului în faza finală (deoarece zona cea mai afectată este cea de la boltă). Coordonat și cu creșterea acționării dinamice a traficului, din ce în ce mai greu, se poate ajunge ușor la prăbușirea tronsoanelor de canalizare. În fig 5.35 este data o vedere luată cu echipamentul CCTV în interiorul unui colector de canalizare.



Fig. 5.35. - Tub de canalizare corodat

- *Avariile repetate datorate unei slabe execuții*, coroborată cu creșterea sarcinilor din trafic; străzi cu restricții de tonaj nu mai pot fi admise decât cu mare greutate în condițiile traficului de astăzi.

Foarte mult timp verificarea corectitudinii execuției ținea de conștiinciozitatea celor care executau lucrarea. Aliniamentul și panta tronsonului se verifică pe construcția văzută. După așezarea pământului defecțiunile erau greu vizibile. Astăzi cu echipamentul CCTV se poate verifica panta, aliniamentul, starea tuburilor, dezaxările dintre tuburi etc și acest lucru este bine de făcut după terminarea lucrării. Se constată astăzi că deficiențele legate de scoaterea din mufă, ruperea tuburilor, fisurarea tuburilor este urmată de tasări importante etc. Toate acestea necesită reabilitarea și eventual retehnologizarea colectorului.

- *Extinderea spațiului construit* și introducerea cerințelor Europene de gospodărire a apei la locul de producere (bazine de retenție, deversoare de evacuare etc). Schimbarea concepției de sistematizare și extinderea localităților cu alte tipuri de locuințe, unități economice, dotări publice etc impun regândirea schemei rețelei de canalizare. Aceasta trebuie făcută pentru a funcționa bine la viitoarele condiții ce sunt intuite. Totodată spațiul public trebuie să devină foarte prietenos pentru locuitori.

5.7 Metode de reabilitare fără tranșee deschisă și avantajele lor

5.7.1 Avantajele și dezavantajele reabilitării folosind metoda clasică - săpătură deschisă

Avantajele reabilitării conductelor prin săparea unui șanț și montarea unei conducte noi (v. anexa 1), constau în:

- Metoda este foarte cunoscută și aparent cel mai ușor de aplicat,
- Se poate realiza folosind o forță de muncă relativ mai puțin calificată,
- Poate fi mult mai ieftină dacă adâncimea de săpare nu depășește 3-4m, deoarece forța de muncă este ieftină și sprijinurile necesare "se fac cu economie",
- Se poate realiza relativ ușor dacă nu sunt condiții speciale (apa subterană, condiții grele de trafic, multe rețele subterane, diametre mici de conducte etc),
- Pământul rezultat din săpătură nu pune mari probleme de transport, depozitare (rezolvate corect) etc,
- Lucrarea se execută la zi și deci poate fi controlată cu mijloacele unanim acceptate.

Dezavantajele reabilitării conductelor în săpătură deschisă, constau în:

- Durează mult și dificultățile realizate de prezența tranșeei pentru conductă pot fi deosebit de mari dacă amplasamentul este situat în locuri de trafic intens,
- Folosirea mijloacelor mecanice de execuție nu este ușor de făcut,
- Organizarea de șantier poate fi deosebit de dezvoltată mai ales la remedierea conductelor mari unde este nevoie de utilaj de mari dimensiuni; acestea au nevoie de spații mari pentru manevră; lucrul în perioada de noapte nu este cea mai bună soluție pentru construcție,
- Stânjenirea traficului pe durate mari de timp poate crea dificultăți care de regulă se transformă în *costuri pentru alții* (v. Costuri sociale),
- Împiedicarea unui trafic normal pentru pietoni și accesul mărfii/materialelor la magazine, unități economice etc, lucru care se traduce în scăderea nivelului afacerilor,
- Creșterea riscului de accidente pentru pietoni și vehicule din cauza gropilor inerente și a neatenției la trafic; problema poate fi deosebit de dificilă pentru copii din zonă,
- Un spațiu total neatractiv pentru locuitorii din zonă și pentru agrement (mai ales în zonele centrale sau de interes turistic)
- Menținerea dificultăților pe durate mari de timp, lucru care nemulțumește pe cei care locuiesc în zonă,
- Zgomotul și praful produs de utilajele folosite la executarea lucrărilor,
- Întreruperea serviciului de apă sau canalizare, sau ambele, pe o durată mare de timp; aceasta poate solicita lucrări suplimentare care costă,
- Folosirea nerațională a spațiului de sub stradă deoarece trebuie asigurat un loc suplimentar pentru noua tranșee și apoi demolată conducta/canalul vechi; s-ar putea ca acest spațiu să nu fie disponibil, sau complicațiile să fie deosebit de mari,
- Poziția oarecum haotică a rețelelor din subteran nu permite elaborarea unei soluții clare de la început; complicațiile care pot surveni pot avea consecințe mari,
- Protejarea tuturor rețelelor din subteran în zona săpăturii, lucru greu de făcut; de multe ori se produc avarii la alte rețele subterane din zonă; costul lor nu este inclus inițial în lucrare,
- În caz de intemperii lucrul se complică și calitatea lucrărilor poate suferi,
- Umplutura realizată în tranșeea săpată duce la tasări ulterioare și la necesitatea reintervenirii,
- Refacerea stratului de uzură a căii de transport poate pune probleme; de multe ori asfaltul turnat nu se leagă de îmbrăcămintea existentă și apare un șanț în lungul străzii, șanț cu mari probleme pentru trafic și pentru modul de comportare a conductei pozate etc.
- Producția de CO₂ rezultată de la funcționarea utilajelor este mare.

5.7.2 Avantajele și dezavantajele folosirii metodelor de reabilitare fără tranșee deschisă (TT)

Avantajele nete pe care le prezintă tehnologiile de reabilitare a conductelor/canalelor, realizate în metode fără tranșee deschisă sunt:

- Conducta/canalul nou folosește același traseu ca și conducta veche fapt care reduce riscul supraglomerării spațiului de sub stradă precum și riscul avarierii altor rețele subterane,
- Conducta/canalul nouă poate fi considerată ca o conductă nouă, cu rugozitate mică, cu rezistență mai bună la coroziune, cu o durată de viață egală cu cea a unei conducte noi (realizată chiar în tranșee deschisă),
- Suprafața de stradă afectată de săpătură (pentru puțurile de lansare) reprezintă maximum 5-6% din suprafața totală a șanțului necesar pentru realizarea la zi a conductei; aceasta duce automat la un volum redus de săpătură și umplutură, la un volum foarte mic de refacere a stratului de uzură al străzii, la un timp mult mai redus de lucru,
- Intervenția pentru schimbarea conductei se poate face cu o stânenire minimă a traficului și a celorlalte probleme legate de acesta,
- Se reduce substanțial posibilitatea de producere de accidente în zonă,
- Se poate reduce mult necesarul de lucrări suplimentare din cauza ritmului mare de lucru; ca ordin de mărime durata reabilitării poate fi de 2-10 ori mai redusă decât aceeași reabilitare în stil clasic,

Dezavantajele folosirii metodelor de reabilitare fără tranșee deschisă pot fi:

- Tehnologia este specializată și nu se poate folosi decât apelând la firme specializate; nu toate firmele oferă toate tehnologiile dezvoltate în lume, din cauza complicațiilor de dotare și volum de lucru,
- Tehnologia solicită o forță de muncă foarte calificată/specializată; din această cauză costă mult și folosirea ei rentabilă trebuie făcută cu multă chibzuință,
- Organizarea execuției este esențială; o organizare bună se poate solda cu rezultate tehnice și economice net superioare; asigurarea frontului de lucru este esențială,
- Nu pot fi aplicate în orice condiții și nu la lucrări de mici dimensiuni; costurile suplimentare de organizare etc pot fi mari,
- Controlul stării inițiale a conductei/canalului este esențial în stabilirea tehnologiei de lucru și a lucrărilor premergătoare; din această cauză este rațional ca proiectul lucrării să fie elaborat sub coordonarea firmei executante,
- La reabilitarea colectoarelor este esențială starea de colmatare a acestora; lucrările de decolmatare (la rețeaua de canalizare în mod deosebit) pot fi deosebit de dificile și atunci economicitatea soluției tehnologice poate avea de suferit,
- Aparent costul lucrărilor poate fi mai mare decât cel realizat în soluția clasică (șanț deschis),
- Există o oarecare lipsă de încredere din cauză că aceste tehnologii nu au fost aplicate sistematic; realizările sunt foarte reduse la conducte de alimentare cu apă față de cca 65000 km de conductă existentă, iar la canalizare au fost reabilitate rețele în lungime de cca 40 km față de cei cca 21000 km de colectoare existente; *de multe ori s-a apelat la aceste tehnologii din lipsă de alte soluții de execuție* (nu se permite spargerea asfaltului deoarece lucrarea este în perioada de garanție, nu se poate opri traficul în zona respectivă deoarece ar duce la un adevărat haos - sunt zone turistice importante cu venituri mari - economice sau de imagine, pot fi create condiții de destabilizare a unor construcții importante iar consolidarea lor ar fi mult mai scumpă, conducta este disproporționat de mică față de mărimea lucrărilor necesare de refacere în stil clasic etc).

5.7.3 Metode de reabilitare fără tranșee deschisă

Tehnologiile de reabilitare fără tranșee deschisă (numite generic *NO DIG* sau *Trenchless Technologies - TT*), au fost dezvoltate pentru aplicații industriale (conducte de transport gaze, petrol

etc); acest lucru este explicabil deoarece lungimea acestor conducte este mai mare, costurile puteau fi suportate mai ușor iar viteza de execuție era esențială. Pefecționarea lor a condus și la extinderea în domeniul rețelelor edilitare (apă, canalizare, gaze, termificare, cabluri etc). Aici principalul atu a fost faptul că nu se mai săpau tranșee în localitate. Dezvoltarea acestor tehnologii a început acum cca 50 ani și a ajuns astăzi la realizări remarcabile.

În cele ce urmează vor fi prezentate aceste tehnologii cu avantajele și limitele lor fără a fi făcută o clasificare a acestora. Conform cu clasificarea făcută de AWWA, există soluții de reabilitare nonstructurale, semistrukturale și total structurale, divizate în 4 clase, A...D. Clasa A – conducta nouă suportă integral solicitările din presiunea interioară, clasele B și C preiau parțial solicitările interioare, clasa D – îmbunătățește structura conductei existente.

După clasificarea făcută de ISO, reabilitarea se poate face:

- Prin săpătură deschisă,
- Fără săpătură deschisă: conducta distrusă pe loc, microtunel, batere, înfigere, torcretare etc
- Prin renovare: conducta liberă în conducta veche (sliplining), conducta introdusă cu reducerea temporară a diametrului (ambutisare, tub cu memorie termică), CIPP, tub spiralat, tub din elemente discrete, furtun lipit de conducta veche.

Este important de reținut că pot fi făcute lucrări:

- Pentru reducerea rugozității interioare a conductelor/canalelor,
- Pentru protecție contra coroziunii și/sau eroziunii peretelui interior a tuburilor,
- Pentru reducerea pierderilor de apă prin găurile din tuburi sau îmbinări,
- Pentru creșterea rezistenței mecanice a pereților tuburilor,
- Pentru rezolvarea simultană a cerințelor de mai sus,
- Pentru realizarea de conducte/canale noi purtătoare de apă sau de canale/galerii pentru alte utilități (cabluri, gaze etc).

De asemenea pot fi făcute lucrări de reabilitare locale sau lucrări de reabilitare de amploare, pentru lungimi mari de conducte/canale.

În principiu, funcție de modalitatea de reabilitare, tehnologiile pot fi organizate în următoarele categorii:

- Căptușirea conductelor/canalelor,
- Introducerea unui tub nou în tubul vechi, tubul nou preluând integral sarcinile tubului vechi,
- Consolidarea peretelui tubului vechi,
- Realizarea de lucrări noi, cu secțiune vizitabilă sau nevizitabilă.

Tehnologiile sunt cunoscute uneori și după numele firmei care o aplică în mod curent sau care deține patentul unei tehnologii de reabilitare.

Principalele tehnologii de realizare a tuburilor în sistemul fără tranșee deschisă sunt:

1. Torcretarea interioară a tuburilor.
2. CIPP, cured in place pipe, căptușirea cu rășină pe suport textil,
3. Relining - introducerea unui tub nou în tubul vechi bine curățat la interior;
4. Swagelining - tub ambutisat, atunci când diametrul conductei noi este practic egal cu cel al conductei vechi,
5. Tub cu memorie termică, tip C sau tip U, când diametrele conductei vechi și noi sunt apropiate
6. Tub cu diametrul mai mic decât diametrul tubul existent, sliplining,
7. Pipe bursting, tub cu diametru mai mare decât diametrul tubului existent,
8. Spiral Wound Pipe, conductă realizată în spirală, pe loc, prin roluirea unui profil tip bandă cu etanșare pe loc și umplerea spațiului dintre tuburi,
9. Pipe ramming, conductă introdusă orizontal în pământ prin batere, pentru conducte noi,

10. Horizontal directional drilling – HDD - foraj orizontal dirijat pentru realizarea de conducte noi,
11. Microtunneling – realizat cu Microtunneling Boring Machine, pentru conducte/canale de diametre mari executate prin săpare cu scut specializat, similar tehnologiei de forare umedă (diametru pana la 3m),
12. Scutul mecanic pentru realizarea de colectoare foarte mari, cu secțiuni vizitabile (3..10m).

5.7.3.1 Torcretarea interioară a conductelor/canalelor

Se poate aplica oricărui tip de tub. Este de preferat aplicarea la tuburi metalice sau din beton. Se poate aplica folosind o mașină specială, dacă tubul nu este vizitabil, sau manual dacă tubul este vizitabil, fig 5.36.

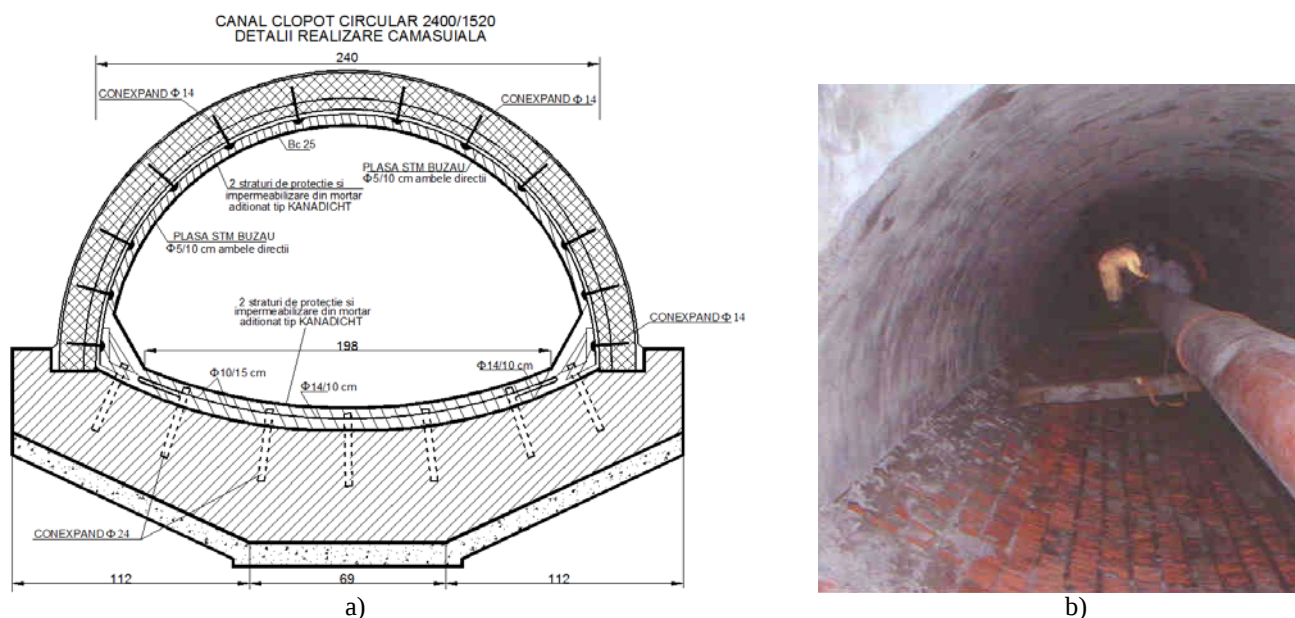


Fig. 5.36. – a)-Cămașuire cu beton armat realizat prin torcretare; b)-căptușirea cu mortar de ciment

Tipul de material folosit poate fi cimentul de diferite calități (funcție de caracteristicile apei și grosimea stratului nou format, precum și de tipul de material al conductei). Se poate aplica un strat de rășină epoxidică, cu o compoziție specială funcție de agresivitatea apei din interior, un strat de rășină armat cu fibră de sticlă sau fibră de carbon etc. Condițiile reale de lucru se stabilesc funcție de natura torcretului, de viteza de întărire (care dictează viteza de avans a frontului de lucru), de numărul de straturi aplicate.

Se poate aplica un torcret de beton peste o plasă de armătură (a fost realizat la aducțiuni mari pentru București cu mijloace manuale de aplicare și la colectoare mari de canalizare pentru Brașov); pentru cazuri speciale se poate face un torcret cu rășină și înglobare de fibră de sticlă, tocată adecvat; în unele cazuri speciale se apreciază că pot fi folosite și altfel de fibre. Condiția esențială este ca fibrele să fie bine “scămoșate” pentru a intra în mod uniform în masa de rășină.

Limitarea metodei poate fi dată de golurile mari din peretele conductei de reabilitat când consumul de rășină devine prea mare și remedierea costisitoare. Se poate aplica un strat special de vopsea sau o succesiune de straturi. Modul de lucru se stabilește funcție de starea de rezistență a conductei (se reface rezistența la agresiunea lichidului și se reduce agresivitatea asupra peretelui).

Măsuri speciale de protecția muncii sunt strict necesare.

Metoda poate fi folosită ca etapă secundară în realizarea colectoarelor de mari dimensiuni, în metoda cu scutul mecanic, uscat, după închiderea secțiunii cu bolțari; pentru asigurarea unei

suprafețe netede a colectorului; se umplu rosturile de construcție și golurile dintre bolțari cu torcret așezat pe plasa metalică.

5.7.3.2 Căptușirea peretelui interior a tubului cu o rășină epoxidică pe suport textil, CIPP, sau metoda ciorapului

Un suport textil, din material sintetic (material plastic, fibră de sticlă, fibră de carbon) sub formă de tub flexibil (furtun pliabil), având o față netedă și etanșă și cealaltă față mai fibroasă impregnabilă cu rășină, se confecționează după mărimea tubului de reabilitat (lungime, diametru). Tubul, cu rășină în interior, este roluit și adus pe șantier (partea etanșă evită “năclăirea” totală a tubului). Pe tronsonul de conductă de reabilitat, bine pregătit în avans, se introduce unul dintre capetele tubului cu rășină, într-un dispozitiv care asigură întoarcerea pe dos a tubului, astfel încât fața cu rășină să fie orientată spre peretele tubului vechi, de reabilitat. Tubul este împins sub presiunea apei și se desfășoară pe toată lungimea tubului vechi; când “furtunul” este complet desfășurat se obturează capetele și se pune sub presiune (cu apă sau aer); în acest fel tubul se lipește de peretii tubului vechi (inițial s-a măsurat lungimea circumferinței interioare și tubul flexibil, special construit, se suprapune acum exact peste interiorul tubului de reabilitat); urmează operațiunea de întărire, coacere, care se poate face cu apă caldă (apa din tubul pus la presiune este încălzită) cu un circuit de aer cald sau cu un cap special cu dispozitiv cu radiație UV; rășina polimerizează (se coace), furtunul devine rigid și atașat de peretele tubului vechi; forța de smulgere poate fi testată pe eșantioane, în paralel; viteza de întărire depinde de calitatea rășinii, de lungimea tronsonului, de calitatea peretelui tubului vechi. În fig 5.37 sunt date faze din tehnologia CIPP. În practică tehnologia este cunoscută sub diferite denumiri comerciale. Este una dintre cele mai folosite tehnologii de reabilitare a tuburilor de canalizare.



Fig. 5.37. - Faze din tehnologia CIPP

Condiții restrictive:

- Peretele tubului vechi trebuie să fie foarte bine curățat de depuneri, impurități, rugină etc, de tot ce poate constitui un suport slab pentru rășina nouă; calitatea stării peretelui curățat este verificată înainte și după folosind echipamente CCTV și personal calificat,
- Golurile din peretele tubului să nu fie mari deoarece se pierde rășina și procedeul devine prea scump; acolo unde se întâmplă acest lucru se reface bucata de conductă prin procedeul clasic (se înlocuiește bucata de conductă) sau se poate introduce un tub suplimentar de folie de plastic (așanumitul *preliner* având în vedere că “furtunul” impregnat este numit și *liner* în terminologia specifică) înainte de introducerea tubului suport de rășină,
- Dacă secțiunea peretelui conductei este compromisă și se contează pe faptul că noul tub va trebui să preia și încărcările mecanice se poate face un calcul adecvat al noii structuri, pentru a determina capacitatea portantă; ar trebui efectuate încercări preliminare,

- Este foarte importantă verificarea cu camere CCTV pentru vizualizarea stării (aspectului) suprafeței interioare; un tehnician bun poate aprecia corect zonele unde aderența nu este bună și porțiunea trebuie refăcută,
- Rezultă că fiecare tronson de conductă/canal este gândit în prealabil (lungime, diametru, grosime de perete, cantitate de rășină de introdus, durata de întărire),
- Tehnologia de îmbinare între două tronsoane adiacente trebuie stabilită de la început pentru a avea la dispoziție eventuale piese suplimentare (la conducte),
- La aplicare pentru reabilitarea rețelei de distribuție trebuie adoptată o soluție clară pentru realizarea branșamentelor.
- Tehnologia se aplică mai ușor la rețeaua de canalizare; tuburile vechi nu trebuie să fie neaparat cilindrice.

5.7.3.3 Relining prin metoda swagelining (tub nou ambutisat pentru reducerea temporară a diametrului)

Un tub special sau un tub de serie, din material obișnuit de PE, care să țină la presiunea interioară și să reziste la solicitările exterioare din tronsonul respectiv, este introdus în tubul vechi; complicația este dată de faptul că diametrul exterior al tubului nou este egală cu diametrul interior al tubului vechi (sau foarte aproape, dar nu mai mare); este esențial ca tubul vechi să nu fie ovalizat sau cu secțiuni atipice. Pentru siguranță este bine ca înainte de a introduce tubul definitiv să se facă o probă cu un tronson scurt de țevă; dacă tronsonul este tras ușor înseamnă că tubul vechi este cilindric, nu are deformări importante și nu are striațiuni (depuneri, așchii etc), rămase de la faza de curățare, care să zgârie tubul nou.

Pentru o introducere ușoară tuburile noi sunt întinse pe zona de intrare (pe role așezate pe sol/drum, în lungul tubului de reabilitat), sunt sudate cap la cap și conducta formată este introdusă în tubul vechi; pentru a intra ușor tubul este trecut printr-o mașină cu rulouri speciale care apăsând pe tub îl deformează prin micșorarea diametrului; reducerea de diametru poate fi de 10-15%. Acum tubul intră ușor, ghidat de rolele exterioare. Tragerea tubului se face continuu și decurge foarte repede deoarece după cca 2 ore de la deformare tubul începe să își revină, natural, la dimensiunea inițială, fig. 5.38.

Lungimea tronsonului tras depinde de rezistența îmbinărilor tubului (este preferabil ca tubul să fie încercat la presiune, cu aer, în prealabil). După introducerea completă tubul își revine în cel mult 24 ore la dimensiunea inițială. Continuitatea conductei se asigură prin îmbinarea adecvată între tronsoane. Este esențial ca tubul vechi să fie neted la interior pentru a nu zgâria tubul nou și a-i reduce rezistența; la un tub defect este greu de stabilit secțiunea avariata deoarece controlul se face numai prin proba de presiune iar apa poate să apară în alte secțiuni decât secțiunea avariata.

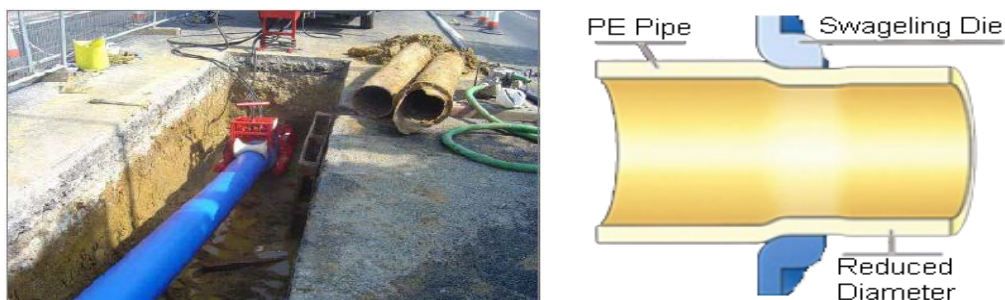


Fig. 5.38. - Metoda Swagelining, principiu de lucru

Se poate aplica relativ ușor la secțiuni mici de conducte/canale, pentru diametre de maximum 1000mm.

În cazuri speciale se poate adopta un tub cu o calitate specială de material; costul va crește însă corespunzător.

5.7.3.4 Relining, introducerea unui tub nou (cu memorie termică), păpușat sub formă de C sau U, în tubul vechi

Sunt dese cazurile în care tubul existent are rezistență mecanică bună dar are rugozitate mare, îmbinările sunt defecte sau prezintă multe găuri mici prin care se pierde apa. Este și cazul tuburilor PREMO la care multe garnituri sunt expulzate din diferite motive. Refacerea etanșeității și reducerea rugozității se poate face prin căptușire interioară cu un tub nou, cu perete subțire; având peretele subțire este posibil ca prin metoda swagelinig deformarea să nu fie uniformă sau revenirea să nu fie completă. Se procedează la introducerea simplă a unui tub păpușat mecanic în prealabil, fig 5.39, reducerea de diametru putând ajunge la 50% din diametru; tehnologia seamănă cu cea de introducere a unei foi de hârtie în folia de plastic.

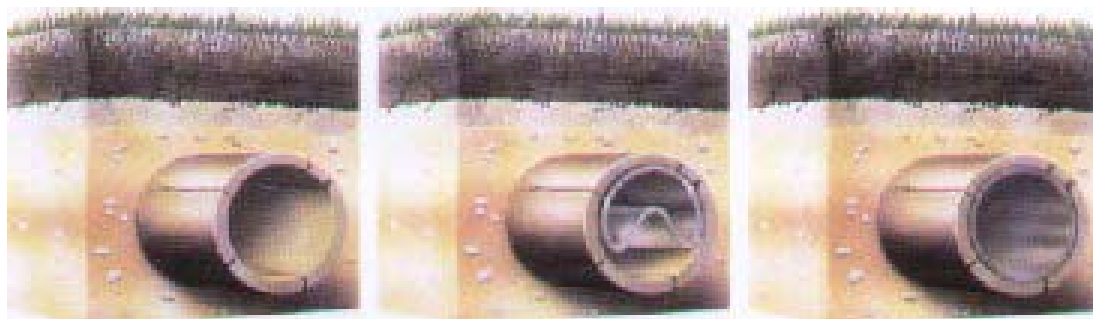


Fig. 5.39. - Faze din introducerea tubului cu memorie termică

Revenirea tubului nu mai este posibilă prin forțe proprii; tubul trebuie ajutat prin încălzire cu aer cald sau cu apă caldă; tubul încălzit "își aduce aminte" că a fost cilindric la început și își revine, devenind cilindric. Tubul este sudat cap la cap înainte de păpușare astfel că tubul are continuitate. Îmbinarea capetelor tronsoanelor se face adecvat după o soluție gândită de la început, la fel ca și realizarea branșamentelor sau racordurilor. Dacă există materialul adecvat se poate produce revenirea tubului la secțiunea cilindrică prin presiunea dezvoltată de apa care va curge prin conductă. Atenție, tubul nou are pereți subțiri, nu are conlucrare cu tubul vechi și dacă în exploatare va fi supus unei funcționări sub vacuum (accidental) este posibil să intre în colaps. De aceea este importantă proba de vacuum făcută la sfârșitul operațiunii de reabilitare. Când există acest risc se poate adopta un material cu perete mai gros.

Tubul nou având un material special este posibil să fie mai scump decât tubul de serie.

5.7.3.5 Sliplining, introducerea liberă a unui tub nou în tubul vechi

Sunt cazuri în care, mai ales la retehnologizarea rețelilor de distribuție, tubul nou poate avea diametre mult mai mici decât conducta veche, fig. 5.40. În acest caz se introduce tubul liber. Tubul trebuie să poată prelua singur presiunea interioară precum și pe cea din solicitările exterioare. Realizarea branșamentelor poate fi o problemă care trebuie decisă înainte de realizarea construcției noi. Tubul poate fi continuu (sudat pentru continuitate) sau din elemente separate cu îmbinare blocată (GRP, FD, PVC) introdus prin împingere.

O singură problemă importantă trebuie decisă: tubul nou va fi liber în tubul vechi sau spațiul rămas între tuburi va fi umplut cu material auxiliar? Se poate proceda în ambele cazuri, depinde de situația locală: (1) spațiul liber asigură o comportare mai bună a tubului de PE atunci când apa transportată este apă de suprafață deci cu o variație mare a temperaturii (1-30 °C); cum tubul de plastic se deformează de 10 ori mai mult decât tubul metalic/din beton rezultă că are nevoie de spațiu; trebuie luate măsuri speciale la branșamente pentru a nu se produce fisurarea/forfecarea acestora la deplasările mari ale tubului de transport a apei; (2) când diferența este prea mare se poate umple spațiul cu un material inert și ieftin, ușor de introdus (cenușa de termocentrală, mortar special etc); costul de umplere nu trebuie să fie mare pentru a nu scoate metoda din competiție.

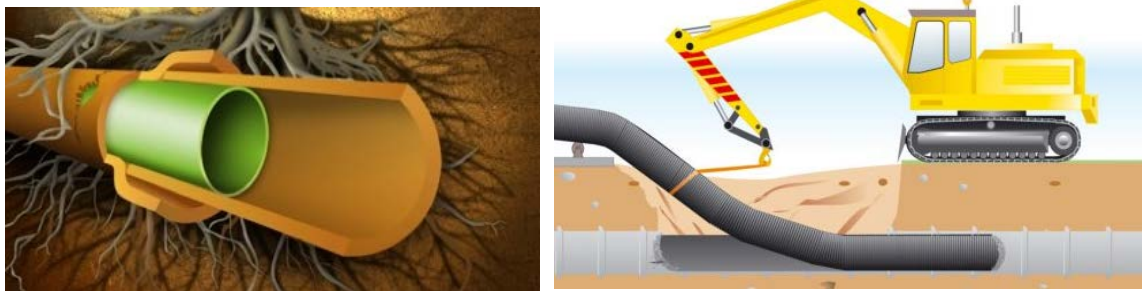


Fig. 5.40. - Relining cu tub liber în tubul de reabilitat

Pentru secțiunile mari de canalizare căptușirea se face cu elemente prefabricate din PAFSIN. Tronsoane realizate la comandă, funcție de amplasament, de tipul tubului vechi și de forma tubului (care poate să nu fie cea clasică, circular, ovoid, clopot) sunt introduse prin lunecare și așezate la distanță față de perete. Când tronsonul este gata se astupă capetele și se introduce mortar de ciment (după o rețetă gândită în consecință) fluid ca să curgă ușor între cei doi pereți. Pentru ușurința umplerii (atenție cochilia să nu fie ridicată prin plutire de către mortar) se pot practica orificii în peretele cochiliei interioare sau se pot folosi golurile existente la racorduri. Rezultă o secțiune întărită și rezistentă la atacul apei uzate, fig. 5.41. Pentru introducerea cochiliei se sparge o bucată din tubul vechi.



Fig. 5.41. – Cochilie din fibră de carbon, poliestere armat cu fibră de sticlă așezată în tubul vechi

Cochilia poate fi și plană; se roluiește la intrarea în tubul de reabilitat.

- Se introduce membrana în colector, prin roluire forțată; după introducere este lăsată liberă și capetele sunt îmbinate cu un prefabricat special,
- Tubul format este împins în tubul vechi și se adaugă un tronson nou; tronsoanele se leagă între ele tot cu un prefabricat special,
- Se obține un cofraj interior în tubul vechi,
- Se astupă la capete spațiul dintre tuburi și se introduce mortar fluid de ciment; introducerea se face în etape pentru a evita ridicarea prin plutire a tubului nou și obținerea unui strat neuniform între tuburi;
- Mortarul astupă și eventualele fisuri, crăpături, goluri din tubul vechi consolidând secțiunea în final.

5.7.3.6 Pipe bursting (tub nou în tubul vechi cu distrugerea simultană a tubului vechi)

Atunci când trebuie introdus un tub nou pe traseul unui tub existent, al cărui diametru este însă mai mic decât valoarea diametrului tubului nou, alternativa este de distrugere a tubului vechi. Tehnologia a fost dezvoltată și conține următoarele etape, efective:

- Introducerea unui cablu rezistent prin tronsonul de tub vechi; cu această ocazie se verifică și starea tubului vechi,

- Prevederea la unul din capete a unui dispozitiv de tracțiune (de regulă din bare de lungime fixă și dispozitiv ușor de cuplare) și a unui cârlig puternic ,
- Adăugarea la cârlig a unui dorn (con metallic) rezistent, prevăzut cu excrescențe care să realizeze presiuni locale mari; dornul are diametrul maxim puțin mai mare decât diametrul tubului vechi; tragerea dornului prin tub duce la spargerea acestuia și împingerea resturilor în spațiul vecin,
- Adăugarea la dorn a unui con special de protecție al cărui diametru este cel puțin egal cu diametrul conductei noi, al cărui diametru nu poate depăși însă 50% din diametrul conductei vechi,
- Legarea (cu o piesă specială) a capătului conductei care va înlocui conducta veche,
- Se trage cu mașina, cu forță controlată și dornul rupe conducta veche, conul lărgeste secțiunea și împinge resturile din conducta veche în pământul din jur iar conducta nouă avansează ocupând spațiul liber creat,
- Când conducta este complet trasă pământul își revine și se rearanjează în noua poziție apăsând conducta nouă; dacă nu apar situații speciale (cioburile din conducta veche nu afectează rezistența conductei noi) execuția este finalizată; în cazuri speciale se poate lubrifia conducta nouă, chiar cu apă, pentru a reduce frecarea,
- Lungimea tronsonului este limitată de două elemente: (1) diametrul conductei (la conducte mari problemele pot fi complicate) și (2) rezistența conductei noi (inclusiv la îmbinările sudate cap la cap), rezistență care trebuie să fie mai mare decât forța de frecare care apare pe traseul nou la tragere,
- Există și tehnologii de spargere a conductei vechi folosind dispozitive cu aer comprimat precum și dornuri specializate pe tipuri de materiale, fig 5.42.

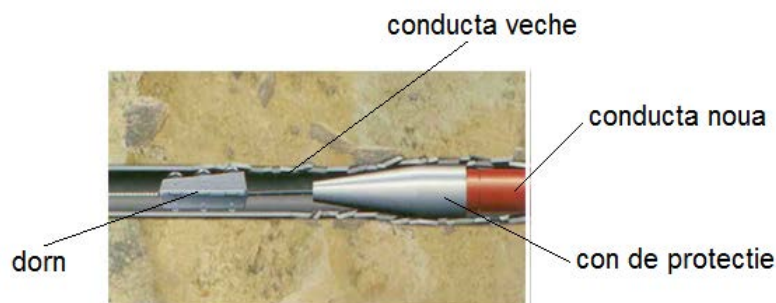


Fig. 5.42. – Reabilitare cu tehnologia pipe bursting

Conducta folosită este de regulă este din PE dar poate fi și din oțel cu o protecție anticorozivă adecvată (interioară și exterioară).

Nu se poate aplica la conducte mari pozate la adâncimi mici deoarece există riscul expandării pământului și afectării părții carosabile a străzii. Se va produce o excrescență în lungul drumului, exact deasupra conductei. Seamănă cu efectul presiunii biologice a rădăcinilor arborilor care ridică pământul/asfaltul de deasupra, fig 5.43.

Nu se poate aplică, în mod normal, decât la conducte cu un diametru cu maximum 50% mai mare decât cel al conductei vechi.



Fig. 5.43. - Expandarea asfaltului străzii ca urmare a umflării pământului de lângă conductă

5.7.3.7 Spiral Wound Pipe (SWP)

Metoda s-a dezvoltat în special pentru căptușirea colectoarelor de canalizare de dimensiuni mai mari. Deoarece modul de introducere a conductei noi în canalul vechi solicita o rampă de acces, acest lucru conduce la distrugerea căminelor de capăt, motiv pentru care s-a încercat găsirea unei soluții alternative. Soluția dezvoltată a fost similară cu cea folosită la țevile de oțel sudate în spirală.

Se realizează o bandă specială de material plastic, cu o formă adecvată - marginile sunt prelucrate pentru o îmbinare ușoară, fig 5.44. Banda este adusă sub formă de rulouri, pe tamburi cu diametrul adecvat. Este așezat tamburul deasupra căminului existent și în cămin este introdusă o mașină specială care poate face două operațiuni: (1) rulează banda sub formă de conductă cu diametrul prescris, (2) îmbină și (termic) lipește marginile benzilor adiacente; rezultă un tub în spirală care este împins liber în conductă/canalul vechi.

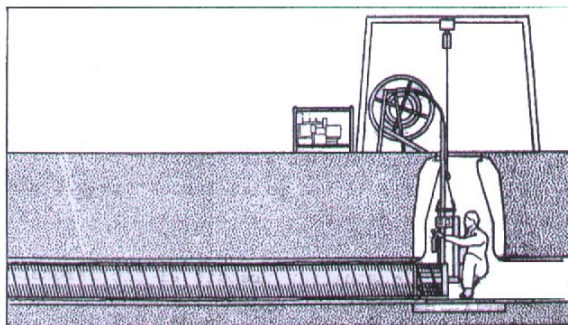


Fig. 5.44. - Faze de realizare în tehnologia SWP

În principiu pot fi mai multe situații de reabilitare:

- (a) Tubul vechi are rezistență mecanică dar prezintă neconformități la interior; atunci banda va fi netedă la exterior și se va așeza lângă peretele tubului vechi; după terminarea "roluirii tubului nou" spațiul dintre tuburi se umple cu un material adecvat,
- (b) Rezistența tubului exterior nu este suficientă și tubul ar trebui consolidat; banda se realizează cu renuri, tot din plastic, astfel că se crează un spațiu mai mare între tubul nou și cel vechi (ca niște distanțieri la un cofraj); după terminarea realizării tubului se introduce în spațiul liber un material rezistent care prin întărire permite creșterea rezistenței mecanice,
- (c) Tubul vechi nu prezintă garanție la solicitările externe (care pot fi mult mai mari decât cele luate în calcul la realizarea tubului); banda se poate realiza cu inserție de fâșii metalice (înglobate în masa/renurile de material plastic) astfel ca tubul nou format are renuri rezistente la exterior; acestea rămân ca niște coaste rezistente între cele două tuburi. După pozarea tubului nou, în spațiul dintre tuburi se introduce un material de consolidare. Reducerea de secțiune poate fi importantă și trebuie ținut seama de acest lucru în calculele efectuate pentru debitul transportat. Dacă structura este foarte proastă se poate introduce mortar de ciment (fluid pentru umplerea ușoară a spațiului) și prin întărire se va consolida bine noua structură.

Principalul atu al metodei constă în faptul că nu se intervine la structura existentă a gurilor de acces, căminele de la capetele tronsonului de colector; ca atare lucrările auxiliare de legătură sunt mici.

La alegerea materialului trebuie gândit și la faptul că în viitorul colector poate curge apa cu nisip (spălat de pe stradă - cu efecte de abraziune); materialul trebuie ales în consecință.

Forma tubului poate fi și alta decât cea circulară.

Pentru secțiuni mari, chiar vizitabile se poate aplica o metodă similară în care banda poate fi realizată din materiale mai bune (fibra de sticlă, fibra de carbon) sau din cochilii din poliester armat cu fibră de sticlă.

5.7.3.8 Pipe ramming (tub înfipt prin batere)

Procedeul de batere a unei conducte, în poziție orizontală, a fost una dintre tehnologiile de început ale TT. Acest lucru a fost cerut de necesitatea trecerii conductelor pe sub căile de comunicație la care nu se putea aplica soluția cu tranșee deschise deoarece trebuia oprită circulația-lucru interzis.

La început tubul era împins cu ajutorul unei instalații mai complicate formată din trolii și scripeți (procedeu aplicat și la noi în țară). Ulterior s-a aplicat tehnologia de batere folosind sistemul ciocanului pneumatic, cu adaptarea necesară, fig 5.45.

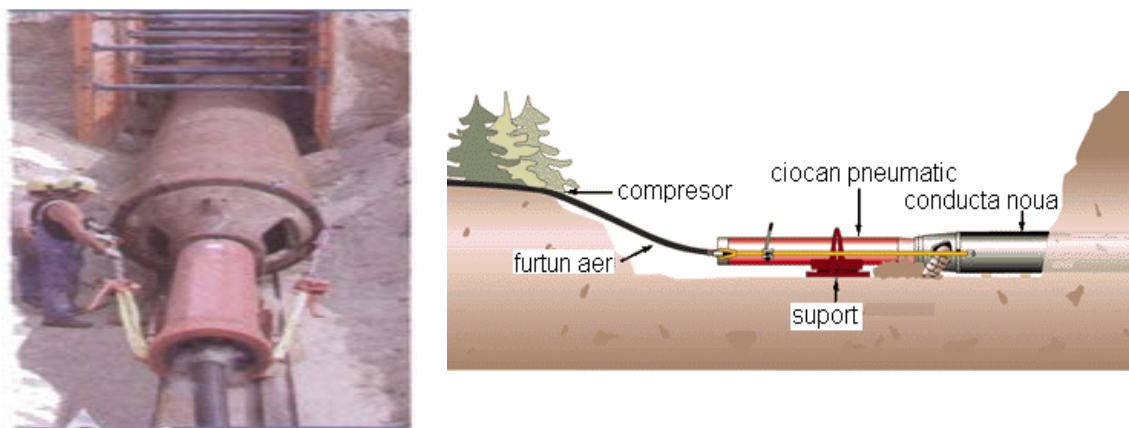


Fig. 5.45. - Tehnologia de realizare a conductei prin batere

Tehnologia comportă următoarele faze de lucru:

- Realizarea de tranșei deschise până la limita permisă de calea de transport (DN/CF),
- Poziționarea conductei care va fi bătută; este formată din tuburi cu peretele gros, de regulă de oțel; partea care intră în pământ trebuie amenajată sub formă de cuțit întărit,
- Așezarea unei rame speciale pe capătul exterior al țevii și atașarea dispozitivului de tip ciocan pneumatic,
- Punerea în funcțiune a sistemului de batere și a celui de scoatere a pământului intrat în conductă (mecanic, manual) și împingerea țevii până în partea opusă
- Înglobarea capetelor conductei în cămine adecvate, amplasate în afara spațiului de siguranță al căii de transport,
- Trecerea conductei purtătoare de apă prin tubul de protecție, prevederea de vane de izolare pe conducta purtătoare de apă și continuarea lucrării.

Nu se poate aplica decât la lungimi mici de conducte, zeci de m; diametrele sunt limitate de capacitatea de împingere prin batere a mașinii de lucru. Se poate reface un tronson de conductă/colector prăbușită.

5.7.3.9 Foraj orizontal dirijat-HDD

Realizarea de conducte noi în soluția fără tranșee deschise a fost dezvoltată relativ târziu din cauza dificultăților de realizare. Se aplica pentru conducte noi, conducte vechi complet deteriorate (la care reabilitarea pune mari probleme) și la conducte care nu pot fi scoase din funcțiune pe perioada reabilitării (se face conducta nouă și se transferă branșamentele succesiv de la conducta veche la conducta nouă).

O mașină specializată introduce prăjini orizontale, prin rotire și împingere controlată, sub protecția noroiului de foraj, fig 5.46



Fig. 5.46. - Tehnologia de foraj orizontal dirijat

Principalele faze de lucru sunt următoarele:

- Se marchează traseul viitoarei conducte, verificând că nu sunt conducte sau cabluri pe zona de pământ afectată de conductă; atenție: adâncimea de pozare nu trebuie să fie mică deoarece pământul împins poate deforma suprafața căii de rulare (dacă țeava este sub spațiul carosabil); totodată noroiul de foraj poate rupe crusta de pământ și țâșnește afară periclitând lucrarea,
- Se sapă două tranșee, de lansare, la capete,
- Se poziționează mașina de introdus prăjinile de foraj, la unul dintre capete,
- Se montează, pe capul primei prăjini, un dispozitiv special de detectare a capătului prăjinii care avansează, imediat în spatele sapei (capului) de forare,
- Se conectează la instalația de noroi de foraj (noroi bentonitic cu componente speciale de fluidizare și uniformizare),
- Se introduc pe rând prăjinile în pământ verificând direcția și adâncimea de pozare,
- Noroiul ajută la păstrarea găurii forate (care poate avea 50-100mm diametru) și la reducerea frecării sapei de forare,
- Când sapa ajunge în groapa de capăt se oprește forarea și se atașează în locul sapei un dispozitiv de lărgire a găurii forate; dacă lărgirea este mare se face o trecere succesivă cu diametre progresiv mici/mari; trecerea se face tot sub protecția noroiului de foraj,
- Când diametrul găurii formate este puțin mai mare decât diametrul viitoarei țevi se leagă de dispozitivul de tragere viitoarea conductă (cu un capăt special amenajat - dorn - pentru a nu intra pământul din foraj); țeava este trasă între cele două gropi de lansare,
- Conducta trebuie să fie pregătită, așezată în linie, pe role, sudată pentru continuitate și eventual probată pentru a evita surprizele. Lungimea conductei rareori depășește 100m iar diametrul maxim este 500 mm.

5.7.3.10 Realizarea de conducte și canale, de mari dimensiuni, prin microtunelare

Creșterea diametrelor colectoarelor din orașe a pus problema unei tehnologii perfecționate față de tehnologia deja cunoscută - realizarea cu scutul deschis - a cărei mare problemă o constituia faptul că nu se putea lucra decât în secțiuni uscate; de multe ori însă problema scoaterii apei conducea la soluții foarte complicate (pereți de palplanșe, pereți mulțați, înghețarea pământului etc).

Tehnologia de microtunelare este similară cu executarea forajelor cu metoda hidraulică dar totul se petrece pe direcție orizontală; acest lucru a permis o simplificare importantă a modului de lucru și a crescut mult viteza de lucru.

Mașina de forat (MTBM), fig 5.47, are în principiu două părți: o parte fixă și o parte mobilă. Partea mobilă este formată din capul de tăiere, dispozitivul de mărunțire (împreună cu motoarele de acționare) și elementul de etanșare; partea ‘fixă’ este formată din tuburile de protecție a săpăturii, tuburi care adăpostesc în interior conductele și celelalte dispozitive de control. Tot mecanismul este împins progresiv cu ajutorul unor prese hidraulice puternice, prese amplasate într-un puț de lansare puternic consolidat (preia forțe de 1000-2000 t).

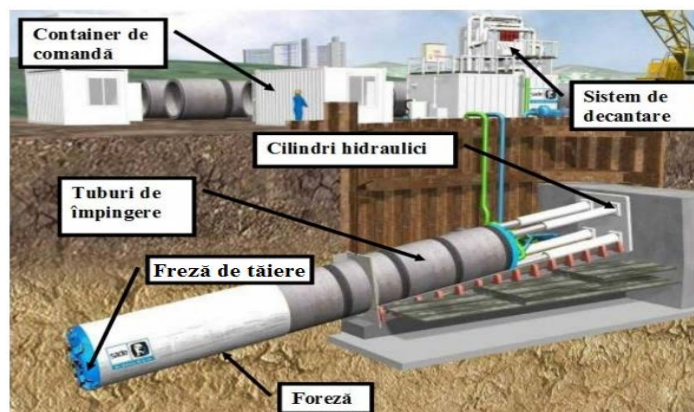


Fig. 5.47. - Tehnologia microtunelare

Sucesiunea operațiilor este următoarea:

- Se marchează tronsonul pe care se va lucra, verificând poziția corectă a altor rețele (în plan și pe verticală); orice nesiguranță trebuie îndepărtată (în prealabil lucrării) prin realizarea de tranșei de control;
- Se sapă un puț de lansare a utilajului și un puț de scoatere; la nevoie se fac și puțuri intermediare, la distanțe mari; puțul de lansare este o construcție foarte rezistentă (va trebui să suporte forțe de ordinul 1-2000t);
- Se lansează mașina de forat compusă din partea fixă și capul mobil;
- În spatele mașinii se montează cel puțin un segment din tubul care va forma noua conductă/canal (lungimea este de 1,5 m – de regulă); tubul are o construcție foarte robustă și poate fi din beton armat (20-25 cm grosime de perete foarte îngrijit turnat și cu îmbinare cu mufă metalică așezată în carnea peretelui; etanșarea se face cu garnitură de cauciuc; în cazuri justificate pot fi folosite și tuburi de PAFSIN cu peretele îngroșat; cu măsuri speciale de lucru pot fi folosite și tuburile de fontă ductilă);
- În spatele tubului se montează presa hidraulică de împingere, calculată să poată învinge forța de frecare dintre tub și pământ;
- În interiorul tubului se face legătura între capul de tăiere și instalația anexă: cablurile de forță și comandă, instalația laser de control a direcției, conductele de adus noroiul de foraj și scoaterea noroiului încărcat cu materialul rezultat din săpătură etc;
- Conductele de noroi sunt legate la instalația exterioară formată dintr-un batal de noroi, ciur special (pentru separarea materialului străin de noroiul de foraj - material care este depozitat sau stocat provizoriu într-un vehicul de transport) și pompa de recirculare a nămolului;
- Pentru reducerea frecării între tub și pământ, tuburile au practicate orificii prin care o parte din noroi este injectată în spațiul dintre tub și pământ;
- Presele hidraulice pot fi manevrate astfel încât să se poată obține curbe largi sau să se păstreze direcția corectă de avansare;
- Mașina pornită execută operațiunile destinate: capul de foraj sfărâmă materialul (în masa de noroi de foraj), dispozitivul de măcinat mărunțește materialul pentru a putea fi transportat de noroi, noroiul transportă materialul la sită și se întoarece în frontul

de lucru; presa hidraulică împinge continuu tot ansamblul astfel că pot fi realizate avansuri de până la 10-15 m/8 ore de lucru.

- Când tubul din puțul de lansare ajunge la limită, un nou tub este introdus și toată instalația auxiliară este racordată la noua poziție.

Rezultatul avansării ansamblului este un gol subteran cu diametrul de 0,5 - 3m diametru (se poate și mai mult), cu pereții rezemați de un tub rezistent și etanș, gol care poate deveni purtător de apă (se poate transforma în colector de canalizare) sau în el se amplasează conducta purtătoare de apă (vizitabilă sau nu).

Se poate constata că dacă în inelul de început a săpăturii se prevede un inel de etanșare se poate lucra chiar în apa subterană.

La lungimi mari de tronsoane, devierile în scurt se fac prin relansarea scutului pe noua direcție. Dacă tronsonul drept este foarte lung există tehnologia de introducere a unei prese intermediare pe parcurs, sistemul funcționând asemănător “mersului omizii”.

Cele mai mari realizări se vor face și în zona orașului Londra (pentru protecție la apele mari pe Tamisa) unde au fost gândite chesoane de 100 m adâncime și 25m diametru, legate cu galerii de 7m diametru amplasate la 90-100 m adancime realizate în sistem microtunel.

5.7.3.11 Folosirea scutului mecanic pentru realizarea golurilor foarte mari în pământ

Tehnologie mai veche, scutul mecanic permite realizarea unor secțiuni mari de galerii, pentru transportul apei sau pentru transport rutier, fig. 5.48. Condițiile impuse la folosirea scutului mecanic constau în: (1) secțiunea de lucru să fie uscată (acest lucru este cerut de faptul că cele mai multe operațiuni se fac folosind personal direct), (2) secțiunea săpată să fie vizitabilă pentru a permite accesul liber al personalului.

Folosită în București (pentru colectoare de canalizare dar mai ales pentru realizarea celei mai mari părți din lungimea galeriilor de Metrou), Cluj-Napoca, Brăila (pentru realizarea colectoarelor principale), metoda presupune următoarele faze de lucru:

- Executarea puțurilor de lansare, suficient de mari pentru introducerea utilajului, materialelor și scoaterea pământului din săpătură,
- Lansarea utilajului, un ansamblu complex de mari dimensiuni, format din: capul rotitor cu mecanisme de acționare (cel care dislocă pământul din amplasament), un utilaj de tip bandă rulantă care scoate (până în dreptul puțului) pământul din săpătură, o presă hidraulică puternică cu rolul de a împinge periodic mecanismul de tăiere a pământului, dispozitive pentru acționarea mecanică a bolțarilor (elemente de beton pentru rezemarea secțiunii săpate); aceștia sunt luați de pe dispozitivul de transport și montați pe circumferința săpăturii unde sunt legați provizoiu cu buloane; secțiunile cilindrice de bolțari servesc și ca element de reazem pentru presa hidraulică de împingere; prin folosire selectivă a cilindrilor de presă se poate obține o curbă largă a tunelului,
- Injecția de mortar în spațiul dintre extradusul bolțarilor și pământul rămas de la săpare; se stabilizează noua așezare a pământului și se face o legătură directă și continuă între pământul natural și secțiunea nou săpată,
- Amenajarea secțiunii interioare (bolțarii au o față interioară plină de goluri necesare pentru faza de construcție) cu ajutorul armăturii și betonului torcretat, în scopul unei rugozități cât mai mici,
- Realizarea golurilor de acces (cămine, camere de acces).

A existat un caz în Brăila (colector cu diametrul 2,8m) când scutul nu a mai putut avansa din cauză că (solul fiind de tip loess) scutul a ajuns în zona cu apă subterană (domul de apă acumulat în timp din cauza pierderilor de apă din rețeaua de apă și din rețeaua existentă de canalizare) și exista riscul de prăbușire, inclusiv a blocurilor de deasupra; lucrul a fost continuat folosind tehnica punerii sub presiune a scutului (similară lansării chesonului cu aer comprimat), tehnică posibilă dar cu o

productivitate net mai mică decât cea obținută la scutul liber. Pe vremea aceea nu se cunoștea, la noi, tehnologia microtunelării.

Cele mai mari lucrări de acest fel, în dimeniul lucrărilor de canalizare, sunt cele realizate în zona orașului Chicago unde, pentru asigurarea bazinelor de retenție a apelor în caz de ploi importante, au fost realizate galerii (cu adâncimi până la 100m, pentru cca 1,5 milioane m³).

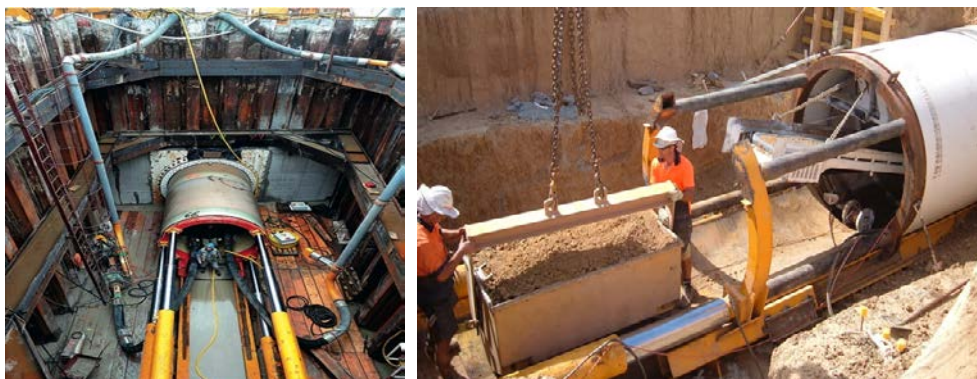


Fig. 5.48. - Tehnologia scutului mecanic

5.7.4 Domeniul rațional de aplicare a metodelor de reabilitare fără tranșee deschisă

Din analiza realizărilor din lume (există organizații specializate în multe țări precum și reviste de specialitate, conferințe internaționale etc) și a realizărilor din țara noastră se pot desprinde limite orientative pentru performanțele diferitelor metode. Aceste performanțe sunt orientative, într-un caz real vor trebui analizate condițiile concrete pentru a putea decide limitele până la care se poate extinde tehnologia. Firma executantă va fi cea care va stabili performanțele pe care le poate realiza. În tabelul 5.1 sunt menționate valori orientative realizate pentru diferite lucrări și de către diferite firme.

Tabel 5.1. Valori cu limitele atinse în folosirea tehnologiilor TT

Tehnologia	Lungime maximă tronson m	Diametru maxim tronson mm	Viteza de execuție	Observații
Swagelining	500 - 1000	63-1000	Baia Mare 30 m/min	Aplicat la Tulcea; lungime minimă 1500m.
Ramming	200m	Maximum 2000	100 m/zi	
Pipe bursting	4-500	Maximum 1200		Experimental la Cluj
CIPP	450	150-1500	150-450m/zi	Cluj 100m/3 zile; lungimi executate cca 20 km la Cluj și Craiova
Sliplining	300	150- 2000		
HDD	60-100	110-600	Depinde de diametru, 200 m/zi etc	Conducta noua din otel, PE, FD
Tub cu memorie termica	450	110- 800	-	-
Cu tuburi discrete (PE, PP, PVC, GRP, FD)	< 150	100 - 800	-	-
Microtunelare	200	3000	20-30 m/zi	Aplicat în București

Metodele menționate mai sus nu sunt singurele aplicate. În tehnica mondială există procedee speciale derivate din tehnologiile menționate sau unele aplicate în cazuri speciale. Înainte de aplicarea metodei trebuie cerut ofertantului detalii suficiente asupra metodei aplicabile și condițiilor specifice de aplicare.

Din modul de aplicare și realizările existente în lume și la noi în țară pot fi trase următoarele concluzii asupra domeniilor în care pot fi folosite tehnologiile TT. Aceste concluzii trebuie privite sub rezerva performanțelor realizate de diferite firme care sunt specializate în anumite lucrări și care dețin și “secrete de fabricație” care pot lărgi cu mult ce se știe în mod obișnuit. Cu efort oricare dintre metode poate fi aplicată oriunde dar în mod rațional este clar că metodele au anumite domenii în care pot fi aplicate cu rezultate mai bune, economice și tehnologice.

Metoda Swagelining se poate aplica bine la conducte sub presiune deoarece utilizează tuburi de calitate bună. Trebuie ca traseul să nu aibă curbe cu unghiuri mari, iar spațiul de lângă traseu să fie liber pe o lungime cât mai mare (raportat la lungimea tronsonului reabilitat). Se pretează la conducte lungi și fără elemente care să producă reducerea vitezei de lucru (vane dese, schimbări de diametru etc). De regulă reducerea de secțiune este compensată de rugozitatea mai mică a tubului nou. Există tehnologia de îmbinare a tronsoanelor adiacente precum și a armăturilor necesare.

Metoda CIPP este utilizabilă în special la rețeaua de canalizare deoarece: se poate folosi și la alte secțiuni decât cea circulară, se poate aplica practic la orice dimensiune a tuburilor, se poate realiza ușor din cauză că accesul la rețea este ușor, tuburile existente sunt din beton și rășina aderă bine la beton (dacă tubul a fost bine curățat și spălat). Tronsoanele scurte permit darea în funcțiune rapidă a colectoarelor reabilite. Nu sunt necesare intervenții la construcțiile auxiliare. Refacerea racordurilor este posibilă din cauza existenței frezelor necesare, freze controlate prin camere de luat vederi. În mod normal ar trebui reabilite și căminele pentru a reduce exfiltrația dar mai ales infiltrația de apă din exterior. În caz de nereușită se poate reface lucrarea cel puțin parțial (se poate adăuga un strat suplimentar peste cel existent). Trebuie dată atenție eventualului risc datorat transportului de material abraziv pe care îl poate conține apa uzată. Se va da atenție mare aderenței la perete atunci când presiunea exterioară a apei este mare.

Metoda ‘Pipe bursting’ poate fi folosită în ambele domenii dar este mai mult folosită la reabilitarea conductelor sub presiune din cauza diametrelor mai mici a conductelor vechi. Aceasta se traduce prin forțe mai mici necesare pentru acționarea mașinilor. Are avantajul că nu necesită o curățire foarte avansată a conductei vechi aceasta fiind distrusă în final. Nu se poate aplica la conducte care nu au un traseu drept și poate pune probleme dacă pe traseu sunt montate vane multe. Când conducta veche se află la adâncime mică și creșterea de diametru este mare se poate întâmpla ca să apară umflături ale căii de comunicație sub care se găsește conducta. Refacerea branșamentelor se poate face din interior sau din exterior.

Metoda Ramming este rațională la lucrări izolate, de lungimi mici și unde nu se poate interveni cu alte mijloace. Trebuie să existe spațiu pentru puțul de lansare. Conducta realizată este de regulă conducta de protecție pentru conducta ce va transporta apa.

Microtunelul poate fi aplicat pentru secțiuni relativ mari și în zone unde nu sunt rețele dese și a căror poziție nu este bine cunoscută. Fiind o metodă relativ scumpă (tuburi scumpe, puțuri de lansare, grele și scumpe) trebuie utilizată acolo unde alte metode nu pot fi aplicate ușor. ‘Tunelul’ realizat poate fi purtător de apă (tip podeț) sau de protecție pentru conducta purtătoare de apă.

Metoda HDD trebuie aplicată numai în zone cu rețele puține și când poziția noii conducte este net diferită de pozițiile conductelor/cablurilor existente; nu trebuie amplasată foarte puțin adânc deoarece sub presiunea noroiului de foraj poate fi ridicată îmbrăcămintea drumului. La canalizare se

recomandă aplicarea numai pentru canalizări cu vacuum sau canalizări funcționând sub presiune. Este greu de realizat o pantă continuă și constantă.

5.7.5 Condiții prealabile, esențiale, în aplicarea tehnologiilor NO DIG

Se poate deduce, din cele descrise mai sus, ca tehnologiile TT (fără tranșee deschisă) pot avea mari avantaje. Aceste avantaje trebuie însă ‘plătite’ prin efectuarea de lucrări prealabile foarte bine controlate; în caz contrar dificultățile care survin pot fi extrem de neplăcute. Câteva dintre cele mai importante elemente sunt menționate mai jos. Ele nu sunt limitative și trebuie ținut seama întotdeauna de faptul că fiecare lucrare este un unicat în felul ei chiar dacă operațiunile elementare componente pot fi identice. Complicat este faptul că aceste *lucrări trebuie neapărat făcute în prealabil deoarece pe baza concluziilor trase se decide metoda de lucru*. Aceste lucrări ar trebui făcute în mod normal, la o exploatare de bună calitate, dar din cauza unor complicații și costuri de multe ori sunt amânate.

- Cunoașterea exactă a poziției tuturor rețelelor subterane din zona afectată este esențială (la realizarea de conducte noi) din mai multe puncte de vedere dintre care două sunt capitale: (1) se poate amplasa corect poziția viitoarei lucrări fără a afecta prezența altor rețele (se poate și constata că nu se poate amplasa noua rețea și atunci trebuie găsit un alt amplasament); (2) se evită deteriorarea altor rețele sau afectarea masivă a acestora; cazul cel mai grav este atunci când se intersectează cele două rețele și ambele funcționează cu nivel liber (tip canalizare); ocolirea, improvizată pe loc, poate da mari complicații de execuție și uneori mai ales complicații de exploatare; cunoașterea poziției rețelelor este de fapt o obligație legală cerută prin normele în vigoare
- Cunoașterea stării rețelei supuse reabilitării; tehnica de recunoaștere folosind camere de luat vederi pentru inspecție poate furniza elemente asupra: golurilor din conductă/canal și deci adoptarea de lucrări prealabile, deformarea secțiunii tuburilor, starea suprafeței și deci stabilirea metodei de curățare, starea de colmatare a canalului și deci estimarea metodei de curățare și a duratei de lucru (și automat a creșterii costurilor lucrării), poziției brașamentelor și racordurilor (lucru esențial pentru refacerea viitoare a lucrărilor), starea îmbinărilor tuburilor sau a secțiunilor cu tuburi rupte, dezaxate etc (aceasta impune realizarea de lucrări prealabile pentru corectare provizorie; se poate ajunge până la abandonarea traseului respectiv), diametrul conductei/canalului,
- Cunoașterea suficient de bine a performanței tehnologiei posibil de aplicat pentru reabilitarea conductei, sau realizarea conductei noi, pentru a putea aprecia avantajele și dezavantajele și a putea gândi lucrările auxiliare necesare astfel ca durata execuției să fie minimă; în acest fel disconfortul produs în zonă este minim iar noua lucrare va intra cât mai repede în funcțiune, deci va aduce beneficii utilizatorului (banii vor fi investiți eficient),
- Chiar și acceptarea unei tehnologii TT are la bază cunoașterea acestora; în felul acesta pot fi incluse în condițiile de licitație a lucrărilor cerințe de control și recepție a lucrărilor finale. Este obligatorie stabilirea modului de realizare a brașamentelor/racordurilor.
- Acceptarea unei tehnologii TT impune stabilirea unor condiții de control și a condițiilor de recepție finală a lucrării. Acestea nu pot fi concretizate decât prin cunoașterea performanțelor tehnologiei și condițiilor concrete de lucru a conductei/canalului.

5.7.6 Elemente importante în aplicarea tehnologiilor de reabilitare fără tranșee deschisă

După acceptarea tehnologiei TT sunt faze de lucru obligatorii înainte și pe durata desfășurării lucrărilor efective de reabilitare și anume:

- Configurarea cu exactitate a tronsonului de conductă/canal ce urmează să fie reabilitat (secțiuni de capăt, mod de legătură cu tronsoanele vecine, traseul corect, eventuale obstacole, adâncime de pozare etc)
- Cunoașterea exactă a dimensiunilor tronsonului: material/materiale, lungime pe materiale, diametre, construcții accesorii și starea acestora,
- Alte lucrări subterane din zonă, poziție, starea de lucru, risc (consecințe) de deteriorare,
- Starea interioară a conductei/canalului, stare ce se poate obține cu ajutorul echipamentelor CCTV sau altele (Smart Ball etc), pentru secțiuni nevizitabile și prin aprecierea personalului specializat, la secțiunile vizitabile,
- Modul de curățare al conductei/canalului,
- Starea pereților conductei/canalului după curățare și spălare,
- Decizia asupra soluției de reabilitare.

Alegerea soluției de reabilitare, care depinde de furnizorul de tehnologie, dar care trebuie acceptată/aprobată de beneficiarul lucrării, se poate face urmărind schema din anexa 7.

5.7.7 Despre rentabilitatea soluțiilor de reabilitare cu metode TT

Rentabilitatea lucrărilor de reabilitare poate fi judecată din mai multe puncte de vedere. Judecarea metodei este privită aici ca o apreciere generală. Cazurile concrete trebuie analizate fiecare în parte, funcție de condițiile reale de lucru, restricțiile care sunt obligatorii, viteza de lucru care se impune din cauza lucrării propriu zise sau a altor cerințe exterioare lucrării, dimensiunilor lucrării care influențează asupra costului, condițiilor atmosferice etc. În general toate condițiile restrictive trebuie să fie bine precizate în caietul de sarcini și în documentele de licitație pentru ca să nu apară ulterior elemente care să denatureze avantajele soluției de reabilitare. O discuție asupra acestor elemente este făcută mai jos. Aceste precizări nu trebuie să fie apreciate separat ci în ansamblul lor pentru a putea decide în condiții cât mai reale. Aprecierea poate fi:

- Din punct de vedere general,
 - Din punct de vedere al tipului de lucrare,
 - Din punct de vedere al restricțiilor impuse în amplasament,
 - Din punct de vedere al investiției,
 - Din punct de vedere al duratei de execuție,
 - Din punct de vedere administrativ.
- a) *Din punct de vedere general* trebuie analizată soluția TT care dă o primă imagine asupra economicității investiției, astfel:
- Trebuie decis dacă reabilitarea este necesară sau nu; acest lucru cuprinde metoda de estimare a costurilor de investiție (recuperare pe durata de viață), costurile necesare pentru operarea lucrării (specific sau pe ansamblu), costurile cu energia, costurile cu apa pierdută, costurile sociale; când diferențele de cost între cele două soluții posibile sunt foarte mari trebuie reflectat, înainte de a lua o decizie; atunci când costurile curente de operare (apa pierdută, costul avariilor reparate, costul necazurilor aferente etc) sunt mai mari decât costurile de reabilitare și operare în noile condiții este limpede ca operațiunea de reabilitare trebuie făcută, fig 5.49;

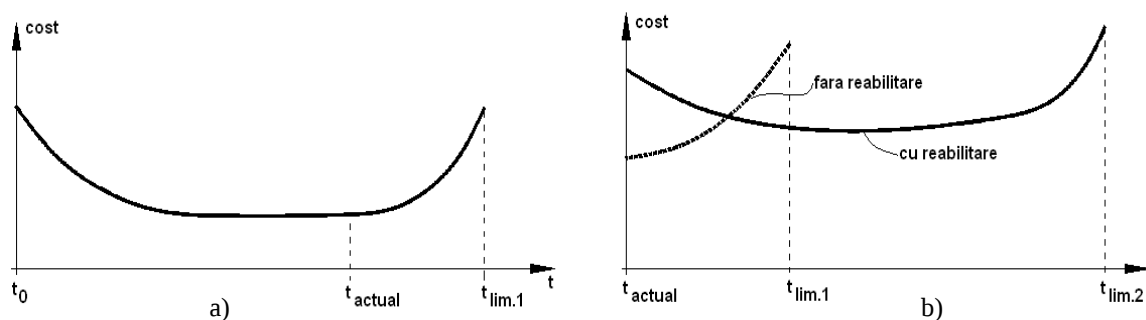


Fig. 5.49. - Estimarea economicității reabilitării:

a) - curba costurilor de remediere a defecțiunilor; b) - curba costurilor de operare

- Trebuie decis dacă reabilitarea se face în cadrul situației generale de re tehnologizare a sistemului sau este o operațiune limitată,
- Trebuie apreciat corect efortul investițional în soluția clasică și în măcar una dintre soluțiile TT;
- Trebuie încercat să se facă aducerea “la același numitor” a elementelor care sunt apreciate diferit;
- Trebuie ținut seama de dimensiunile generale ale lucrării; dacă lucrarea este singulară este posibil ca să rezulte un cost mai mare decât cel necesar în soluția clasică; acest lucru nu trebuie să conducă la eliminarea automată a acestor tehnologii; dacă lucrarea este cuprinsă în cadrul unui ansamblu mai larg atunci compararea trebuie făcută pe întreaga lucrare și nu pe bucăți, porțiuni distincte.
- Estimarea condițiilor atmosferice trebuie făcută cu deosebită grijă pentru evitarea supraevaluărilor și trecerea pe lângă soluția corectă.

b) *Din punct de vedere al tipului de lucrare.* În cadrul ghidului sunt abordate cele două categorii de lucrări: lucrări pe rețeaua de canalizare și lucrări pe aducțiuni sau rețeaua de distribuție. Datorită modului lor de lucru între ele există diferențe constructive și ca atare și diferențe de moduri de remediere/reabilitare.

- *Rețeaua de canalizare are două caracteristici generale importante* (lucrează cu nivel liber și are cămine de vizitare la interval de maximum 100m, iar între două cămine tronsonul este liniar); de aici rezultă că inspecția rețelei/colectorului este mai ușor de făcut deci o decizie în cunoștință de cauză poate fi mai simplă; acestea fac ca metoda de reabilitare să fie mai favorabilă decât la rețeaua de distribuție; de asemenea în ce privește conductele de refulare de la stațiile de pompare a apelor uzate; de aici rezultă că pot fi aplicate cu multă ușurință două dintre metodele analizate mai sus: metoda CIPP și SWP; de aici pot rezulta și costuri mai mici; totul depinde de gradul de colmatare al rețelei (deci de modul de întreținere practicat dealungul timpului) și de restricțiile cerute pentru devierea apelor pe perioada de lucru; se poate ajunge și până la necesitatea realizării unui colector paralel, caz în care soluțiile se pot complica mult; o decizie asupra faptului că vechiul colector se reabilitează în paralel cu cel nou trebuie bine justificată și integrată în noua structură a rețelei de canalizare; în cazul în care devierea apelor se face provizoriu vor trebui bine evaluate lucrările secundare de epuismen și evacuare;
- *Rețeaua de alimentare cu apă are probleme mai complicate care trebuie rezolvate:* cunoașterea stării conductei este mai dificilă și trebuie făcută prin alte mijloace, scoaterea din circuit este strâns legată de durata de reabilitare și deci trebuie bine cântărit în ce măsură vor trebui lucrări secundare de asigurare a continuității alimentării cu apă, calitatea apei trebuie bine controlată deci starea de funcționare a vanelor este esențială; curățarea conductelor este de regulă mai simplă (diametru mai mic, depuneri mai puține; drept urmare metodele de reabilitare pot fi diferite față de cele de reabilitare a canalizării

(swagelining, burst pipe, relining, tub cu memorie termică etc); esențială poate fi metoda de execuție care scurtează cel mai mult durata de lucru.

- *Aducțiunea* poate pune probleme deosebite atunci când este cu fir unic; viteza de execuție poate deveni esențială deoarece nu se poate întrerupe alimentarea cu apă pe durate mari de timp; nici lucrările suplimentare nu sunt simplu de făcut deoarece devierea apei pe o conductă nouă – provizorie - poate fi la fel de complicată ca și reabilitarea.

c) *Din punct de vedere al restricțiilor impuse de amplasament.* Sunt dese cazurile în care restricțiile de amplasament pot impune soluția TT ca singura variantă acceptabilă. În acest caz detaliile vor fi făcute între posibilele soluții TT. Câteva dintre condițiile restrictive, întâlnite deja în practică:

- Calea rutieră a străzii este refăcută de curând și administrația locală nu dorește ca prin deschiderea tranșei în lungul străzii să fie deteriorat carosabilul,
- Strada a fost refăcută cu fonduri nerambursabile, iar convențiile impun restricții în care se specifică perioada de timp pentru care nu se admit lucrări de excavare în carosabil,
- Amplasamentul are porțiuni de traseu în locuri istorice care trebuie păstrate; refacerea lucrărilor după săparea șanțului deschis nu este acceptată,
- Traseul cuprinde intersecții vitale pentru traficul rutier din localitate și nu numai,
- Nu există spațiu în subsolul străzii unde să fie amplasat un nou tronson de rețea,
- Apa subterană se află la o adâncime mică și deschiderea unei tranșee implică lucrări majore de epuismen etc

d) *Din punct de vedere al investiției.* Desigur că de cele mai multe ori criteriul de adoptare al unei soluții este investiția minimă; acest lucru este justificat de faptul că lucrarea se realizează din bani publici și deci efortul trebuie să fie minim. Lucrările de reabilitare TT sunt rentabile peste o anumită dimensiune fizică a lucrării, motiv pentru care nu pot fi deschise șantiere pentru lucrări de mici dimensiuni deoarece costurile de deplasare ale echipamentelor și personalului de operare devin prea costisitoare pentru o investiție mică. Orientativ dimensiunea minimă a lucrării este dată în tabelul 5.1. Cazurile speciale se analizează.

e) *Din punct de vedere al duratei de execuție.* Durata de execuție poate fi un criteriu important în decizia de adoptare a unei soluții TT, atât ca durată totală cât și ca durată restrictivă pe anumite tronsoane, astfel:

- O durată mică de reabilitare totală presupune punerea la dispoziție a unei lucrări care funcționează bine, pe o durată mare de timp; banii sunt investiți mai repede și lucrarea începe să funcționeze la parametrii normăți după un timp scurt; o analiză cost-beneficiu poate arăta dimensiunea avantajului,
- Perioadele mari de execuție a lucrărilor pentru domeniul alimentărilor cu apă și canalizărilor unde funcționarea trebuie să aibă continuitate, presupun realizarea de lucrări provizorii suplimentare care ele însele pot fi costisitoare; reabilitarea unui tronson de conductă/colector pe durata unei săptămâni poate deveni suportabilă (la limită) pentru populația afectată; aceeași lucrare realizată într-o lună devine de nesuportat pentru populație și aceasta trebuie compensată de lucrări provizorii (care costă și durează și ele pentru realizare și demontare),
- Blocări parțiale de trafic pot fi suportate pe perioade mici de timp; introducerea unui tub nou în cel vechi prin metoda relining poate solicita întreruperi de trafic sau restricții parțiale pe durata a câtorva ore, ceea ce este suportabil.
- O conductă/colector pozată la o adâncime mare, cu apă subterană, se reabilitează mult mai repede cu o metodă TT și de regulă este și mai ieftină.

- f) *Din punct de vedere administrativ.* Sunt cazuri în care rețelele au ajuns să fie amplasate pe terenuri particulare. Ele trebuie mutate pe amplasamente publice, uneori în condiții de execuție foarte grele. Execuția cu o metodă TT poate avea avantaje nete.

5.8 Metodologie de alegere a soluțiilor de reabilitare fără tranșee deschise

Un capitol destul de dificil de solutionat, în reabilitarea conductelor și canalelor, este cel legat de alegerea unei tehnologii de reabilitare. Dificultatea este legată de faptul că reabilitarea clasică, prin înlocuirea la zi a tubului existent, este foarte uzuală și din cauza costului redus cu forța de muncă precum și de neplata directă a unor costuri (așa numitele costuri sociale). Soluția clasică pare mai ieftină.

Multe din lucrările de reabilitare care au fost făcute la noi în țară (cu metode TT) au fost adoptate din cauză că metoda clasică nu a fost acceptată din condiții exterioare lucrării (și nu dintr-o comparație economică așa cum este cazul între variantele aceluiași proiect), ca de exemplu:

- nu se putea sparge asfaltul căii de rulare deoarece a fost construit cu fonduri Europene și se află în perioada de garanție,
- nu se putea întrerupe transportul apei decât o perioadă foarte scurtă de timp, perioadă care nu ar fi putut în niciun caz să fie respectată prin metoda clasică, din cauza dimensiunilor mari a tronsonului afectat,
- adâncimi de lucru foarte mari, în spații înguste și cu apă subterană și când soluția clasică ar fi fost extrem de costisitoare și periculoasă,
- străzi aflate în zone turistice, istorice etc și unde autoritatea locală nu dă aviz de construcție,
- pe străzi de acces unde întreruperea traficului ar fi fost un dezastru iar realizarea de lucrări suplimentare (compensatorii) ar fi fost foarte costisitoare,
- lucrul pe amplasamente particulare și eventual cu costuri foarte mari etc.

Cum tehnologiile TT vor trebui să devină soluții curent folosite, din cauza dimensiunii conductelor și canalelor aflate în situația de reabilitare (cca un sfert din lungimea conductelor existente astăzi), precum și a avantajelor pe care le prezintă retehnologizarea TT, ar trebui găsite modalitățile prin care să se demonstreze că sunt comparabile sau mai favorabile și economic, decât metoda clasică (înlocuirea tuburilor în șanț deschis).

Pentru lămurirea unor aspecte legate de adoptarea de soluții vor fi marcate mai multe trepte de analiză, fără ca acestea să fie limitative.

1) *Economicitatea soluției de reabilitare sau și de retehnologizare*

Desigur că prima problemă care trebuie rezolvată este cea fundamentală: este mai bine să se repare conductele/canalele ca și până acum (ori de câte ori apare o defecțiune) sau să se recurgă la o reabilitare sistematică, chiar preventivă?

Pentru a răspunde corect la această dilemă trebuie prezentată situația generală, cu toate implicațiile, pozitive și negative. Multe dintre aceste elemente au fost deja prezentate așa că aici nu vor fi menționate decât aspectele strict economice.

În *situația reabilitării locale*, prin reparații curente sau înlocuiri de lungimi limitate de conducte/canale:

- Se cheltuiește aparent puțin din cauza lucrărilor realizate uneori relativ rar; cumulate în mod corect pe perioade mai mari de timp costurile încep să aibă valori apreciabile; de regulă nu sunt contorizate toate costurile și atunci soluția pare destul de convenabilă,
- Nu se rezolvă problemele fundamentale ale sistemului de distribuție sau colectare ape uzate: pierderi mari de apă, consum mare de energie (energie care nu se mai recuperează), forțarea celorlalte obiecte ale sistemului să lucreze la debite crescute și deci cu costuri mari; se face risipă de fonduri și de resurse naturale,
- Sistemul are costuri mari de exploatare deci tarife ridicate pentru apă și apă uzată,

- Sistemele continuă să aibă performanțe scăzute, neatractive, pentru eventuale parteneriate de tip public-privat.

În situația reabilitării generale (și chiar cu *re tehnologizare la rețelele de distribuție*), în care caz trebuie luată în considerare folosirea metodelor TT, atunci:

- Costurile sunt mari pentru investiție și trebuie bine gândită operațiunea; poate deveni axa de dezvoltare a companiei pe următorul ciclu de viață a sistemului (50-100 ani funcție de materialul adoptat); este o etapă în care, astăzi, se găsesc foarte multe sisteme de alimentare cu apă și de canalizare,
- Se rezolvă principalele probleme ale sistemului: pierderea de apă ajunge la limite admisibile, se reduce consumul de energie, se poate face o conducere modernă (cu mijloace performante - tip SCADA) a sistemului, se reduc mult costurile de operare, se reconvertește efortul personalului pentru realizarea de lucrări de calitate superioară,
- Rezolvarea principalelor probleme de performanță ale sistemului permite furnizorului de apă/proprietarului sistemului, să obțină fonduri de la bănci și chiar fonduri nerambursabile; poate demonstra că în final indicatorii de performanță ating valorile acceptate în sisteme performante,
- Se dă un nou ciclu de viață lucrărilor de transport a apei prin utilizarea de materiale performante în locul celor învechite (care pun mari probleme și calității apei),
- Pot fi corectate o mulțime de anomalii care au apărut în perioadele de extindere și exploatare forțată a sistemelor.

O balanță a costurilor, *cât se cheltuiește și ce venituri vor fi*, permite luarea unei decizii corecte asupra modului de lucru. Realizarea acestei balanțe nu este simplă deoarece presupune un efort mare pentru estimarea corectă a tuturor costurilor și o cunoaștere amănunțită a comportării reale a sistemului, lucru complicat la sisteme care au depășit 60-80 ani de funcționare.

Un aspect deosebit de important care trebuie estimat este cel legat de funcționarea sistemului în perioada de trecere între situația actuală (deficitară) și situația de sistem reabilitat, deoarece serviciul de alimentare cu apă și de canalizare trebuie să funcționeze continuu.

Concretizarea ideilor menționate este dată în fig 5.50.

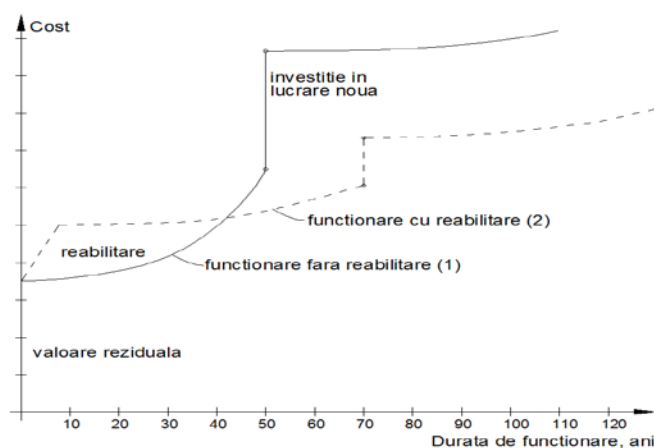


Fig. 5.50. - Compararea costurilor de funcționare în varianta cu sau fără reabilitare

Funcționarea fără reabilitare (1) până la epuizarea duratei de viață se face cu costuri mari și cu investiții de refacere totală.

Funcționarea cu lucrări reabilitate (2) se face cu folosirea valorii remanente și cu un cost de operare mai redus, deci poate fi mai economică.

Compararea valorilor celor două variante conduce la soluția rațională.

2) Alegerea soluției de reabilitare

După stabilirea faptului că soluția de reabilitare este favorabilă trebuie aleasă o variantă de reabilitare, sau o combinație convenabilă de soluții.

Ca în orice problemă inginerască trebuie demonstrat că soluția recomandată este tehnic viabilă (asigură parametrii tehnologici comparabili), pe durata de viață și este cea mai economică din punct de vedere investițional sau al costului de operare.

Pentru aceasta vor trebui făcute evaluări ale costurilor pentru toate lucrările necesare (ca lucrări directe sau ca lucrări auxiliare) pentru toate variantele propuse.

Soluția de reabilitare în sistem TT, se poate alege după o bună cunoaștere a ofertelor și este făcută de regulă de către ofertantul pentru executarea lucrării. Pentru a avea o bază de comparație însă beneficiarul lucrării nu poate decât să compare costurile de execuție cu metode TT cu costul de bază în soluția cu tranșee deschise. Pentru aceasta trebuie făcute detalii și evaluări pregătitoare în scopul obținerii de evaluări cât mai corecte.

Unul dintre parametrii care intră în joc este legat de durata de reabilitare făcută într-o metodă sau alta. Ideea de bază este că lucrarea trebuie executată astfel încât să aducă beneficii după o perioadă cât mai scurtă. Aici un rol foarte important îl are influența modului de asigurare a finanțării investiției. Se pleacă de la ipoteza că odată aleasă varianta bună vor putea fi asigurate mijloacele financiare necesare pentru realizarea investiției în ritmul în care se obțin avantaje maxime. Finanțarea discontinuă poate duce la situații stânjenitoare ca eficiență economică dar mai ales ca mod de asigurare a serviciului pe perioada de reabilitare.

În cazul în care reabilitarea este parțială o componentă importantă poate deveni mărimea fizică a lucrării. În diferite tehnologii TT lucrarea trebuie să aibă o dimensiune minimă pentru a putea fi făcută economic de către executant. În caz contrar costurile se vor raporta la lungimi mai mici și vor rezulta costuri specifice mari și dezavantajoase.

Alegerea soluției trebuie făcută și după criterii de performanță, comparate cu cerințele problemei de rezolvat: transportul apei se face sub presiune sau cu nivel liber, calitatea apei influențează sau este influențată de sistem, soluția constructivă rezistă la toate solicitările interioare și exterioare pe durata construcției (execuție, proba de presiune, proba tehnologică) și exploatarea (încărcări normale sau excepționale), capacitatea de transport, comportarea la mișcări speciale ale pământului etc.

3) Analiza cost beneficiu asupra soluției recomandate

Analiza cost beneficiu pentru fiecare variantă în parte permite, la o evaluare corectă, obținerea costurilor în timp și o decizie bună asupra economicității. Este necesară o atitudine constantă în modul de abordare a problemei și o bună apreciere a costurilor specifice variabile în timp: inflația, creșterea costului energiei, creșterea salariilor, riscurile ce pot apărea etc; metoda poate fi asemănătoare cu cea descrisă grafic la pct 1. Metodica aplicării analizei este cea uzuală prin realizarea documentelor acceptate oficial, în următoarea ordine :

- *Identificarea investiției și definirea obiectivelor*; aceasta presupune existența unui proiect complet și detaliat la nivelul unui studiu de fezabilitate, din care să rezulte variantele luate în considerare și costurile estimate; totodată se face o încadrare a proiectului în programele existente (de ex. Creșterea competitivității economice, Protecția mediului),
- *Analiza opțiunilor*; pe baza variantelor analizate în SF se face o analiză cost eficacitate pentru cel puțin variantele: (1) se continuă situația actuală - fără investiție-dar cu costuri mari de operare, (2) se face o reabilitare parțială, (3) se face o reabilitare totală; acum pot fi analizate și variantele de reabilitare pentru a deduce care este cea mai convenabilă,
- *Analiza financiară*; trebuie determinată performanța financiară a proiectului, pe perioada de referință (de regulă 25-30 ani), pentru variantele apropiate de soluția bună; se stabilește modul de finanțare (din surse proprii, cu cotă parte din buget, cu ajutor UE); se estimează fluxul numerar pentru costuri și venituri și se caută soluția

pentru care fluxul numerar este pozitiv; se verifică profitabilitatea proiectului și sustenabilitatea financiară; aici se poate contoriza faptul că realizarea reabilitării prin metode TT este mai rapidă, deci costurile se vor face pe o perioadă scurtă iar beneficiile apar mai repede și se extind pe o perioadă mai mare de timp,

- *Analiza economică*; trebuie demonstrat că proiectul aduce o contribuție economică pentru colectivitatea localității respective; beneficiile proiectului trebuie să fie mai mari decât costurile implicate; se va lucra cu o rată de actualizare recomandată pentru perioada în care se va reabilita sistemul; se va ține seama de toate implicațiile economice ale momentului (costul forței de muncă mai mult sau mai puțin calificată, de taxe, de variația prețurilor la materialele implicate, variația costului energiei etc),
- *Analiza sensibilității*; trebuie demonstrat că proiectul are o sensivitate mică la eventuale fluctuații a unor parametri economici și financiari; vor fi identificate variabilele critice (o variabilă care prin modificare cu 1% produce o modificare de peste 5% în proiect) și se va estima influența lor asupra proiectului; scenariile pozitive și negative vor arăta care sunt elementele care pot influența negativ proiectul și dacă se poate cum ar putea fi reduse aceste influențe,
- *Analiza riscului*; vor fi evaluate riscurile din cauza cărora proiectul poate avea dificultăți (oprirea proiectului înainte de finalizare, rezultate negative în final, reducerea profitabilității etc); examinarea atentă poate arăta și căile de evitare a acestor riscuri.

Rezultatul analizei trebuie prezentat în indicatori de performanță economică în concordanță cu valorile acceptate perioadei de lucru a proiectului.

4) Influența tipului de material asupra economicității lucrării

Sunt cunoscute, de către toți cei implicați în exploatarea rețelelor de apă și canalizare, a necazurilor pe care le produce intervenția sistematică sau obligată la rețea în caz de avarie. Din această cauză există tendința, firească, de a prevedea la viitoarea reabilitare a unor materiale cu o durată de viață cât mai mare, în speranța că intervențiile viitoare vor fi mai mici și mai rare. Materialele cu durată mare de viață sunt însă mai scumpe și atunci crește costul de investiție. Materialele cu durata de viață mai mică au investiții inițiale mai mici dar aceste investiții trebuie refăcute mai repede deci se poate ca pe total soluția să fie mai scumpă (în special refacerea îmbrăcămînții căii de rulare este scumpă). Care este influența acestor costuri asupra economicității generale a soluției trebuie estimat. Acest lucru se poate face în etapa de analiză cost-beneficiu. Simplificat ideea de bază este marcată în fig. 5.51. Astfel la rețeaua de distribuție este mai bine să prevedem tuburi de fontă ductilă deoarece durata de viață este peste 100 ani dar costul poate fi de peste două ori mai mare decât în cazul folosirii tuburilor din PE, a căror durată de viață este însă de numai 50 ani. La fel și la rețeaua de canalizare; prevederea de tuburi de gresie este mai scumpă decât dacă sunt folosite tuburi de PVC dar durata lor de viață este de cca două ori mai mare.

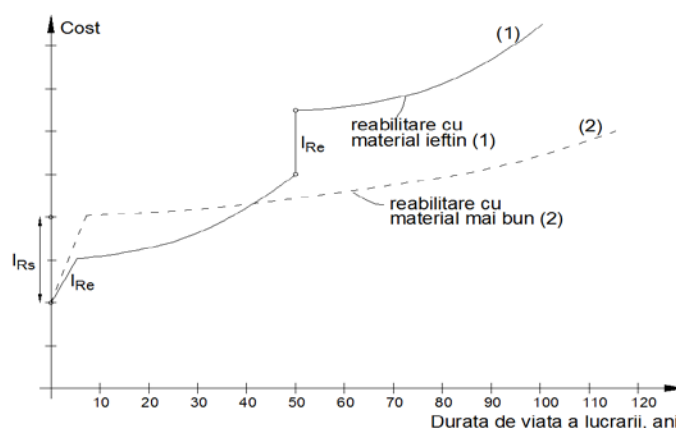


Fig. 5.51. - Influența costului materialului tubular

5) *Care este efectul reabilitării asupra tarifului apei*

Este limpede că tot investind în tuburi, pentru înlocuire sau reabilitare, cineva trebuie să plătească. Și cum consumatorul final este cel care plătește totul problema revine la stabilirea unei soluții care să coste cât mai puțin, sau altfel spus, trebuie adoptată acea soluție care adaugă cel mai puțin la tariful apei oferind avantaje maxime (apă de bună calitate, avarii cât mai puține, întreținere cât mai ușoară, întreruperi cât mai puține etc). Desigur că dacă se compară costurile viitoare, corect contorizate, cu costurile actuale este posibil să se asigure tarife mai mici, față de cele actuale, pe o perioadă de timp (în timp însă crește tariful la energie, apa brută, reactivi, salarii, inflație etc; acest lucru ar trebui să fie inclus în analiza cost-beneficiu).

Această creștere de tarif trebuie cunoscută și aprobată de beneficiar prin mecanismul legal stabilit și să fie suportabilă pentru consumator (în final consumatorul poate plăti un tarif mai mare dar pentru o cantitate mai mică de apă deoarece au fost reduse substanțial pierderile din sistem și pierderea de energie).

6) *Care sunt costurile sociale implicate*

Costurile sociale implicate în reabilitarea conductelor și canalelor nu sunt bine cunoscute și mai ales, nu sunt bine cuantificate nici la noi și nici în lumea tehnică mondială. Preocuparea pentru evaluarea acestora se dezvoltă continuu, deoarece:

- Pot fi deosebit de mari, în special la reabilitarea cu tranșee deschise și pot modifica modul de judecare a costului de investiție al variantelor propuse (prin lipsa de contorizare a acestor costuri, costul în soluția cu tranșee deschise poate fi mai mică),
- Sunt costuri plătite efectiv din alte surse și lipsa lor din balanța soluției tehnice discutate poate fi un factor determinant în departajarea soluțiilor,
- Nu este exclus faptul că în timp o parte din aceste costuri ar trebui returnate către cei păgubiți.

În cele ce urmează vor fi descrise câteva dintre aceste costuri și vor fi făcute trimiteri spre un mod de rezolvare. *Costurile vor fi însă specifice fiecărui proiect, ca tip de lucrare/activitate și intensitate a acesteia.*

- a) *Costul datorat disfuncționalităților din trafic;* are mai multe componente și ele trebuie evaluate cu atenție: (1) costul combustibilului suplimentar datorat reducerii vitezei în zona lucrărilor (benzina în plus este plătită de șoferi sau unități economice); (2) costul întârzierilor datorate vitezei reduse sau întreruperilor periodice ale traficului; (3) costul reparațiilor cauzate de accidente din zona șantierului (pentru mașini de către firmele de asigurări, pentru oameni din bugetul asigurărilor sociale); (4) costul zgomotului care produce disconfort populației din zonă (greu de cuantificat, iar îmbolnăvirile directe și indirecte se decontează de asigurările sociale); (5) costul combustibilului necesar pentru acoperirea traseelor ocolitoare, în cazul unui blocaj important etc;
- b) *Costul datorat limitării accesului la zone comerciale, situri care se vizitează etc;* limitarea se face prin ascunderea de către șantier a acestor zone, prin îngreunarea modului de ajungere în amplasament, prin necesitatea de realizare de lucrări suplimentare pentru compensarea neajunsurilor, din pierderea de timp pentru a ajunge la amplasament, prin eventuale accidente, prin reducerea veniturilor unităților economice păgubite; evaluarea costurilor (activitate complicată) trebuie făcută cu atenție;
- c) *Costul datorat distrugerii căii de rulare, cale de rulare care trebuie refăcută după încheierea lucrărilor;* pot să apară două aspecte importante: (a) calea de rulare, de regulă, nu este refăcută la calitatea de dinaintea lucrării și ca atare vor fi necesare reparații repetate și perturbări multiple ale traficului și după închiderea șantierului și (b) de multe ori cerințele autorității locale sunt mari (pentru a salva bani din alte

- capitole de buget sunt tentate să ceară refacerea integrală a căii de rulare sau executarea ei la parametrii care ar trebui realizați printr-o investiție specializată);
- d) *Distrugeri la rețelele subterane din zonă*, mai ales atunci când acestea sunt puțin cunoscute ca poziție, tip de material, stare fizică; pe lângă dificultățile care pot să apară la beneficiarii acestor rețele vor fi sigur costuri de reparații și la fel de sigur întârzieri în lucrările șantierului de bază;
 - e) *Productivitate redusă pe șantierul de bază din cauza condițiilor restrictive în care se lucrează*; accesul greu al materialelor, poziții deficitare a macaralelor, evacuarea /aducerea pământului din săpătura, distrugerea suplimentară a căilor de transport cauzate de transportul pământului, disfuncționalități produse traficului etc;
 - f) *Deteriorarea condițiilor de mediu*; ambianța veche se distruge și trebuie refăcută, zgomotul pe durata șantierului conduce la disconfort în zonă, praful deteriorează viața normală a locuitorilor, vegetației, producerea de gaze poluante etc; revenirea la starea anterioară poate fi mult mai lungă decât durata șantierului. Remedierea accelerată costă mult și se face din alte fonduri.

Sunt trei idei importante de reținut:

- Costurile sociale sunt cu atât mai mari cu cât șantierul durează mai mult; acest lucru este mai dezavantajos pentru soluția de reabilitare cu săpătură deschisă,
- Pentru o bună evaluare este nevoie de corectitudine în aprecierea lucrărilor,
- Evaluările comparative coordonate cu costurile curente pot furniza costuri specifice corect calculate; acest tip de lucrări nu trebuie subevaluate; după experiența din SUA, unde sistemul de reabilitare TT este foarte dezvoltat, se apreciază că aceste costuri, numite *costuri sociale*, pot atinge 20-25% din costul investiției.

5.9 Metode de control a calității lucrărilor realizate în soluția fără tranșee deschise

Una dintre cele mai complicate probleme legate de reabilitarea conductelor în sistemul TT este verificarea calitatii finale ale lucrărilor. Acest lucru are doua aspecte: (1) din cauza noutății tehnologiei și deci a lipsei de experiență și (2) din cauza complicațiilor care pot surveni ca urmare a unui control insuficient sau în necunoștință de cauză. Totodată nu există stabilită o corelație între calitatea lucrării făcute și comportarea acesteia în timp; cele mai 'vechi' lucrări reabilite la noi în țară au abia 4-5 ani și doar câteva au peste 10 ani, și se referă mai ales la colectoare de canalizare.

În cele ce urmează vor fi făcute unele propuneri de control în limita a ce se cunoaște. Pe măsură ce lucrări importante vor fi puse în aplicare și experiența în funcționarea lor se vor îmbogăți vor putea fi introduse noi metode și condiții legate de verificarea calității lucrărilor executate în sistem TT.

Este important de reținut, *oferta de tehnologie trebuie să conțină și modul de verificare pe parcurs precum și verificarea finală a lucrărilor executate.*

(1) Verificarea calificării ofertantului (executantului lucrării).

Cea mai sigură garanție că lucrarea va fi de bună calitate este oferită de executantul lucrării. Din cauza condițiilor speciale de lucru executantul trebuie să aibă în dotare echipamentul și mașinile adecvate de lucru precum și personalul foarte bine calificat, care cunoaște și respectă disciplina tehnologică. Dacă la aceste condiții se adaugă și verificarea calității materialului introdus în operă atunci se poate conta pe o calitate bună a lucrării. Garanția oferită de executant trebuie să fie bine urmărită iar documentația finală asupra elementelor executate trebuie să fie completă. Seriozitatea executantului trebuie dublata de exigenta beneficiarului în receptionarea lucrării.

Pentru o bună cunoaștere a ofertantului/executantului, ar trebui ca acesta să prezinte:

- Manualul calității; acesta va cuprinde în mod clar organizarea pentru execuție, calificarea personalului, atestat de recunoaștere a calității (certificate), măsurile de securitate și protecția muncii, măsurile de protecție a mediului (inclusiv tratarea noroiului de foraj sau alte fluide folosite în tehnologie etc),

- Lista echipamentelor din dotare,
- Organigrama unității cu menționarea calificării personalului ce va fi implicat,
- Lista de lucrări executate, cu detalii tehnice semnificative,
- Recomandări sau scrisori de apreciere a beneficiarilor lucrărilor executate,
- Disponibilitatea de realizare a lucrării,
- O schemă de abordare a lucrării în curs de licitare, vezi anexa 7.

În Caietele de sarcini vor fi menționate condițiile minimale pentru demonstrarea capabilității tehnologice și financiare a firmei executante. În cazul mai multor firme implicate fiecare va trebui să demonstreze capacitatea, capabilitatea și posibilitatea de lucru în condițiile oferite de lucrarea respectivă.

(2) *Verificarea calității materialelor introduse în lucrare*

Vor fi acceptate numai materialele care au acte de însoțire din care rezultă că sunt adecvate lucrării ce se realizează (conform caietului de sarcini). Executantul certifică faptul că aceste materiale au calitatea necesară pentru a executa lucrarea la care participă. Documentele însoțitoare se înregistrează și se păstrează la beneficiar după recepția lucrării. Atunci când este cazul pot fi convenite încercări prealabile asupra materialelor, a locului de încercare (laboratoare autorizate sau laboratoarele firmei furnizoare); vor fi folosite numai materiale agreate în CE și acceptate de forurile competente ca fiind în concordanță cu calitatea apei transportate. În cazul transportului de apă potabilă materialele vor fi avizate și din punct de vedere sanitar.

(3) *Verificarea condițiilor de lucru*

Beneficiarul trebuie să asigure condițiile minimale de lucru, convenite la început, pe toată durata lucrării. Dacă între timp apar, sau pot apărea modificări, acestea vor trebui stipulate în contract și respectate. Condițiile de lucru se referă la depozitarea materialelor, manipularea materialelor, posibilitatea desfășurării lucrărilor în tehnologia adoptată, lucrul în condiții atmosferice deosebite (trafic, acoperire sau închidere de spații, calamități etc).

Beneficiarul va indica măsurile minime de protecție a muncii pentru personalul propriu, pentru persoanele care au acces în zona de lucru și pentru protecția mediului.

(4) *Condiții prealabile de verificare*

Atunci când tehnologia permite se pot prevedea probe de verificare înaintea punerii tuburilor în operă. Se va verifica aspectul tuburilor, cilindricitatea capetelor, sistemul de marcare a conductelor și calitatea materialului fiecărui lot, grosimea peretelui fiecărui tub; acest lucru este deosebit de important deoarece de cele mai multe ori se lucrează cu tuburi din material plastic (PE, PP etc) pentru care îmbinarea se realizează prin sudare cap la cap; calitatea diferită a materialelor și aplicarea incorectă a tehnologiei de sudare pot conduce la îmbinări defecte care cedează în timpul probelor sau a funcționării; verificarea locului unde sudura a fisurat (pe durata funcționării) poate deveni deosebit de complicată deoarece de cele mai multe ori tuburile sunt în interiorul tubului vechi pe care l-au înlocuit. Reparația poate deveni și mai complicată deoarece depistarea locului fisurii este dificilă și necesită tehnici speciale.

Nu trebuie uitat că tubul este tras în interiorul tubului reabilitat și sudura este solicitată la întindere, uneori la forțe mari (pentru învingerea frecării între tub și pământ). În asemenea cazuri se poate prevedea și o probă de presiune prealabilă, “pe mal”, care se poate face și cu aer comprimat; rezultatele servesc de test dar și ca o confirmare a calității lucrărilor ascunse.

În cazuri speciale, când este posibil, se poate prevedea și îmbinarea cu manșoane, mai bune dar mai scumpe și care nu pot fi acceptate în unele tehnologii TT.

(5) *Condiții normate de verificare*

Pentru fiecare tip de lucrare (curgere cu nivel liber sau curgere sub presiune) vor fi preluate condițiile normate de verificare, condiții date în standarde sau normative în vigoare, astfel:

- a) Pentru conductele funcționând sub presiune se va face **proba de presiune** conform SREN 805/00; proba se va face respectând condițiile de valoare a presiunii maxime, de creștere a presiunii în timp, de scădere a presiunii la evacuarea unui volum controlat de apă etc.
- b) Proba de presiune la vacuum se va face în conformitate cu prevederile SREN 805; Tehnologia nu este foarte uzitată deoarece este nou introdusă; este însă important să fie făcută mai ales la tronsoanele unde tubul nou poate fi adus în starea de colaps din cauza presiunii apei din exterior (când este în interiorul tubului vechi) sau a solicitărilor exterioare (pământ, trafic etc); valoarea presiunii 0,8 bari.
- c) Vor fi prevăzute cazurile în care este acceptabilă și proba de presiune cu aer și condițiile în care se realizează.
- d) În cazul colectoarelor de canalizare pot fi acceptate condițiile pentru proba de etanșitate cerute de SR EN 752. Valoarea presiunii este de maximum 5mCA sau valoarea dată de presiunea apei când nivelul este egal cu cota capacului din căminul aval al tronsonului. *Atenție: căminele trebuie să fie etanșe la fel ca și îmbinarea cu tuburile adiacente.*
- e) Se va aprecia în mod expres dacă este nevoie de executarea unei probe de vacuum și la tuburile reabilite pentru canalizare; acest lucru poate fi cerut la folosirea de tuburi termosensibile sau la aplicarea metodei CIPP când tuburile au dimensiuni mari (peste 800mm); este necesară verificarea posibilității de desprindere a căptușelii la presiune mare a apei exterioare, goliri bruște etc.
- f) În cazul conductelor de refulare, în sistemul de canalizare, pentru procesul de reabilitare cu metode TT, vor fi respectate condițiile cerute pentru conductele sub presiune, v. pct a.
- g) În toate cazurile se face o verificare cu camera CCTV pentru a stabili starea suprafeței conductei reabilite (uniformitate, continuitate, părți umflate etc); rezultatul este document care intră în cartea construcției inclusiv cu observațiile personalului care au analizat pelicula prezentată. Neconformitățile se remediază imediat, când șantierul este încă deschis. La canalizare este rațional să se verifice și panta pe tronsoane.
- h) În cazuri speciale, materiale noi, condiții complicate de lucru, condiții atmosferice dificile etc, vor putea fi prevăzute mijloace speciale de verificare, pe loc sau în prealabil în ateliere specificate.

(6) *Condiții speciale de verificare*

În anumite condiții pot fi dezvoltate lucrări speciale de verificare, precum:

- a) Verificarea ovalității tubului la tehnologiile de relining; este important ca tubul nou să treacă ușor prin tubul vechi; pentru aceasta se folosește un tronson scurt de tub nou (o bucată din tubul ce va servi la reabilitare) și cu ajutorul tehnicii de tragere se trece tubul prin tubul vechi; la tragere se verifică dacă tubul culisează lin (eventual unde sunt blocaje sau ovalizări dincolo de condițiile cerute) iar la scoatere se verifică starea peretelui tubului; dacă apar zgârieturi importante, deformații ale tubului etc înseamnă că tubul vechi nu a fost bine curățat și se reface operațiunea de curățare și spălare,
- b) Verificarea aderenței căptușelii tubului (efectuată prin tub flexibil sau prin tuburi termosensibile); se poate face prin control CCTV și cu personal specializat, la tuburile nevizitabile; la tuburile cu secțiunea vizibilă calitatea se verifică de către personal specializat; se poate practica și “lipirea de elemente prefabricate” pe peretele tubului și după întărirea corpului suplimentar se scoate corpul verificând, prin tragere, dacă se rupe corpul auxiliar sau se desprinde cu o bucată din îmbrăcămintea tubului; în cazuri importante se poate face o asemenea încercare pe stand verificând și forța de smulgere a căptușelii sau ruperea căptușelii din masa ei; condițiile deduse prin încercare vor fi respectate în realizarea lucrării propriu zise.
- c) Proba de vacuum la colectoarele de canalizare atunci când este importantă împingerea apei din exterior.

- d) În cazul cămășuirii folosind straturi de beton așezate peste armătura amplasată lângă perete (beton pus în operă prin torcretare, de obicei) se va verifica întâi starea suprafeței și apoi stabilitatea stratului de protecție prin ciocănire, încercarea de desprindere sau folosind instrumente cu ultrasunete etc.
- e) În cazul aplicării de torcret folosind rășină specială sau alte materiale (ciment, vopsea specială, poliuretan etc) se va face o verificare la desprindere folosind sisteme improvizate (v. pct. b) sau se va face o verificare cu camera CCTV; analizând starea suprafeței un tehnician bine pregătit poate aprecia calitatea aderenței stratului de protecție. Cu cât stratul de protecție este mai subțire cu atât calitatea suprafeței pe care s-a aplicat este mai importantă.
- f) Controlul grosimii stratului de protecție. Se poate face cu mijloace standard sau utilizând echipamente existente. Principiul de lucru poate fi electric- se verifică scânteia produsă la trecerea unui conductor electric încărcat la peste 100-1000V (poate fi o perie special construită) sau un dispozitiv ce funcționează cu ultrasunete. Interpretarea rezultatelor se face de către un operator autorizat și familiarizat cu tehnologia și materialele respective; concluzia servește la refacerea lucrării (când este cazul) și se arhivează în cartea construcției (când lucrarea este calitativ bună). Eventualele reparații sunt menționate în documentele arhivate.
- g) În toate cazurile se va ține seama de prezența construcțiilor auxiliare; atunci când este cazul (la canalizare) se va ține seama de modul de îmbinare între cămine și colector și se va verifica și starea căminelor (dacă acestea au fost reabilite).
- h) Soluția pentru refacerea bransamentelor și racordurilor va fi stabilită de executant și agreeată de beneficiar încă de la început. Cu această ocazie se va stabili și modul de verificare a execuției legăturii efective dintre bransament și conducta de transport.

Toate rezultatele inspecției de control vor fi păstrate ca ‘element zero’ de comparație și control în timp a modului de funcționare a acestui tip de lucrări; periodic vor trebui verificate condițiile de existență sau elemente auxiliare cu care se vor face corelări.

Astfel după recepția lucrării sau ca o condiție de recepție, se face măsurarea pierderilor de apă din conductă, cu ajutorul mijloacelor curent folosite. Aceste rezultate vor fi comparate cu cele obținute la proba de presiune și vor fi considerate ca un element etalon pentru verificări viitoare. Se va putea stabili valabilitatea garanției date lucrării dar și viteza de deteriorare în timp, măsurată prin creșterea pierderilor de apă. Metoda de măsurare a pierderii de apă se va stabili funcție de tipul de conductă, de presiunea de lucru, de tipul materialului conductei și dotarea existentă.

Deoarece nu avem date de control, reabilitarea în sistem TT fiind abia la început, este importantă acțiunea de urmărire a comportării acestor tipuri de lucrări. Deși durata de viață este practic egală cu durata de viață a unei conducte nou construite în sistem clasic (tranchee deschisă) modul de comportare ar trebui să fie diferit; conducta poate fi mai protejată, rezistența mecanică poate fi mai bună, conducta funcționează într-un amplasament vechi, stabilizat în timp etc; toate observațiile făcute trebuie centralizate și generalizate, în limita posibilităților.

(7) Soluții pentru realizarea și controlul bransamentelor

Realizarea bransamentelor, pe conductele rețelei de distribuție, este o operațiune care are multe implicații:

- Se face relativ greu și etanșeitatea sistemului poate fi compromisă (una dintre condițiile de reabilitare este reducerea pierderilor de apă, pierderi care în rețelele actuale de distribuție se face, în proporție de 70-80%, prin bransamente),
- Soluția de realizare a bransamentelor, mai ales numărul acestora, poate duce la o selecție specială a tehnologiei de reabilitare a tuburilor;
- Dificultățile de realizare pot întârzia mult finalizarea lucrării prin lungirea duratei de execuție, unul dintre cele mai importante avantaje ale sistemului TT; trebuie semnalat faptul că aplicarea soluției de reabilitare conduce automat la eliminarea

bransamentelor ilegale dar nu exclude posibilitatea reluării lor după aceea; executarea unor bransamente ilegale poate avea consecințe mult mai mari deoarece îngreunează detecția locului unde se produce pierderea de apă și poate scumpi mult reparația,

- Necesitatea remedierii lucrărilor de bransare poate compromite chiar ideea de reabilitare TT.
- La un număr mare de bransamente pe conductă se poate gândi chiar o soluție de bransare colectivă (o singură legătură la conducta de transport și distribuție ulterioară la diferiții beneficiari). În acest fel se simplifică tehnologia de reabilitare.

Funcție de tipul de reabilitare pot fi gândite diferite moduri de realizare a bransamentelor, astfel:

- La conductele realizate prin soluția "*pipe bursting*" se poate face o priză cu colier direct pe conducta reabilitată; rămâne în activitate o singură conductă, conducta nouă, deci problemele devin mai simple; refacerea se face prin săpătură deschisă,
- La conductele realizate prin metoda "*swagelining*", sau tub cu memorie termică, trebuie luate măsuri suplimentare; dacă nu există soluție specializată pentru bransamente (frezare interioară, sistem special de etanșare etc) atunci este de preferat ca la desfacerea bransamentului vechi (lucrare în săpătură deschisă) să se taie și un tronson din conducta existentă astfel ca în aceea secțiune să rămână după reabilitare numai conducta nouă; pe această conductă se poate aplica manșonul obișnuit de priză,
- La conductele realizate prin "*cămășuire cu rășină pe suport textil*" (CIPP), soluția depinde de rigiditatea conductei nou obținute; dacă noua conductă este rigidă se poate folosi manșonul metalic de priză, cu garnitură de cauciuc deoarece se poate strânge bine peste conducta veche; garnitura împiedică exfiltrarea de apă din conducta; este preferabil să se facă probe prelabile de bransamente;
- La conductele realizate cu metoda "*sliplining*" (diametre mai mici decât diametrul vechi) trebuie apelat la metoda tăierii prelabile a conductei vechi, în dreptul viitorului bransament; atenție realizarea unui bransament nou, într-o secțiune neprecizată la început, poate fi un risc important în deteriorarea conductei noi; trebuie decisă o soluție asupra etanșării capetelor conductei vechi în vecinătatea colierului,
- La metoda cu "*foraj dirijat*" (HDD) bransamentul se poate face folosind colierul rapid de bransare,

Se recomandă ca după terminarea bransării să se facă o inspecție cu camera CCTV; eventualele deficiențe vor fi remediate înainte de dare în funcțiune; proba finală va fi făcută cu ocazia punerii sub presiune și probării conductei. În cazuri mai complicate (bransamente dese) se poate prevedea o probă dublă: pentru conducta fără bransamente și pentru conducta cu bransamente, bransamentele fiind închise cu robinetii de concesiune și secțiunea de lucrare liberă (vizibilă). Se poate vedea direct comportarea fiecărui bransament deoarece conectarea este făcută în șanț deschis.

(8) Soluții pentru executarea și verificarea racordurilor de canalizare

Soluțiile pentru realizarea racordurilor și verificarea lor sunt mai puține și au rezolvări constructive bune, cum ar fi:

- (1) Cu forare interioară și piesă de etanșare. Se aplică la colectoare de diametru mic; se execută cu freza specializată și ghidată cu sistemul de reperare, se introduce piesa specială dinspre interior, având rășina atașată, și se blochează cu o "piuliță specializată" din exterior; etanșarea este bună; se verifică în interior cu CCTV iar în exterior se verifică la proba de etanșeitate/presiune, fig. 5.52.

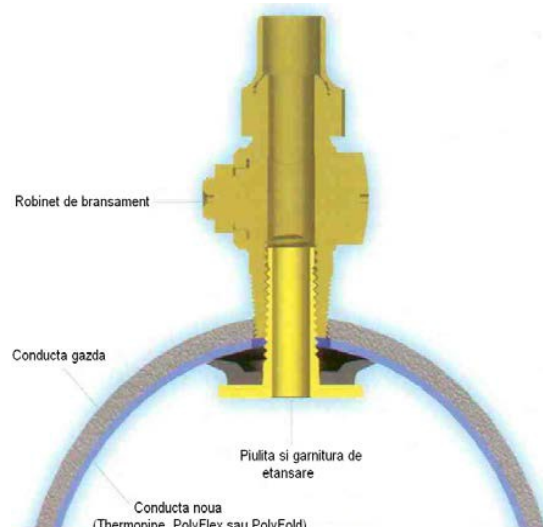


Fig. 5.52. - Racordare prin interiorul colectorului

- (2) Cu piesă specială de introdus în golul din conducta. Se practică la colectoarele cu diametru mai mare; se poate fora din exterior, se introduce piesa prefabricată care are și garnitura de etansare și se poate continua racordul; pentru o buna asezare pe tub piesa de etansare trebuie sa fie confectionata pentru diametrul colectorului vechi la care se foloseste, fig. 5.53.



Fig. 5.53. – Racordarea, cu piesă prefabricată, din exterior

5.10 Căi de stabilire a eficienței lucrărilor de reabilitare

Reabilitarea, care de regulă ar trebui să fie rezultatul analizei de re tehnologizare a sistemului de alimentare cu apă (pierderi mari de apă și energie, reducerea importantă a debitelor necesare etc), este o inițiativă de mare anvergură. Ca atare deținătorul investiției sau operatorul regional, trebuie să aibă motive bine fundamentate pentru a apela la un asemenea proiect.

Justificarea fundamentală a adoptării proiectului ar trebui să fie axată pe trei coordonate principale:

- Reducerea costurilor de operare, în scopul reducerii tarifului (dacă se poate) prin reducerea pierderilor de apă și energie, economisirea resurselor de apă, reducerea costurilor de reparații etc,
- Creșterea standardului de asigurare a serviciului de alimentare cu apă (reducerea numărului de opriri accidentale, asigurarea constantă a calității apei, asigurarea presiunii de funcționare pentru toate cazurile luate în considerare). Acest lucru se concretizează în reducerea numărului de reclamații, creșterea gradului de încredere în calitatea serviciului etc.

- Protecția mediului și conservarea resurselor de apă bună prin colectarea apei uzate și epurarea acesteia la nivelul necesar, reducerea cerinței de apă, reducerea consumului de energie.

a) *Folosirea prețului de producție ca metodă de apreciere*

Desigur că trebuie făcută o comparație între cele două situații limită:

- Situația actuală, care costă mult și oferă servicii de slabă calitate, și
- Situația din viitorul apropiat când sistemul va funcționa în noii parametri asigurați de reabilitarea lucrărilor.

Pentru a ține seama de toți factorii implicați se poate recurge la compararea variației tarifului apei livrate în perioada care decurge după adoptarea momentului în care se dorește reabilitarea. În fig 5.54 sunt trasate calitativ curbele în cele două situații menționate (a) fără reabilitarea sistemului și (b) cu reabilitarea (și re tehnologizarea) sistemului.

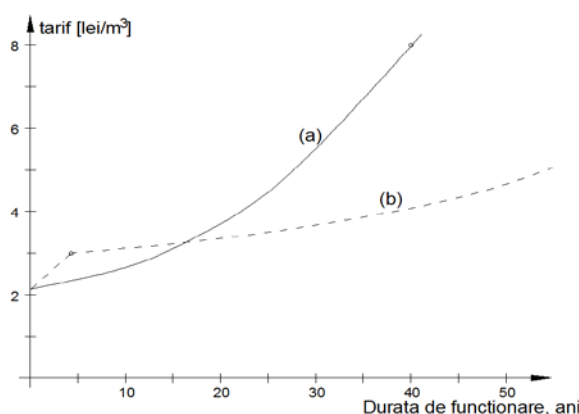


Fig. 5.54. - Reprezentarea comparativă a tarifului apei furnizate

În varianta existentă acum în exploatare și care și-a consumat o importantă parte din durata de viață, se poate constata că prețul real de furnizare al apei către consumator (se poate lucra și cu tariful apei dacă furnizorul de apă va urmări să încaseze toate sumele cheltuite pentru asigurarea funcționării sistemului) va crește continuu, deoarece:

- Crește costul apei brute prelevate din sursa naturală, continuu sau la câțiva ani,
- Costul de tratare al apei va crește deoarece va crește volumul de apă cumpărată din cauza pierderilor de apă care cresc continuu, dar și a cantităților de reactivi utilizați,
- Crește consumul de energie din cauza creșterii tarifului la energie (se produce multă energie din surse neregenerabile iar energia hidro are resurse limitate), utilajele care folosesc energia se învechesc continuu și eficiența lor scade, sistemul în sine cere mai multă energie deoarece îmbătrânește, iar pierderea de apă va crește în timp (la expirarea duratei de viață pierderea ar trebui să fie totală dacă nu sunt luate măsuri compensatorii),
- Cresc cheltuielile cu reparațiile; dacă nu se fac reparații la împlinirea duratei de viață costurile ar trebui să ajungă aproximativ la nivelulul unei investiții noi în sistem,
- Cresc salariile personalului de exploatare deoarece trebuie compensată inflația și trebuie să crească nivelul de trai în societate și deci și pentru lucrătorii din sistem; dacă alte componente nu funcționează bine impozitele ar trebui să crească deci și salariile,
- Calitatea serviciului este deficitară și acest lucru se vede din numărul reclamațiilor care vor crește continuu.

După o relație simplă prețul de producere al apei rezultă din împărțirea tuturor cheltuielilor făcute cu exploatarea sistemului la volumul de apă furnizat locuitorilor, în cazul apei potabile și la volumul de apă evacuat în cazul canalizării, pe durata unui an.

$$P_{pa} = \text{costuri totale/ volum de apa furnizată, lei/m}^3,$$

$$P_{pc} = \text{cheltuieli totale/ volum de apă evacuată, lei/m}^3$$

Prețul de producere al apei va continua să crească până la epuizarea resurselor sistemului caz în care trebuie găsită o soluție de continuare a furnizării de apă; în paranteză fie spus dacă se așteaptă până atunci lucrurile vor putea cu greu să fie rezolvate din cauza lipsei fondurilor (furnizorul de apă nu are acumulare iar împrumutul poate fi costisitor; durata de reabilitare va fi obligatorie). Investiția tot va apărea dar se va face într-o situație dezavantajoasă pentru sistem și mai ales pentru utilizatorii apei.

Dacă se abordează preventiv problema și se decide reabilitarea sistemului, jocul costurilor poate fi total diferit, astfel:

- Costul apei brute se va reduce deoarece se reduce volumul de apă pierdută din sistem și deci va fi cumpărată mai puțină apă din sursă; apa rămasă în sursă va putea fi folosită pentru alte folosințe (energetice, irigații etc),
- Costul energiei necesare va fi mai redus deoarece se va pompa mai puțină apă,
- Costul tratării va fi mai redus deoarece se tratează mai puțină apă (creșterea de cost a reactivilor va influența dar proporțional cu volumul de apă; se presupune că este reabilitată și stația de tratare și deci eficiența va crește, reducându-se costurile),
- Salariile vor crește valoric dar numărul de personal va scădea; pe ansamblu este posibil să crească salariile ca urmare a creșterii calificării personalului care exploatează o investiție mai prețioasă,
- Calitatea serviciului ar trebui să crească deoarece se face o exploatare cu control automat (sistem SCADA adecvat) în care controlul presiunii și calității pot fi făcute eficient; va crește costul investiției de reabilitare și echipamentul va trebui înlocuit la intervale relativ mici (10-15 ani) din cauza uzurii dar și a progresului tehnologic,
- Vor apărea costuri de investiție legate de reabilitare (inclusiv dobânzile necesare); problema influenței este dată de modul în care se face amortizarea acesteia; dacă se consideră că amortizarea se face pe noua durată de viață atunci influența este relativ mică, deoarece durata poate depăși 50 ani; dacă însă se reduce perioada de amortizare atunci influența costurilor de investiție poate fi mai mare.

Din jocul acestor valori se poate constata că în timp ce tariful apei în soluția nereabilitată crește continuu, tariful apei în soluția reabilitată are un salt la început după care începe să scadă spre sfârșitul perioadei de viață a noilor materiale.

Perioada în care tariful soluției de reabilitare este mai mic decât al soluției existente poate servi pentru acumulări în vederea dezvoltării sau se poate reduce tariful de livrare al apei către consumatori.

Cândva, în timp, problema va trebui reluată deoarece și soluția cu lucrări reabilite își epuizează capacitatea de lucru. Din cauza creșterii costurilor generale tariful va crește continuu.

b) *Folosirea calității serviciului ca bază de apreciere.*

Creșterea standardului de calitate al furnizării apei se poate aplica dar depinde esențial de calitatea datelor de bază colectate în timp. Cum în acest domeniu situația este destul de precară va fi greu de abordat o asemenea cale; este complicat de făcut propuneri realiste legate de îmbunătățirea serviciului dacă la bază nu există o prelucrare statistică a unor date existente. Chiar dacă pot fi ipoteze asupra creșterii siguranței în funcțiune (și aceasta depinde de calitatea datelor înregistrate în timp) este complicat de estimat modul de reacție al sistemului nereabilitat.

La sistemul reabilitat se poate sconta pe faptul că sistemul se va comporta ca unul nou asupra căruia pot fi introduse restricții bune de funcționare încă din perioada de concepție; noua soluție este gândită funcție de realizările recente în domeniu; estimările sunt mult mai apropiate de ce ar trebui să fie.

c) *Folosirea indicatorilor de calitate ca metodă de apreciere*

- *Indicatorul general al pierderilor de apă, ILI.*

Atunci când fondurile necesare pentru reabilitare sunt obținute de la bănci sau din fonduri externe este obligatorie respectarea indicatorilor stabiliți de Banca Mondială. Valorile date garantează investirea cu eficiență a banilor și o măsură de control pentru beneficiarul lucrărilor dar și o garanție că banca de la care sunt împrumutați banii îi va primi înapoi. Valorile de control sunt date în tabelul 5.2.

Indicatorul de control este valoarea ILI (Infrastructure Leakage Index), indicatorul pierderilor de apă. Acesta reprezintă raportul dintre cantitatea de apă pierdută anual din sistem (CARL) și cantitatea de apă tehnic acceptată ce se poate pierde anual din sistem (UARL). Valoarea ILI este calculată cu formula

$$ILI = CARL / UARL$$

Cantitatea totală de apă pierdută din sistem se deduce prin bilanțul anual al apei (din care ar trebui scăzută cantitatea de apă folosită pentru scopuri controlate dar neplătită direct). Cantitatea de apă ce poate fi pierdută și acceptată ca rațională (reducerea acesteia la valori mai mici, prin metode constructive etc ar costa mult peste limita normală), deci o pierdere tehnic admisibilă, se poate estima după diferite formule care au apărut în timp. Formula de bază este dată de către IWA; această formulă conține lungimea rețelei, lungimea și numărul de branșamente și o pierdere specifică admisibilă (ale cărei valori nu sunt specifice rețelelor noastre, deoarece nu le-am măsurat direct); termenul care multiplică aceste valori este presiunea medie în rețea; determinarea acestei presiuni trebuie făcută cu atenție deoarece poate avea influență mare.

$$UARL = (18 L_m + 0,8 N_c + 25 L_p) \cdot p \quad (l/zi),$$

unde:

L_m = lungimea cumulată a conductelor de transport, km

N_c = numărul total de branșamente,

L_p = lungimea totală a branșamentelor, lungimea particulară, până la contor, km

p = presiunea medie în rețea, mCA

Tabel 5.2. Valori de control pentru indicatorul ILI pentru cuantificarea performanței rețelei

Domeniul	Valori ILI pentru țări dezvoltate	Valori ILI pentru țări în curs de dezvoltare	Precizări legate de performanța sistemului
A	< 2,0	<4,0	Reducerea în continuare a pierderilor este neeconomică; trebuie făcut un calcul de cost efectiv a pierderilor de apă.
B	2,0-4,0	4,0-8,0	Posibilități de reducere a pierderilor de apă prin controlul presiunii, o mai bună întreținere, măsuri active de control.
C	4,0-8,0	8,0-16,0	Management slab al sistemului; tolerabil numai dacă sursa de apă are apă suficientă, ieftină și cu riscuri mici de folosire; sunt necesare măsuri de control a pierderilor de apă, după analize concrete; problema poate fi complicată dacă energia înglobată în apă are valoare mare.
D	>8,0	>16,0	Sistem în stare foarte proastă de funcționare; măsurile de reducere a pierderilor de apă sunt foarte necesare.

Unele calcule făcute, pentru mai multe sisteme de alimentare cu apă din țară, la care pierderea de apă (general exprimată) atinge și 50% au arătat valori ale indicelui ILI de ordinul 10-300, cu mult peste valoarea limită dată în tabel, care poate fi de ordinul 4-8. În țările dezvoltate,

unde sistemele sunt exploatate rațional, iar folosirea apei se realizează îngrijit, aceste valori se situează în limite mult mai mici, 1 până la 4.

Pentru a avea o măsură mai directă de control au fost precizate și valori limită pentru pierderea la branșament deoarece s-a constatat că cea mai mare cantitate de apă se pierde prin branșamente (partea comună până la contorul de apă). Valorile sunt date în tabelul 5.3.

Tabel 5.3. Valoarea pierderii reale de apă la branșament (l/zi. branșament) funcție de presiunea medie în rețea și de nivelul economic al indicelui ILI.

Nivel de dezvoltare		ILI	Pm =10m	Pm=20m	Pm=30m	Pm=40m	Pm=50m
Țări dezvoltate	A	1-2		<50	<75	<100	<125
	B	2-4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4-8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	>8		>200	>300	>400	>500
Țări în curs de dezvoltare	A	1-4	<50	<100	<150	<200	<250
	B	4-8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8-16	200-400	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	>16	>400	>400	>600	>800	>1000

Notă: semnificația notațiilor A, B, C, D este cea din tabelul 5.2

Folosirea acestor valori este indirectă; se face reabilitarea care este considerată necesară și în final sunt evaluate valorile indicelui ILI pentru fiecare variantă. Varianta cu cele mai bune aprecieri intră în competiție. Se înțelege că aceste valori pot fi și mai mici dacă se demonstrează că tariful apei rezultat din calcul este suportabil pentru populația implicată direct.

Și aici poate interveni eficient cunoașterea valorilor pierderilor medii prin branșamente; se poate vedea încă o dată influența valorii presiunii de funcționare a rețelei.

- *Nivelul economic al pierderilor,*

Dacă variantele analizate sunt transformate valoric atunci se poate marca varianta cu cele mai reduse costuri de investiție. Costul total al acțiunilor de reducere a pierderilor de apă (în care sunt incluse costurile tuturor acțiunilor implicate) se poate obține prin sumarea costurilor necesare pentru reducerea pierderilor și costul apei pierdute. De aici se mai poate trage și concluzia că nivelul economic al pierderilor nu este o dată universal valabilă; el depine de sistem dar și de evoluția costurilor implicate, costuri care în timp vor crește în ritm propriu.

- *Indicele economic al pierderii de apă – ELI (Economic Leakage Index)*

Pentru o evaluare mai rapidă a nivelului pierderilor și costurilor implicate au fost realizate cercetări destul de amănunțite. S-a putut conchide că se poate evalua un nivel economic al pierderilor dacă se determină doi coeficienți specifici:

LI care exprimă pierderea specifică de apă și se calculează cu formula

$$LI = NRW/3600, \text{ și}$$

EI un indicator care depinde de condițiile concrete de funcționare a rețelei, dificultățile de obținere a apei (tratare complicată), consumul de energie necesar, restricții în folosirea sursei etc. Valorile propuse sunt:

EI=1,5 pentru un sistem unde apa se tratează în două trepte iar apa este pompată la minimum 50m,

EI =1,0 pentru un sistem unde apa se tratează în maximum două trepte și se transportă gravitațional sau este numai dezinfectată și se pompează în sistem,

EI=0,5 când apa este tratată numai prin dezinfectare și este transportată gravitațional (unul dintre cele mai favorabile sisteme).

Cercetari detaliate și concrete vor arăta cum trebuie aplicat acest indicator în condițiile țării noastre.

Pentru cazuri particulare nu este exclusă posibilitatea obținerii de alți indicatori specifici.

- *Valoarea infiltrației specifice de apă în rețeaua de canalizare*

Există formulări care dau valoarea infiltrației specifice de apă în rețeaua de canalizare, formulări realizate de companii care au fost obligate direct să controleze calitatea apei supusă procesului de epurare; după datele din literatura tehnică valorile sunt:

$Q_{INF} = 25 \text{ dm}^3/\text{m} \cdot \text{zi}$, pentru un colector cu diametrul 1,0m , amplasat în teren uscat, și

$Q_{INF} = 50 \text{ dm}^3/\text{m} \cdot \text{zi}$, pentru un colector cu diametrul 1,0m, amplasat sub nivelul apei subterane.

Cu cât infiltrația în colector este mai mare (în special pe la îmbinările învechite și prin cămine cu inelele nerostuite) cu atât stația de epurare va funcționa mai defectuos, deoarece:

- Crește debitul de apă brută și acest lucru deteriorează balanța de substanță activă în bazinele de aerare (de regulă),
- Se reduce timpul de trecere prin obiectele stației lucru care reduce valoarea gradului de epurare; aducerea la valorile prestabilite însemnează un efort energetic sau și de reactivi,
- Se supune epurării un volum mai mare de apă cu un consum energetic mai mare,
- Se reduce capacitatea disponibilă pentru epurarea de noi cantități de apă efectiv uzată.

Din păcate nu sunt măsurători proprii asupra volumului de apă infiltrată după cum nu sunt valori nici asupra debitului de apă uzată transportat prin canalizare. Măsurătorile asupra regimului de curgere al apei sunt greu de făcut dar vor trebui făcute.

Când operatorul lucrărilor de canalizare va fi obligat să recurgă la reabilitare va trebui să efectueze măsurători pentru a putea stabili eficiența și nivelul de creștere necesar.

5.11 Strategia de reabilitare a conductelor și canalelor

Multe din lucrările executate acum peste 50 ani au ajuns la limita de performanță din cauză că:

- Materialele au îmbătrânit și în multe secțiuni rezistența mecanică s-a redus sub limita de funcționare normală; sarcina suportată a crescut prin creșterea traficului și a greutateii vehiculelor de transport,
- Exigențele față de funcționarea acestor conducte și canale s-a schimbat în timp; condițiile sanitare au devenit mult mai exigente din cauză că a crescut densitatea populației și calitatea vieții,
- Influența apei și mediului, din interiorul și exteriorul tuburilor, a influențat atât de mult încât nu se mai poate asigura calitatea apei adusă sau evacuată din spațiul locuit,
- Sistemele de alimentare cu apă și de canalizare au ajuns să funcționeze într-o piață concurențială, cu resurse din ce în ce mai mici și deci trebuie să se supună regulilor economiei de piață.
- Sistemele s-au dezvoltat mult și pentru o conducere performantă este nevoie de folosirea mijloacelor informatice, astăzi posibilă; informatizarea unui sistem cu funcționare deficitară este foarte complicată și costisitoare.

A sosit deci momentul ca ambele sisteme, de alimentare cu apă potabilă și de canalizare ape uzate orășenești, să fie reanalizate, ca performanțe de funcționare și performanțe economice și să se stabilească noi direcții de dezvoltare, ținând seama de faptul că:

- Au fost realizate Master Planurile la nivel județean și sunt definite noile elemente pentru dezvoltarea regională a sistemelor,
- Au fost realizate Planurile Bazinale de Gospodărire cantitativă și calitativă a apei; în aceste planuri folosirea rațională a resurselor, în perspectiva modificărilor importante care sunt așteptate din punct de vedere climateric, este elementul de bază,
- Au fost definitivare condițiile de calitate pentru apa potabilă (Legea 458/02 republicată în 2011) și Legea Apelor 107/96, cu completările ulterioare. Asigurarea unei calități, cel puțin bună, a corpurilor de apă a devenit obligatorie,
- A fost dezvoltată instituția Operatorilor Regionali (cel puțin la nivel județean) pentru exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și a celor de canalizare; această organizare, realizată sub gândirea generală de îmbunătățire radicală a performanțelor de funcționare tehnologice și economice (rentabilizarea funcționării pentru etapa de perspectivă) trebuie să corespundă cerințelor economiei de piață dezvoltată în zona europeană.
- Efortul pentru completarea lucrărilor necesare pentru cuprinderea într-o structură generală pe toți locuitorii țării până în anul 2018, în ce privește alimentarea cu apă și canalizarea (în special epurarea apelor uzate) impune ca gospodărirea resurselor să fie bine structurată.

Este momentul deci să se elaboreze o strategie generală pentru începerea reabilitării rețelelor de alimentare cu apă (a căror lungime depășește 65000 km de conducte) și a rețelelor de canalizare (cu lungimea de peste 21000 km) ca fiind cele mai dezvoltate obiecte ale celor două sisteme hidroedilitare și care funcționează în condițiile cele mai grele de exploatare (presiune variabilă, încărcare mecanică variabilă). Desigur ca o *retehnologizare generală* a celor două sisteme este de imaginat astfel încât ansamblul să funcționeze la parametri de bună calitate.

Elementele de baza care ar trebui sa stea la baza strategiei de reabilitare ar trebui sa fie:

- Cunoașterea completă și reală a dotării existente; folosirea mijloacelor moderne de stocare a informațiilor (GIS, GPS etc) ar trebui folosite, sub coordonarea autorității locale; releveul dotărilor edilitare este obligatoriu,
- Cunoașterea prevederilor celor două planuri, Master Planul și Planul de gospodărire bazinală, și legătura directă cu dotarea existentă,
- Cunoașterea tendinței de creștere a populației și strategiei de dezvoltare a activității economice din zonă,
- Cunoașterea sau stabilirea unei stragii de dezvoltare zonală pentru a putea cunoaște numărul populației, tipurile de industrie și activități sociale, de turism etc din zona în vederea stabilirii efortului investițional pentru dotări edilitare,
- Dezvoltarea urbanistică generală pentru fiecare localitate inclusiv dotările necesare.
- Strategia bine gândită și odată definitivată trebuie urmarită în vederea realizării complete.

Toate aceste elemente trebuie organizate gospodărește și cu folosirea rațională a efortului populației având în vedere că în final toate aceste amenajări vor fi plătite din producția celor implicați în rezolvarea acestei dezvoltări.

Dezvoltarea fiecărei rețele de distribuție sau de canalizare se face în cadrul strategic general dar în condiții specifice legate strict de amplasament, condiții topografice, resurse bănești etc.

Adoptarea unei soluții generale trebuie făcută în conformitate cu exigențele economice dar ținând seama și de durabilitatea sistemului; intervențiile la sistem trebuie făcute cât mai rar din cauza complicațiilor de realizare.

O gândire rațională trebuie să se supună regulii generale ca la creșterea exigenței asupra calității serviciului costurile economice nu trebuie să fie exagerate. O concretizare a acestei idei este data în fig 5.55.

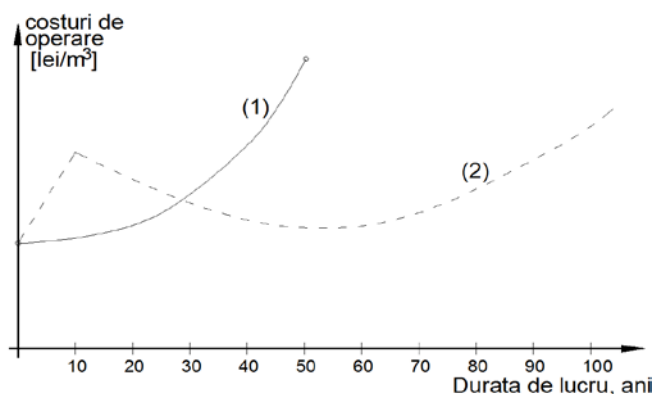


Fig. 5.55. -Variația costurilor de operare a serviciilor de apă și canalizare

Curba 1 marchează creșterea costurilor de operare ca urmare a creșterii volumului de apă transportat, din cauza pierderilor care cresc continuu, a creșterii costului energiei, a costului reparațiilor etc, dacă sistemul este lăsat să funcționeze fără reabilitare sau chiar retehnologizare.

Curba 2 arată jocul costurilor în cazul în care se face reabilitarea: cresc la început costurile din cauza investiției, care poate fi importantă, dar apoi costurile scad ca urmare a funcționării mult mai performante a sistemului. Curba poate avea forme diferite funcție de ritmul de reabilitare, care va fi mult mai intens la început, funcție de strategia generală de dezvoltare a sistemului, funcție de modul în care vor fi disponibilizate resurse bănești adecvate. O atitudine de neconcordanță în abordarea dezvoltării poate duce la costuri mari pentru servicii proaste calitativ.

Rezultă încă o dată că strategia trebuie bine fundamentată și păstrată ca direcție generală de dezvoltare. Mai rezultă că strategia este o problemă specifică fiecărui operator al serviciilor de apă și de canalizare. Realizarea strategiei presupune asigurarea de fonduri, o execuție de calitate și personal calificat pentru exploatarea noilor dotări.

Toate aceste elemente sunt subordonate dezvoltării generale a localității și societății deoarece serviciul de apă și canalizare este un serviciu care este plătit de către populație.

5.12 Indicatori de performanță

Aprecierea rapidă și corectă a performanțelor de funcționare a unui sistem de alimentare cu apă sau a unui sistem de canalizare, sau a unor părți din aceste sisteme, se face prin indicatori de performanță. Aceștia pot fi mai simpli sau mai complicați, se pot referi strict la aspecte tehnice sau economice, de personal etc, dar pot fi și de natură complexă. Indicatorii generali trebuie să prindă în componență elemente prin care să se poată stabili nivelul realizat în funcționare și să permită o comparație cu servicii similare. Compararea unor indicatori cu cei realizați în alte servicii similare este de natură să arate până unde se poate ajunge, care sunt influențele unor moduri specifice de organizare, care este direcția de dezvoltare, care sunt costurile de atingere a unor asemenea performanțe, care sunt beneficiile pentru consumatori.

Cunoașterea indicatorilor de performanță are și aspecte sociale importante; se poate investi în sistem astfel încât calitatea serviciului să fie foarte ridicată (pierderi zero, calitate bună a apei tot timpul, inundații din canalizare inexistente etc) dar costul unui asemenea serviciu este mare; el poate deveni greu de suportat pentru o mare parte a populației și devine nesustenabil pentru furnizorul de servicii (pentru care gospodărirea sistemului este totuși o afacere); în final lucrurile încep să decadă până la un nivel suportabil atât pentru furnizor cât și pentru populație.

Indicatorii de performanță sunt stabiliți pentru sistemul aflat în funcțiune dar pot fi și prestabiliți pentru sisteme care trebuie să fie reabilite sau pot fi conținuți în contractul de concesiune sau contractul de furnizare ca elemente cu praguri peste care activitatea devine penalizabilă.

Problema indicatorilor de performanță a format obiectul preocupărilor Asociației Internaționale a Apei (IWA); în anul 2000 a fost publicată prima listă a acestor indicatori;

clasificarea indicatorilor (peste 130 ca număr) era făcută pe domenii de activitate: tehnic, economic, personal de exploatare etc.

În cele ce urmează vor fi menționate câteva dintre aceste grupe de indicatori, iar în paranteză vor fi date valori între care se pot situa aceștia; desigur că pot fi și valori în afara acestor limite; aceste limite îl vor ajuta pe cel care abordează pentru prima oară acest domeniu să fie sigur că a determinat bine acel indicator.

5.12.1 Indicatori specifici utilizabili direct în reabilitarea rețelei

- **Pentru rețeaua de apă potabilă:**

- *lungimea specifică a rețelei de distribuție*; **m/loc**; raportul dintre lungimea conductelor simple și numărul de locuitori asigurați cu apă; în localități urbane are valori de 1,5-3 m/loc iar în zone rurale are valori de 3-10 m/loc,
- *numărul specific de branșamente*, **nr/km**; se calculează ca raportul dintre numărul de branșamente și lungimea rețelei; este important în alegerea metodei de reabilitare; la un număr mic de branșamente, (2-3/100 m) metoda poate fi aleasă în funcție de eficiența generală dar la branșamente dese, peste 20/ km, metoda de reabilitare trebuie să țină seama de acest element; pe suprafața localității este posibil ca densitatea branșamentelor să fie diferită (număr mic de branșamente mari acolo unde rețeaua alimentează cu apă locuințe tip bloc și densitate mult mai mare în zone cu locuințe individuale; desigur că există o limită de la care lungimea rețelei nu mai este rațională (case mult prea dispersate),
- *Volumul anual de apă introdus în rețea*, **m³/an**; dă o imagine asupra mărimii sistemului dar servește și ca element de bază în determinarea volumului pierderilor de apă din sistem; valorile pot fi de ordinul 100 – 700000 m³/zi,
- *Volumul anual al pierderilor de apă din sistem*, **m³/an**; în formularea IWA este numită și NRW (Non Revenue Water) sau apa care nu este facturată deci nu aduce venituri; este toată apa care iese din sistem înainte de a fi folosită în scopul pentru care a fost adusă în sistem; valorile pot fi de ordinul 10-60% din volumul de apă introdus în sistem; valoarea procentuală nu trebuie absolutizată ci trebuie luat în considerare volumul efectiv de apă pierdută (50% la un sistem care aduce 100 m³/zi, reprezintă 25 m³/zi și este cu totul altceva dacă se compară cu un sistem la care se pierde 10% dintr-un volum de 500000 m³/zi, adică 50000 m³/zi); valori sub 10% sunt greu de obținut și pot fi luate în considerare la sisteme cu rețea nouă sau complet reabilitată; în lume sunt semnalate rețele cu 5% pierdere de apă; se calculează ca diferența între volumul de apă introdus în rețea și volumul de apă facturat,
- *Consumul specific de apă*, **l/om.zi**; se calculează ca raportul dintre volumul de apă facturată și numărul de consumatori; se poate defalca pe consum menajer/casnic și alte consumuri, sau se poate calcula ca valoare medie de referință; 50-200 l/om.zi,
- *Gradul de contorizare*, **%**; calculat ca raportul dintre numărul de contoare pe branșamente și numărul total de branșamente; valorile pot fi de ordinul 20-100%,
- *Consumul specific de energie*, **kWh/m³**, reprezintă efortul energetic pentru aducerea apei la robinetul utilizatorului de apă; se poate estima numai pentru consumul energetic în rețea sau în tot sistemul; valorile uzuale pot fi de 0,3-1,5 kWh/m³; cazurile care au valori în afara acestor limite sunt relativ rare (pompare multiplă, rețele complicate, transport gravitațional al apei);
- *Numărul de avarii în rețea*, **nr/km.an**; se calculează ca raportul dintre numărul total de avarii reparate sau nu) în decursul unui an și lungimea rețelei; este important deoarece la un număr de reparații se poate stabili reabilitarea întregului tronson de conductă; o decizie corectă se poate lua atunci când suma dintre valoarea reparațiilor și costul apei pierdute este mai mare decât costul pentru refacerea integrală a

conductei; depinde de valoarea presiunii în rețea - la presiunii mici pierderea este mai mică,

- *Perioada de remediere a avariilor* sau timpul mediu între detectarea avariei și remedierea propriu zisă, **ore**; perioada de remediere este funcție de presiunea din sistem și mărimea conductei afectate; pierderea de apă este importantă dar și întreruperea furnizării apei poate duce la neplăceri pentru o serie de servicii; valorile pot fi de ordinul 6-72 ore;
- *Numărul probelor de apă neconforme*, **nr/an** sau **%**; numărul de probe cu rezultat valoric sub/peste limita legală raportat la numărul total de probe pentru care valoarea minimă este reglementată; valorile nu pot depăși câteva procente; la un număr prestabilit se poate declanșa procedura de spălare-dezinfectare sau reabilitare, dacă indicatorul neconform este datorat defecțiunilor din rețea,
- *Numărul de ore fără presiune în rețea*, **ore/an** sau **%**; se calculează ca raportul dintre numărul de ore fără presiune în rețea și numărul total de ore dintr-un an-8760; valorile depind de starea pompelor, starea rețelei de alimentare cu energie, clima, starea rețelei, mărimea presiunii etc; în mod curent nu poate depăși 50 ore/an, în tranșe care sunt limitate funcție de mărimea localității,
- *Populația afectată de lipsa de presiune*, **nr loc.** sau **%**; se poate determina populația afectată de numărul maxim de ore de întrerupere sau pe durate diferite de timp în care apa lipsește,
- *Numărul de sesizări ale populației asupra pierderilor de apă*, **nr/an**; arată gradul de cointerese al populației asupra modului în care se distribuie apa; sunt cazuri, în lume, când populația este stimulată bănește pentru raportarea pierderilor deoarece apa este mult prea prețioasă și probabil că s-a dovedit că sistemul este mai ieftin decât un sistem tehnic adecvat coordonat de furnizorul de apă,
- *Lungimea de rețea reabilitată anual*; **km/an**; este raportul dintre numărul de km de rețea reabilitată și lungimea totală a rețelei,
- *Populația racordată la rețea*, **%**; numărul de locuitori racordați la rețeaua de apă; actualmente raportul este de ordinul 10-95%.
- *Numărul de locuitori racordați la ambele sisteme (apă și canalizare)*, **%**; numărul de locuitori care beneficiază de ambele servicii; valori curente, 0-70%.

- **Pentru rețeaua de canalizare**

- *Lungimea specifică a rețelei de canalizare*, **m/loc**; rezultă din raportarea lungimii totale a rețelei de canalizare la numărul de locuitori a căror locuințe sunt racordate la rețeaua de canalizare; valorile sunt mici în localitățile urbane (2-4 m/loc, în special la localitățile cu multe blocuri) și mult mai mari în localitățile rurale, 5-15 m/loc.
- *Lungimea specifică a rețelei de canalizare ape uzate menajere*, **m/loc**; poate avea valori de 2-10 m/loc funcție de tipul localității și organizarea stradală.
- *Numărul de racorduri la rețeaua de canalizare*, **nr/km**; rezultă din raportarea numărului de racorduri la lungimea rețelei de canalizare ape uzate menajere și asimilate; valori curente depind de tipul caselor; valori mici la localități cu blocuri (5-10 /km) și valori mari la localități rurale (10- 30/ km),
- *Consumul specific de energie*, **kWh/m³**; raportul dintre consumul de energie necesar la pomparea apei în rețea și volumul de apă transportat; valorile pot fi zero la rețele total gravitaționale și 0,5 kWh/m³ la rețele cu multe stații de pompare sau funcționând cu vacuum; mărimea debitului și relieful terenului sunt factorii determinanți.
- *Numărul de intervenții pe rețea*, **nr/km.an**; numărul de intervenții, planificate sau nu, necesare pentru spălarea rețelei, deblocarea unor secțiuni, repararea unor avarii etc; depinde de tipul rețelei, de modul de întreținere, de vechimea rețelei,

- dimensiunea colectoarelor, tipul de material, vechimea colectoarelor, de civilizația populației etc; în medie pot fi 0-3 intervenții anuale pe fiecare km de rețea.
- *Gradul de disconfort* dat de rețea din cauza proastei funcționări (înfundări, miros pe stradă etc); se poate raporta la lungimea de rețea (**% din lungime rețea**) sau la suprafața afectată (% din total suprafața canalizată); nu există valori raportate,
 - *Gradul de racordare la rețeaua de canalizare menajeră, %*; raportul dintre populația efectiv racordată la rețeaua de canalizare și populația totală a localității; valorile curente pot fi, zero - 90%,
 - *Ritmul de dezvoltare a rețelei de canalizare, km/an*; este lungimea de rețea nou construită anual; valori curente 0-5 km/an.
 - *Ritmul de reabilitare a rețelei, km/an sau %*; lungimea de rețea reabilitată anual; acum este sub 0,5%.

5.12.2 Indicatori specifici de calitate ai serviciului

- **Pentru rețeaua de alimentare cu apă potabilă.**

- *Numărul de reclamații ale populației legat de calitatea serviciului, nr/ 1000 loc*; arată aprecierea cetățenilor utilizatori de apă față de modul de asigurare a așteptărilor lor; nu sunt date statistice concrete; se poate stabili o limita concreta, în funcție de condițiile locale.
- *Suportabilitatea costului apei* pentru utilizator, arată aprecierea față de calitatea serviciului dar și faptul că furnizorul de apă poate colecta contravaloarea serviciului care îi permite să continue activitatea; valorile sunt specifice unei localități; valorile generale sunt de ordinul 2-4% din venitul populației.
- *Viteza de rezolvare a reclamațiilor* utilizatorilor de apă arată disponibilitatea și interesul furnizorului de apă în creșterea gradului de încredere al populației în calitatea serviciului; număr de zile, ca valoare medie; curent 2-7 zile după gravitatea conținutului reclamației.
- *Viteza de inspectare a rețelei de distribuție, km/an*; ar trebui ca cel mult la doi ani toată rețeaua să fie inspectată în vederea depistării pierderilor de apă.
- *Procentul de apă livrată fără contorizare, %*; raportul dintre apa vândută fără contorizare (paușal, prin contracte directe etc) și apa vândută după măsurare prin contor.
- *Folosirea capacității sistemului, %*; arată gradul de folosire al dotării existente; valoarea poate fi de 50-80% funcție de situația în care s-a dezvoltat sistemul (cu industrie înglobată în oraș, cu reducere masivă a consumului pentru populație etc).
- *Mărimea zonei (populației) influențată de o avarie în rețea, %*; suprafața din localitate (raportată la suprafața totală de localitate acoperită de serviciul de apă) pe care sunt probleme curente legate de calitatea apei sau de asigurarea presiunii. Este o valoare care depinde de situația locală; arată sensibilitatea rețelei.

- **Pentru rețeaua de canalizare**

- *Creșterea capacității de transport* ca urmare a reabilitării, %; raportul dintre debitul nou transportat și debitul vechi transportat; nu sunt valori raportate dar se poate estima o creștere de 20-30%; este importantă reducerea numărului de inundații, sau a suprafețelor inundate, la ploi mari,
- *Reducerea numărului de intervenții la rețea* ca urmare a reabilitării, **nr/km.an**,
- *Creșterea gradului de racordare* ca urmare a creșterii debitului ce poate fi transportat, %,
- *Reducerea numărului de cazuri în care canalizarea "refulează" pe străzile localității, nr/an*;

- *Reducerea numărului de zile în care apa stagnează pe străzi* producând greutate în trafic, nr.zile/an.

5.12.3 Indicatori economici

- *Tariful apei potabile, lei/m³*; se calculează ca raport între costurile totale de exploatare a sistemului și volumul de apă efectiv vândută (apa facturată, contorizată sau nu); rezultă că sunt cuprinse și costurile care acoperă pierderile de apă, motiv de reabilitare a sistemului; tariful actual în țară este de ordinul 2-8 lei/m³; depinde de alcătuirea sistemului, starea sistemului și managementul general,
- *Tariful apei de canalizare (total rețea și epurare), lei/m³*; rezultă ca un raport între totalul costurilor de operare a sistemului și volumul de apă evacuată din sistem; valorile curente pot fi de ordinul 1,5-5 lei/m³ funcție de volumul de apă, energia de pompare, modul de epurare, situația sistemului,
- *Costul lucrărilor de intervenție* pentru controlul pierderilor din sistem, **lei/an**; la o lucrare nouă sau reabilitată acest cost nu trebuie să depășească 5% din costul lucrărilor de investiție; executarea și corecta recepție a lucrărilor sunt căi pentru reducerea acestor costuri,
- *Costul forței de muncă implicate în operare, lei /an sau %* din costul de operare; costul poate fi mare atunci când sistemul este deficitar și efortul pentru funcționarea lui este mare, cu implicarea unui personal numeros și nu foarte bine plătit; costul se poate reduce dar nu mult deoarece prin supravegherea modernă, SCADA, personalul se reduce numeric dar trebuie să crească salariul deoarece personalul trebuie să fie mult mai bine calificat; la o conducere automată consecințele incompetenței asupra funcționării pot fi mult mai mari,
- *Productivitatea personalului de exploatare, lei/an.om*; raportul dintre valoarea producției anuale și numărul de personal; valoare specific locală.
- *Premierea furnizorilor de apă* care reușesc să se înscrie în condițiile de calitate, mai ales pentru apa uzată epurată (asigură o apă epurată mai bună decât cerințele avizului de mediu); efortul făcut de unii operatori compensează deficiențele altora (lipsa de reabilitare, investiții, performanțe etc); dacă la evacuarea unei ape mai proaste calitativ furnizorul este penalizat, pentru evacuarea unei ape mai bune ar trebui recompensat.

5.12.4 Indicatori generali de comparație a calității serviciului

- **Pentru rețeaua de apă potabilă**

- *Indicele general al pierderilor de apă , ILI* (Infrastructure Leakage Index), definit ca raportul dintre pierdere reală totală de apă din sistem și pierdere admisibilă de apă atunci când au fost luate măsuri economice de reducere a acestora; este un raport cu valori cuprinse între 1 (pentru rețele excelente) și 500 (pentru rețele aflate în stare foarte proastă de funcționare); după cum a rezultat din capitolul precedent pentru ca rețeaua să fie rațională în funcționare ar trebui ca valoarea indicelui ILI să fie sub 16; este un indicator folosit pentru compararea calității serviciilor între orice tip de rețea de la oricare sistem de alimentare cu apă din lume; evaluarea ar trebui să se facă folosind valori de referință măsurate/determinate de noi, valori pe care nu le avem, încă.
- *Indicele economic al pierderilor de apă, ELI* (Economic Leakage Index) reprezintă costul măsurilor pentru aducerea pierderilor de apă în limite economice; funcție de caracteristicile sistemului se poate stabili o limită sub care creșterea costurilor de reducere a pierderilor de apă nu mai este rațională; această limită este specifică fiecărui sistem.

- **Pentru rețeaua de canalizare**

- *Influența rețelei asupra modului de funcționare a stației de epurare;* curgerea proastă a apei uzate conduce la depuneri de material grosier, depuneri care pot fermenta aerob și produce necazuri în localitate (miros, blocări de secțiune cu efect asupra reducerii capacității de transport, pierderi de apă, infiltrații în rețea etc); fermentarea poate reduce încărcarea organică intrată în stația de epurare cu 10-20%.
- *Infiltrația de apă în rețeaua de canalizare, l/km.Dn;* valorile curent menționate, de ordinul 25-50 l/zi.m pentru un tub cu diametrul de 1m; valorile ar trebui măsurate efectiv și pentru rețelele noastre.

Fluxul tehnologic de reabilitare a conductelor și canalelor în soluția cu tranșee deschise

- a) *Tehnologia normală de înlocuire a unei conducte de apă* se face cu lucrări auxiliare complicate; o parte dintre ele sunt marcate pe figura A1. Aceasta presupune o succesiune de operațiuni, pentru care ordinea firească este următoarea:
- Anunțarea locuitorilor implicați că se vor face lucrări la rețeaua de apă; bine este ca anunțul de începere și finalizare a lucrărilor să fie respectat,
 - Delimitarea locului implicat în realizarea lucrărilor prin elemente de avertizare, vizibile și eficiente,
 - Lucrări de protecția muncii,
 - Construirea a două conducte provizorii, pe ambele părți ale străzii, conducte protejate care vor asigura cu apă pe locuitorii brânșiți la conducta care se înlocuiește; iarna aceste conducte sunt greu de întreținut,
 - Legarea conductelor provizorii, cu vane de izolare, la rețeaua de distribuție care rămâne în funcțiune pe durata scoaterii din funcțiune a conductei care se înlocuiește,
 - Punerea conductelor provizorii în funcțiune; dacă pe conductă vor fi și hidranți pot fi mutați și aceștia, sau cu avizul ISU se va găsi o soluție alternativă,
 - Desfacerea bransamentelor fiecărei locuințe și legarea la noile conducte provizorii; legarea este supraterană ca și conductele provizorii; cu această ocazie sunt descoperite și bransamentele ilegale,
 - Punerea în funcțiune a bransamentelor (după ce conductele provizorii au fost spălate),
 - Executarea lucrărilor necesare pentru înlocuirea conductei care implică saparea tranșei, sprijinirea malurilor, tăierea și îndepărtarea conductei vechi din rețea, aducerea conductei noi și așezarea pe amplasament (diametrul conductei poate fi diferit de cel vechi și va fi în concordanță cu funcționarea rețelei de distribuție în viitor), legarea la rețeaua în funcțiune, proba de presiune, spălarea și dezinfectarea conductei, realizarea umpluturii cu excepția locașului bransamentelor,
 - Desfacerea bransamentelor de la conductele provizorii și legarea la noua conductă, cu punerea în funcțiune succesivă a acestora,
 - Dezafectarea conductelor provizorii,
 - Finisarea lucrărilor de terasament și a căii de rulare.

Dacă pe stradă există două conducte de alimentare cu apă (pe ambele părți, sau artera și conducta de serviciu) problema poate fi mai simplă dar poate dura mai mult, lucrându-se alternativ pe fiecare parte a străzii.

Dacă pe strada se poate construi o conductă nouă, lângă conducta existentă, atunci se poate construi conducta și aduce bransamentele noi într-o singură etapă (conducta veche rămâne în funcțiune până la intrarea în funcțiune a conductei noi).

În cazul implementării altei soluții vor fi adoptate măsurile necesare care să asigure apă la toți beneficiarii conform cerințelor normate, până la alimentarea individuală a fiecărui utilizator (conform cerințelor legale în vigoare-legea serviciilor de alimentare cu apă și canalizare, legile 51/06 și 241/06 și OUG 13/08, Ordin ANRSC 90/07 Contractul cadru de furnizare/prestare a serviciilor de alimentare cu apă și canalizare).

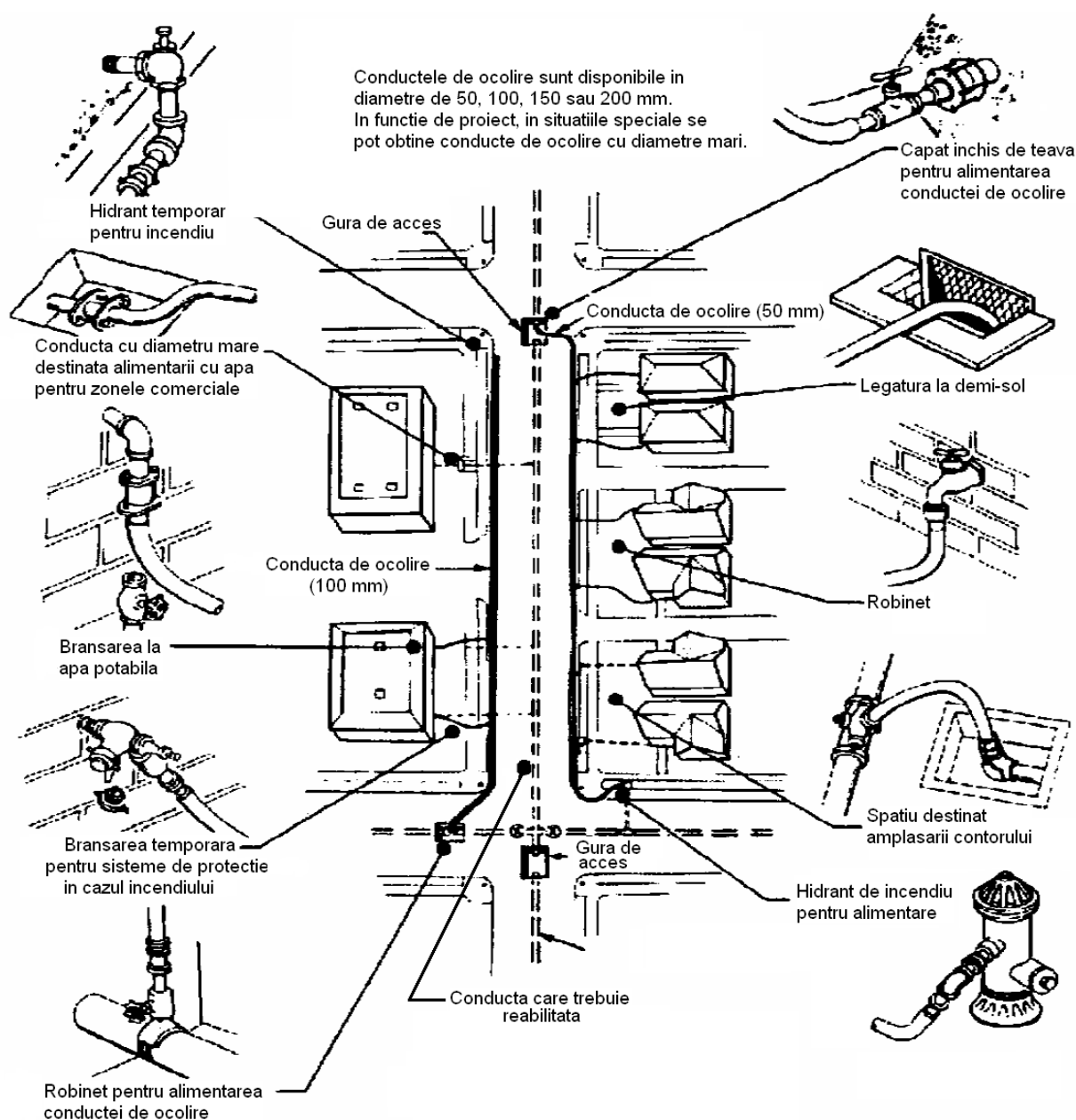


Fig A.1 Schema lucrărilor provizorii necesare la înlocuirea unei conducte de alimentare cu apă în sistem clasic (cu tranșee deschisă)

Se poate vedea că toate aceste lucrări necesită timp (uneori săptămâni sau chiar luni bune), sunt lucrări “murdare” și nu se pot face decât pe vreme relativ bună. Au însă avantajul că nu se întrerupe alimentarea cu apă din zona decât pe perioade limitate de timp.

b) *Înlocuirea unui tronson vechi de colector de canalizare*, în soluția clasică, poate fi chiar mai neplăcută. Lucrările necesare sunt următoarele:

- Anunțarea locuitorilor din zonă și marcarea zonei afectate,
- Organizarea devierii apelor uzate care ajung în secțiunea amonte a tronsonului de canalizare afectat; de regulă se face o pompare provizorie; totdeauna scoaterea apei uzate din canalizare se face cel puțin cu producerea de mirosuri neplăcute; durata de pompare se menține până la darea în funcțiune a elementului nou de colector; de cele mai multe ori tronsoanele amonte sunt puse sub presiune și funcționarea poate avea de suferit; în cazuri speciale se poate executa un colector paralel cu funcționare provizorie,

- Realizarea unui tronson rezistent de conductă pentru evacuarea apei uzate blocate în căminul amonte al tronsonului ce se reface; conducta trebuie amplasată în loc convenabil (să nu încurce lucrările) și să fie rezistentă la eventualele șocuri din timpul lucrărilor; în nici-un caz nu se recomandă transportul apei uzate pe rigola liberă a străzii din cauza aspectului și mirosului deplorabil (mai ales vara când începe o descompunere aerobă a substanțelor organice din apă) cât și a riscului mare de îmbolnăvire a oamenilor și animalelor,
- Dacă pe tronsonul respectiv sunt locuințe cu restituirea de apă uzată atunci se vor realiza colectoare provizorii (pe o parte sau ambele părți ale străzii) unde vor fi racordate provizoriu aceste locuințe; funcționarea racordurilor va fi mai complicată deoarece au partea aval înneacă; consumatorii vor fi preveniți; dacă locuințele au subsoluri cu apă atunci vor fi aplicate soluții speciale, cu pompare,
- Realizarea săpăturii cu toate restricțiile necesare; conducta provizorie poate rămâne sub depozitul de pământ rezultat din săpătură (dacă este convenabil) dacă nu, pământul este transportat în afara zonei lucrării și este readus ulterior,
- Dacă pe traseul colectorului sunt și guri de scurgere acestea vor fi desființate, cu neplăcerile legate de inexistența lor,
- Scoaterea tronsonului vechi și cercetarea cauzelor care au dus la avarierea lui. Rezultatul este trecut în cartea construcției; este o fază foarte importantă pentru stabilirea unor corelații cu alți parametri, mai ușor de văzut și care să permită aprecierea strategiei generale de reabilitare în viitor,
- Înlocuirea cu un tronson nou de canalizare, din materiale noi, performante, legarea la căminele de capăt (existente, refăcute sau reparate), proba de etanșeitate,
- Refacerea racordurilor, când este cazul,
- Refacerea îmbrăcămînții străzii cel puțin la starea inițială (ar trebui să fie mai bună).

Situația alimentării cu apă potabilă în România la sfârșitul anului 2010

Situația statistică a alimentării cu apă potabilă în România la sfârșitul anului 2010 /INS/

Nr	Județ	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*
1	Alba	58	11	47	1205	636	24,4	8,1	23,1	94,6	0,17
2	Arad	69	10	59	2153	177	16,8	12,1	15,1	89,8	0,25
3	Argeș	79	7	72	2862	947	20,0	18,3	19,5	77,8	0,26
4	Bacău	74	8	66	1583	771	18,5	13,5	17,8	96,3	0,12
5	Bihor	87	10	77	2495	987	19,8	14,6	18,3	92,6	0,28
6	Bistrița N	42	4	38	976	461	11,9	6,6	9,5	79,9	0,19
7	Botoșani	49	7	42	785	430	7,0	5,0	6,8	98,2	0,21
8	Brașov	50	10	40	1876	942	31,3	23,9	19,4	62,1	0,32
9	Brăila	39	4	35	1342	614	13,3	9,2	10,7	80,5	0,15
10	Buzău	68	5	63	1712	400	13,6	10,9	11,1	81,7	0,18
11	Caraș Severin	46	8	38	911	463	11,7	7,7	8,0	68,9	0,12
12	Călărași	45	5	40	1068	237	8,8	7,1	7,2	82,6	0,14
13	Cluj Napoca	75	6	69	2501	1000	48,8	37,3	45,5	93,3	0,40
14	Constanța	69	12	57	2742	1298	42,7	29,4	40,7	95,3	1,16
15	Covasna	30	5	25	549	249	8,0	5,3	6,0	74,4	0,1
16	Dâmbovița	61	7	54	1560	301	11,7	7,8	9,6	81,9	0,15
17	Dolj	55	7	48	1647	794	46,1	33,9	45,9	99,6	0,47
18	Galați	54	4	50	1873	661	22,7	17,2	22,0	96,9	0,41
19	Giurgiu	18	3	15	441	181	4,6	3,5	3,7	81,5	0,07
20	Gorj	51	9	42	1524	551	14,0	10,0	10,3	73,5	0,09
21	Harghita	53	9	44	1209	394	11,3	7,8	8,3	72,9	0,12
22	Hunedoara	41	14	27	1435	908	19,4	14,6	16,4	84,9	0,35
23	Ialomița	54	7	47	1263	394	8,8	6,7	5,6	63	0,08
24	Iași	59	5	54	1403	878	43,5	24,7	42,8	98,4	0,38
25	Ilfov	28	8	20	578	231	6,4	5,3	5,1	80,3	0,05
26	Maramureș	64	13	51	1802	703	17,8	12,5	13,5	75,9	0,15
27	Mehedinți	42	5	37	766	292	9,2	7,7	4,9	53,2	0,09
28	Mureș	77	11	66	1696	841	18,6	12,5	18,5	100	0,26
29	Neamț	50	5	45	1190	453	12,3	9,1	10,8	87,7	0,20
30	Olt	58	8	50	1130	419	12,8	10,7	12,5	97,9	0,13
31	Prahova	83	14	69	2849	1280	28,7	20,9	22,7	79	0,22
32	Satu Mare	50	6	44	1161	370	9,7	7,3	8,6	88,8	0,1
33	Sălaj	51	4	47	1021	246	7,3	5,2	5,2	70,7	0,09
34	Sibiu	30	10	20	1092	718	29,7	23,1	17,5	58,8	0,40
35	Suceava	47	14	33	1056	659	13,9	8,3	11,8	84,6	0,24
36	Teleorman	33	5	28	869	334	9,0	7,7	5,6	61,5	0,11
37	Timiș	88	10	78	2817	1071	34,2	25,8	31,6	92,4	0,30
38	Tulcea	51	5	46	1437	313	8,6	7,2	7,8	97	0,14
39	Vaslui	56	5	51	986	492	15,4	6,2	6,6	77,1	0,14
40	Vâlcea	56	11	45	1674	553	15,4	8,6	14,4	93,5	0,25
41	Vrancea	61	5	56	1612	336	10,5	9,0	7,2	68,6	0,06
42	București	1	1	-	2239	2239	289	167	260	90,2	1,50
		2252	317	1935	63094	27226	1024	689	887	86,7	10,6

Note: *

1-cod- 4758- Localități cu sisteme de alimentare cu apă

2-cod-4759-municipii și orașe cu alimentare cu apă,

3-cod -5702-comune cu alimentare cu apă,

4- cod- 4760- lungimea totală a rețelei de distribuție, valori rotunjite, km

5- cod -4761-lungimea rețelelor de distribuție în mediul urban, km

6- cod- 4762- cantitatea de apă distribuită, mil.m³/an, valori rotunjite

7-cod-4763- cantitatea de apă distribuită pentru uz casnic, valori rotunjite, mil m³

8-cod -4820- apă distribuită, conotrizată, mil m³, valori rotunjite

9-cod 4820- ponderea apei distribuite prin contorizare, %

10- cod 4883-capacitatea de producție a sistemului, mil m³ /zi, valori rotunjite

Numărul codului este cel dat de Institutul Național de Statistică.

Situația rețelei de distribuție a apei potabile în localități urbane, la sfârșitul anului 2008

Nr	Localitate	Lungime rețea, km	Pierdere de apă, %	Observații
1	Tg Mureș	236		Oțel>74,3%
2	Brad	29,9	43	Oțel>40%; 40% >40 ani
3	Călan	42	64	Oțel, Azbo 32%;
4	Geogiu	36	32	Oțel 59%
5	Hațeg	33,3	63	Oțel, Azbo 14%
6	Hunedoara	228	21	Oțel 91%
7	Simeria	66	9	Oțel 47%
8	Bistrița N	700		46% oțel, Azbo
9	Caraș Severin (8 orașe)	390	31,5	Oțel, Azbo 56%, 25% >60 ani
10	Buzău	174,6		Oțel,Azbo 82%
11	Tn Severin	196	49	Oțel, azbo 71%; 45%>40 ani
12	Rm Vâlcea	220	32-45	PE 90% !
13	Onești	110	54	Oțel,azbo 70%, toată>40ani
14	Focșani	96	10,2	41% oțel, azbo
15	Odobești	29	74	Oțel 71,4%
16	Adjud	23,5	7	Oțel, azbo 100%
17	Panciu	44,3		Oțel 52%
18	Alexandria	162		98% oțel, azbo; 35%>40ani
19	Tn Măgurele	55	26	63% oțel, azbo
20	Roșiori Vede	49,2	26	20%> 40 ani
21	Zimnicea	32	26	100% oțel, azbo
22	Videle	15,2	26	100% oțel, azbo
23	Piatra Neamț	17,7	54	62% oțel, azbo; 24%> 40 ani
24	Bicaz	34	54	24%>40 ani
25	Săvinești	12,2	54	
26	Slatina	126	16,6	Oțel 68%
27	Piatra Olt	4,4	9,1	PE nouă
28	Scornicești	9,9	5	PE nouă
29	Drăgănești Olt		5,5	
30	Potcoava	0,99	20	Oțel>30 ani
31	Giurgiu	205	44	Oțel 41%; 28%>40 ani
32	Bolintin Vale	6,8	23	100% oțel,>30 ani
33	Mihăilești	3,4	31	Oțel 41%
34	Sibiu	496	55,8	Oțel, azbo 16%
35	Câmpulung Muscel	227,6	35	55%>40 ani
36	Pașcani	96,1	35	Oțel, azbo 43%
37	Baia Mare	293	33	Oțel, azbo 76%
38	Iași	628		42% fonta, 21 % oțel și azbo
39	Blaj	196		PE-169 km
40	Călărași	57		Oțel, azbo 48%; 35% >40ani
41	Alba Iulia	288	33	91 km înlocuiți
42	Aiud	58,5	33	
43	Abrud	12,8	33	
44	Baia de Arieș	8,1	33	
45	Câmpeni	17,8	33	
46	Cugir	46,1	33	
47	Ocna Mureș	45,2	33	
48	Teiuș	26	33	
49	Ocna Mureș	45,2	33	

50	Craiova	407		50% oțel, zbo
51	Cluj Napoca	562		25% oțel
52	Oradea	529		56% oțel, azbo
53	Constanța	549		68% oțel
54	Târgoviște	69,5		60% oțel
55	Botoșani	286		73% oțel
56	Ploiești	601		77%
57	Reșița	145 km (1998)		47 km în 1960, 98 km în 1975.
58	Bacău	203,59		

9281,88 km

NOTE:

- 1) Contorizarea încă destul de redusă din care cauză bilanțul apei este greu de făcut.
- 2) Controlul presiunii în rețea se face foarte puțin, manual, din care cauză pierderile de apă sunt mari.
- 3) Lipsa vanelor performante în rețea, multe vechi; reparațiile se fac uneori sub presiune.
- 4) Avarii numeroase din cauza creșterii tonajului mașinilor față de adâncimea de pozare și calitatea materialului.
- 5) La tuburile din PREMO durata reparațiilor este foarte lungă, poate depăși 30 ore; lucrul este grav la aducțiuni când întreruperea apei se face pentru toată localitatea.
- 6) Lipsesc cu desăvârșire sistemele de aerisire pe conducte; evacuarea aerului se face prin branșamente.
- 7) Hidranții sunt de slabă calitate și repararea lor se face cu întreruperea apei pe rețea din cauza că hidranții nu sunt izolați cu vane.
- 8) Există o proporție însemnată de conducte din oțel și Azbociment; oțelul de regulă nu este protejat iar azbocimentul trebuie înlocuit conform Directivei Europene. Sunt orașe cu rețea numai din conducte de oțel sau și Azbociment.
- 9) O proporție mare din lungimea rețelelor cu vechime mare, peste 40 ani.
- 10) Sunt încă localități unde nu se asigură apa 24 ore/zi.
- 11) Rețeaua este acuzată de multe neconformități ale calității apei furnizate.

Situația generală a dezvoltării canalizării în România în 2012/INS/

Nr	Județul	Populație racordată la canalizare	Total populație, locuitori	Populație racordată la canalizare, %
1	Cluj	622 247	692 339	89,90
2	București	1 730 009	1 944 451	89,00
3	Brăila	303 770	359 119	84,60
4	Brașov	436 750	598 208	73,00
5	Hunedoara	337 218	463 102	72,80
6	Prahova	592 356	814 689	72,70
7	Constanța	509 968	723 696	70,50
8	Sibiu	292 240	424 796	68,80
9	Timiș	467 062	678 795	68,80
10	Tulcea	155 393	246 785	63,00
11	Argeș	382 753	640 484	59,80
12	Arad	264 406	455 477	58,10
13	Mureș	327 247	580 672	56,40
14	Galați	341 625	609 398	56,10
15	Bihor	311 555	592 957	52,60
16	Alba	195 200	373 134	52,30
17	Mehedinți	152 131	292 231	52,10
18	Caraș Severin	166 548	322 060	51,70
19	Iași	423 335	824 780	51,30
20	Satu Mare	187 078	364 597	51,30
21	Harghita	158 895	325 127	48,90
22	Buzău	228 797	481 694	47,50
23	Dolj	334 601	704 436	47,50
24	Gorj	176 846	376 916	46,90
25	Ialomița	133 836	287 678	46,50
26	Maramureș	230 888	511 093	45,20
27	Neamț	254 199	563 392	45,10
28	Bisrită Năsăud	142 096	317 316	44,80
29	Vrancea	174 416	390 526	44,70
30	Vâlcea	180 246	407 431	44,20
31	Bacău	305 039	716 260	42,90
32	Călărași	133 527	312 697	42,70
33	Dâmbovița	215 035	530 332	40,60
34	Sălaj	97 603	241 417	40,40
35	Covasna	89 047	222 481	40,00
36	Botoșani	169 506	448 749	37,80
37	Olt	149 267	465 019	32,10
38	Vaslui	135 203	451 106	30,20
39	Giurgiu	77 323	280 959	27,50
40	Suceava	183 582	708 109	25,90
41	Teleorman	99 165	400 431	24,80
42	Ilfov	62 003	317 247	19,50

NOTE: În multe localități sunt dezvoltate sisteme locale de canalizare (fose septice, etc).

Anexa 5

Situația lucrărilor de canalizare în România la sfârșitul anului 2010 /INS/

Nr	Județ	1**	2**	3**	4**	5**	6**	7**	8**	9**	10**
1	Alba	17	11	6	443	133039	66414	66625	145025	133474	11551
2	Arad	28	10	18	660	150436	14259	136177	155912	150446	5466
3	Argeș	21	7	14	878	260439	5321	255118	262210	261019	1191
4	Bacău	46	8	38	583	237119	51453	185666	239207	237119	2088
5	Bihor	23	10	13	1000	247366	19665	227701	249648	247366	2282
6	Bistrița	14	4	10	428	91345	11725	79620	92385	91345	1040
7	Botoșani	15	7	8	228	125915	5286	120629	133015	125915	7100
8	Brașov	22	10	12	742	337022	37366	299656	407726	337022	70704
9	Brăila	51	4	1	308	4080	4080	-	183950	4080	179870
10	Buzău	12	5	7	276	165753	5811	159942	165753	165753	-
11	Caraș Severin	24	8	16	364	82093	61451	20642	131485	82093	49392
12	Călărași	6	4	2	171	65767	65767	-	66389	65767	572
13	Cluj Napoca	38	6	32	904	425529	122947	302582	425529	425529	-
14	Constanța	33	12	21	1185	458555	33919	424636	490373	484670	5703
15	Covasna	20	5	15	214	78722	6578	72144	79498	78722	776
16	Dâmbovița	12	6	6	256	103401	1799	101602	103401	103401	-
17	Dolj	8	6	2	565	260200	240000	20200	271966	260200	11766
18	Galați	19	4	15	635	22002	3822	18180	293389	22002	271387
19	Giurgiu	3	3	-	176	52657	52657	-	52657	52667	-
20	Gorj	16	9	6	199	86269	81287	4982	109635	86269	23366
21	Harghita	36	9	27	604	131528	33880	97648	131704	131528	176
22	Hunedoara	29	14	15	705	265468	117736	147732	266259	265468	791
23	Ialomița	5	5	-	186	65984	65984	-	84607	65984	18623
24	Iași	15	5	10	595	348303	-	348303	348303	348303	-
25	Ilfov	23	8	15	437	25171	15251	9920	92258	25171	67087
26	Maramureș	29	11	18	374	163861	2296	161565	165208	163861	1347
27	Mehedinți	13	5	8	216	16249	3649	12600	119234	16249	102985
28	Mureș	39	11	28	873	250166	21157	229009	255371	250276	5095
29	Neamț	16	5	11	359	167708	1108	74261	181358	172988	8370
30	Olt	11	8	3	303	101166	21180	79986	103762	101166	2596
31	Prahova	36	14	22	707	259551	197663	61888	280546	260051	20495
32	Satu Mare	11	6	5	363	139924	-	139924	140168	131924	244
33	Sălaj	5	4	1	215	76595	-	76595	76595	76595	-
34	Sibiu	17	10	7	661	213513	27762	185751	250524	215744	37780
35	Suceava	35	14	21	689	146958	5540	141418	149822	147056	2766
36	Teleorman	8	5	3	231	80336	44061	35275	80336	80336	-
37	Timiș	26	9	17	942	382319	379259	3060	386158	382319	3839
38	Tulcea	14	5	9	197	5966	5166	800	104861	5966	98895
39	Vaslui	10	5	5	490	104399	1302	103097	104399	104399	10455
40	Vâlcea	28	11	17	489	120356	6187	114169	130861	120406	-
41	Vrancea	10	5	5	229	93465	20263	8422	93465	93465	
42	București	1	1	-	1901	-	-	-	-	-	
		798	309	489	21978	6546685	1861051	4528525	9354902	6522104	2772798

Note: **

- 1- cod 4764- localități cu sistem de canalizare
- 2- cod4765- municipii și orașe cu canalizare
- 3- cod 5704- comune cu canalizare
- 4- cod 4766- lungimea simplă a rețelei de canalizare, km
- 5- cod5825-locuitori cu locuințe racordate la canalizare cu stație de epurare
- 6- cod 5828-idem, cu stație de epurare mecanică/primară
- 7- cod5827-idem cu stație de epurare primară și secundară
- 8- cod 5829-locuitori cu locuințe racordate la canalizarea orașenească
- 9- cod5830- idem, cu epurarea apelor în stația de epurare
- 10- cod5831-idem, fără epurarea apelor uzate

Estimarea capacității de transport a tubului după reabilitarea cu cătușire interioară

Avantajele hidraulice ale reabilitării cu cătușire interioară a conductelor cu tub nou al cărui diametru exterior este egal cu diametrul interior al tubului existent

Date de bază:

- se păstrează panta piezometrică a conductei (sau colector cu secțiune plină) i ,
- grosimea peretelui tubului nou poate fi de $\delta = 3, 4, 5, 10$ mm,
- Q este debitul tubului vechi, $Q = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$,
- Q_1 este debitul tubului reabilitat, $Q_1 = A_1 \cdot C_1 \cdot \sqrt{R_1 \cdot i}$,
- n este rugozitatea tubului vechi, în stare inițială: $1/n = 84$ la oțel, 74 la beton, 90 la azbo; pentru tuburile foarte vechi $1/n$ poate fi $40 \dots 50$,
- n_1 este rugozitatea tubului nou, considerată $1/n_1 = 90$ (poate fi și 100 după unele aprecieri din literatura de specialitate),
- r este raza geometrică pentru secțiunea vie a tubului ($Dn/2$)

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{A_1 \cdot C_1 \cdot \sqrt{R_1 \cdot i}}{A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}} = \frac{A_1}{A} \cdot \frac{C_1}{C} \cdot \sqrt{\frac{R_1}{R}} \quad ; \quad \frac{A_1}{A} = \left(1 - \frac{\delta}{r}\right)^2 \quad ; \quad \frac{C_1}{C} = \frac{n}{n_1} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{r}\right)^{1/6} \quad ; \quad \frac{R_1}{R} = 1 - \frac{\delta}{r}$$

Exemple de evaluare a capacității noii secțiuni de tub

Tabel 1 - Valoarea raportului Q_1/Q pentru $r = 100$ mm; $1/n_1 = 90$

	$\delta = 3$ mm	$\delta = 4$ mm	$\delta = 5$ mm	$\delta = 10$ mm
Otel ($1/n = 84$)	0.9878	0.9609	0.9345	0.8090
Azbo ($1/n = 90$)	0.9220	0.8969	0.8722	0.7551
Beton ($1/n = 74$)	1.1213	1.0908	1.0607	0.9183

Tabel 2 - Valoarea raportului Q_1/Q pentru $r = 250$ mm; $1/n_1 = 90$

	$\delta = 3$ mm	$\delta = 4$ mm	$\delta = 5$ mm	$\delta = 10$ mm
Otel ($1/n = 84$)	1.0375	1.0263	1.0152	0.9609
Azbo ($1/n = 90$)	0.9683	0.9579	0.9476	0.8969
Beton ($1/n = 74$)	1.1777	1.1650	1.1524	1.0908

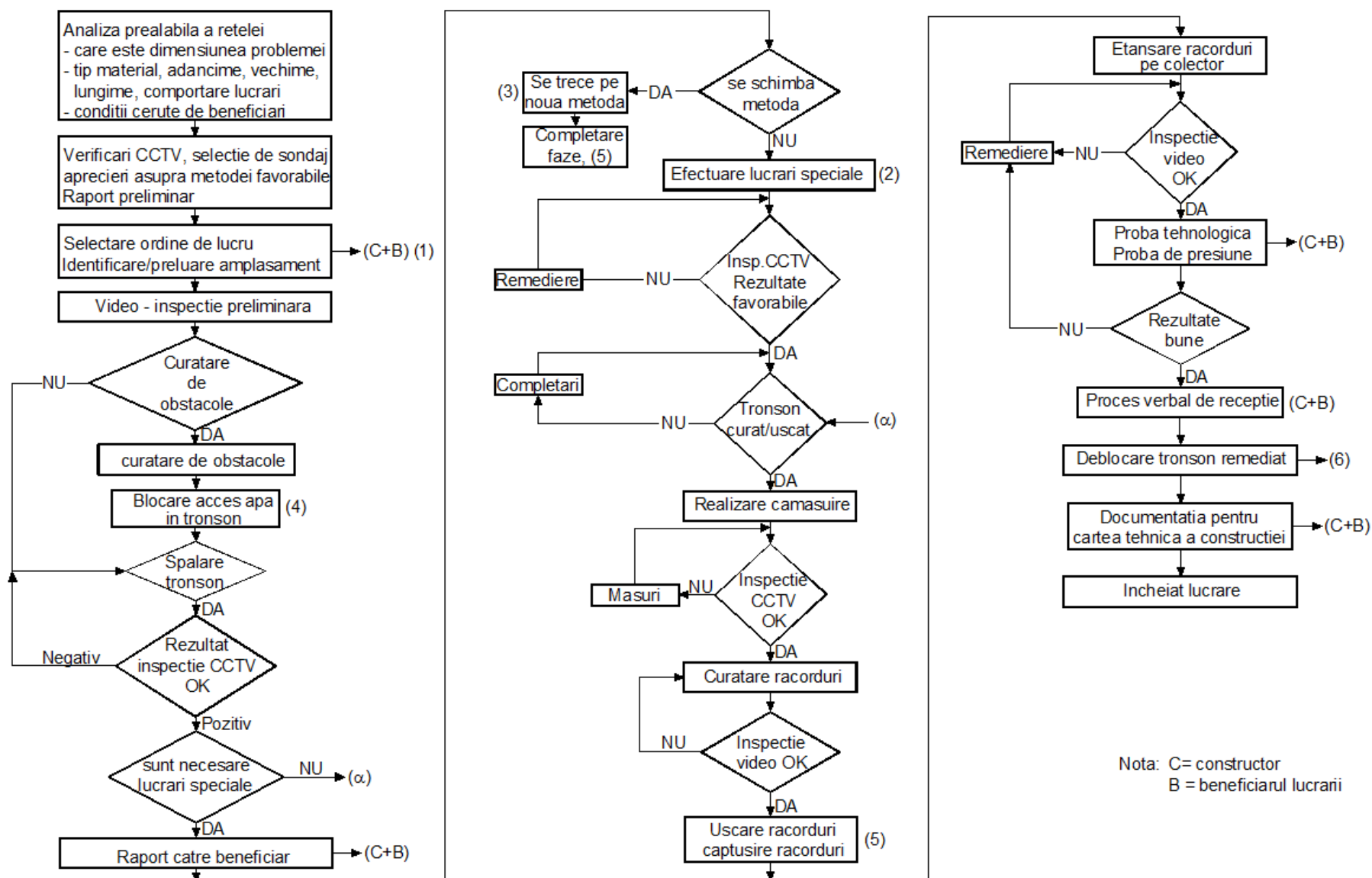
Tabel 3 - Valoarea raportului Q_1/Q pentru $r = 500$ mm; $1/n_1 = 90$

	$\delta = 3$ mm	$\delta = 4$ mm	$\delta = 5$ mm	$\delta = 10$ mm
Otel ($1/n = 84$)	1.0544	1.0487	1.0431	1.0152
Azbo ($1/n = 90$)	0.9841	0.9788	0.9736	0.9476
Beton ($1/n = 74$)	1.1969	1.1904	1.1841	1.1524

Tab.4 + Valoarea raportului Q_1/Q pentru $r = 500$ mm și conductele sunt foarte vechi; $1/n_1 = 90$

	$\delta = 3$ mm	$\delta = 4$ mm	$\delta = 5$ mm	$\delta = 10$ mm
conducte foarte vechi ($1/n = 50$)	1.7713	1.7619	1.7524	1.7056

Schema logică pentru organizarea lucrărilor de reabilitare la rețelele de canalizare cu metoda CIPP



Nota:

- (1) – Beneficiarul acceptă concluziile; ia măsurile auxiliare necesare pentru executarea lucrărilor pe tronson
 - (2) - Beneficiarul acceptă concluziile; tronsonul se poate reabilita, sunt necesare lucrări suplimentare (avarii, bucati lipsă de tub, găuri mari în tub, zone de tub voalate etc); beneficiarul acceptă aceste lucrări.
 - (3) – Complicațiile sunt atât de mari că nu se justifică metoda; se trece la o metodă alternativă tub în tub, tub cu distrugerea tubului vechi etc; aplicarea poate fi selectivă
 - (4) – Beneficiarul va accepta lucrările provizorii necesare pentru devierea curgerii apelor uzate; consumatorii vor fi avertizați asupra eventualelor restricții în folosirea apei.
 - (5) – Când se schimbă metoda de reabilitare se reanalizează si modul de reabilitare a racordurilor
 - (6) – Beneficiarul ia măsurile suplimentare necesare. Constructorul dezafectează lucrările provizorii.
- (C+B) – document semnat de ambele părți; un fel de fază intermediară, identică cu cea de la lucrările obișnuite
- alegerea metodei de reabilitare se poate face pentru întreaga lucrare sau după caz, pe bucăți/sectoare etc.
 - condițiile probei tehnologice / probei de presiune sunt stabilite prin caietul de sarcini.

Rolul și importanța inspecției CCTV în reabilitarea conductelor/canalelor

Scopul inspecției; Inspecția cu sistemul CCTV reprezintă singura metodă posibilă la tuburi nevizitabile (diametrul mai mic de 1500mm), în scopul:

- stabilirii stării generale a tubului,
- identificării condițiilor reale/concrete în care funcționează tubul,
- stabilirii metodei de curățire și a metodei de reabilitare a tronsonului,
- stabilirii stării tubului după reabilitare.

Inspecția cu sistemul CCTV se poate face:

- **înainte de reabilitare** (și chiar independent de aceasta);
- **în timpul reabilitării** (când o lucrare slabă trebuie refăcută);
- **după reabilitare** (ca o metodă de control a calității lucrării de reabilitare).

Deși modul de lucru poate fi identic scopurile inspecției pot fi diferite, funcție de faza în care se execută.

a) Inspecția efectuată înainte de reabilitare, obligatorie la orice lucrare de reabilitare, are ca scop să permită elaborarea unui diagnostic, în funcție de starea reală de lucru a conductei/canalului, pe baza căruia să se poată stabili:

- metoda de reabilitare,
- estimarea volumului de lucrări, inclusiv metoda de curățire interioară,
- estimarea costului lucrărilor.

De aici rezultă importanța metodei de lucru; pentru cazul secțiunilor vizitabile același lucru se face prin intervenția directă a personalului.

Condițiile pentru obținerea unei informații bune sunt asigurate de trei factori:

- existența unui echipament performant de lucru,
- existența unui personal bine calificat și obișnuit să lucreze cu tipul respectiv de echipament; acest personal trebuie să facă două lucruri distincte dar supuse aceluiași scop: trebuie să înregistreze bine toate informațiile furnizate de echipament și să facă un diagnostic corect pe baza informațiilor; este posibil ca personalul să trebuiască să interpreteze informațiile fără “a vedea” colectorul în momentul inspecției.
- Condițiile reale din teren: starea conductei, măsurile de protecție a muncii, starea timpului etc. *Atentie:* după experiența celor care au lucrat mult în domeniu *nu este indicat să se facă inspecții acolo unde secțiunea tubului este plină cu apă cu mai mult de 25% din înălțime (rezultatele pot fi eronate).*

În cazul conductelor se poate lucra cu sisteme specializate de tip Smart Ball; nu avem încă experiență în țară.

Inspecția prealabilă (care poate fi făcută în etape de lucru după cum echipamentul poate avansa liber sau trebuie ajutat cu lucrări suplimentare de curățire provizorie) furnizează următoarele informații:

- Starea generală de funcționare: liber în secțiune, blocat cu ceva, cu sau fără remuu etc,
- Starea suprafeței tuburilor: corodată punctiform, pe suprafețe mari, preferențial etc,
- Coroziunea periclitează sau nu starea de rezistență a tubului.
- Infiltrații în conductă/canal: punctiforme, pe fisuri mari pe circumferință, cu intensitate mare/mică etc,
- Prezența fisurilor în pereți: fisuri circulare, longitudinale, mici/mari (deschidere), continui sau discontinui, cu izolarea unor bucăți care pot fi expulzate din perete etc,
- Secțiuni de tuburi rupte, mărimea deschiderii, repetabilitatea,
- Tuburi demufate: cât de dese, cât de depărtate sunt capetele tuburilor vecine, dacă au intrat rădăcini, dacă se vede garnitura de etanșare etc,

- Tuburi prăbușite: cauza, mărimea de tub prăbușit, dacă apa mai curge prin tuburile vecine,
- Secțiuni blocate de tub: parțial, total, cu ce sunt blocate (depuneri, corpuri groasere, rădăcini, perete rupt etc,
- Depuneri pe tuburi: moi, tari, pietrificate, distribuția și continuitatea, volumul etc,
- Secțiuni deformate: pe lungimi mari/mici, pe verticală/orizontală, în zona îmbinarilor
- Bucăți de tub lipsă: dimensiune, starea pământului, cum curge apa etc,
- Deplasarea secțiunilor vecine la tuburile demufate, rupte/forfecate, rupte la legătura cu caminul etc,
- Starea intersecțiilor între canale: cum curge apa, etanșeitate etc,

Modul de raportare al defecțiunilor trebuie făcut după un cod care poate fi internațional (înmagazinat în memoria echipamentului) sau stabilit local; trebuie decis cum vor fi notate:

- Tipurile de avarii,
- Poziția acestor avarii,
- Marcarea distanțelor la care se găsesc față de secțiunea de origine, numerotarea secțiunilor, numerotarea/denumirea fotografiilor
- Fotografii cu tipuri de accidente pe tub,
- Tipul de fișe pe care se pot tipări tronsoanele cercetate/investigate; toate vor avea marcate data (ziua/ora), numele firmei care le-a lucrat.

Riscurile pe durata investigațiilor trebuie bine stabilite și contracarate, deoarece:

- Se lucrează pe spațiu public, cu trafic,
- Se lucrează în medii toxice, cu substanțe biologice necunoscute etc, se lucrează cu echipamente electrice în mediu umed, se lucrează în spații adânci, se lucrează noaptea.

b) Inspecțiile efectuate pe durata lucrărilor de reabilitare au rolul de a:

- Verifica starea suprafeței interioare a tubului reabilitat, la metoda CIPP, torcretare, aplicarea manuală a foliilor de protecție etc,
- Stabili dacă rugozitatea suprafeței interioare este cea normată,
- Verifica dacă golurile pentru racorduri/branșamente sunt bine făcute și etanșe,
- Verifica dacă infiltrațiile de apă sunt total blocate,
- Verifica dacă au apărut exfolieri ca urmare a împingerii apei din exterior sau greșelilor de execuție.

c) Inspecțiile după reabilitare au ca scop:

- Verificarea finală a stării conductei; dacă toate condițiile cerute în caietul de sarcini sunt îndeplinite (proba de presiune/etanșeitate, proba de vacuum, proba tehnologică),
- Convingerea comisiei de recepție cum că lucrarea este conformă cu cerințele caietului de sarcini,
- Pierderea de apă la branșamente/racorduri este sub limita normată.

Note:

- Pentru aflarea unor elemente suplimentare vor fi folosite echipamente adecvate (pentru măsurarea grosimii filmului de protecție, pentru determinarea grosimii peretelui, pentru determinarea pierderii de apă etc),
- Pentru obținerea de rezultate bune este esențial ca personalul să lucreze în teren dar și cu vizualizarea unor efecte secundare; instruirea este esențială,
- Viteza de lucru a camerei trebuie să fie adecvată:
 $Dn < 200mm \rightarrow v = 3-6m/min$; $Dn < 300 \rightarrow v = 3-9 m/min$, $Dn > 300mm \rightarrow v = 6-12m/min$.
- Realizarea diagnosticului asupra tronsonului analizat se face de către personalul care a lucrat; diagnosticul trebuie să furnizeze elementele deja precizate: metoda de curățire, metoda de reabilitare, condițiile de verificare.

Bibliografie

Referințe tehnice / Standarde cu legătură la GHID

- 1- SR 10898/ Alimentări cu apă. Terminologie.
- 2- SREN 1081. Terminologie, Canalizări.
- 3- SREN 1916/05; Tuburi și accesorii de beton simplu, beton slab armat și beton armat.
- 4- SREN 14336/06; Scări fixe pentru cămine de vizitare.
- 5- SREN 295-00/06; Tuburi și accesorii din gresie și îmbinarea acestora la racorduri și rețele de canalizare.
- 6- SREN 295-7/ 97, Idem; Prescripții pentru tuburi de gresie și asamblarea lor în finisaje.
- 7- SREN 752/08 Rețele de canalizare în exteriorul clădirilor.
- 8- SREN 14801/08; Condiții pentru determinarea claselor de presiune ale produselor destinate rețelilor de alimentare cu apă sau de canalizare.
- 9- SREN 13508-1/04; Starea rețelilor de canalizare în exteriorul clădirilor; cerințe generale.
- 10- SREN 1295-1/97; Calculul la rezistență mecanică a rețelilor îngropate sub diverse condiții de încărcare; condiții generale
- 11- SR 8591/97; Rețele edilitare subterane; condiții de amplasare.
- 12- SREN 13566/04; Sisteme de canalizare de materiale plastice pentru realizarea rețelilor de evacuare îngropate, fără presiune.
- 13- SREN 14525/05; Racorduri exterioare pentru flanșe, cu toleranțe mari din fontă ductilă, destinate a fi utilizate la conducte din diferite materiale: fontă ductilă, fontă cenușie, oțel, PVC-U, fibro-ciment.
- 14- SREN 1452-2/03; Sisteme de canalizare din materiale plastice pentru alimentări cu apă, PVC-U; Partea 2-Țevi.
- 15- SREN 752-7/06; Rețele de canalizare în exteriorul clădirilor - Partea 7 - întreținere și exploatare.
- 16- SREN 752-5/06; Idem; Partea 5 - Studiu diagnostic.
- 17- SREN 14654-1/07; Managementul și controlul operațiunilor de curățare din rețelele de canalizare - Partea 5- Curățarea rețelilor.
- 18- EN 476/2011 - Exigences generales pour les composants utilities pour les branchements et les collecteurs d'assainissement.
- 19- SR 4163-2/95; Alimentări cu apă. Rețele de distribuție. Prescripții de calcul.
- 20- SREN 295-7/98 – Tuburi și accesorii de gresie și îmbinarea lor la racorduri și rețele de canalizare. Partea 7: condiții pentru tuburile și îmbinările lor destinate execuției prin împingere
- 21- SR EN 805/95 Alimentări cu apă. Condiții pentru sistemele și componentele exterioare clădirilor.
- 22- STAS 3221-86 Convoaie tip și clase de importanță
- 23- SREN 588-2/05 Tuburi de fibrociment pentru racorduri și rețele de canalizare. Partea 2a- cămine de vizitare și cămine de inspecție.
- 24- SREN 12889/00- Executarea fără tranșee deschisă și încercarea racordurilor și a rețelilor de canalizare.
- 25- SR EN 752-5/00; Rețea de canalizare în exteriorul clădirilor; Partea 5a- Reabilitare
- 26- ISO 14801/06 - Condition pour la determination des classes de pression des produites aux reseaux d'alimentation en eau ou d'assainissement.
- 27- ISO 4287-93 Măsurarea rugozității suprafețelor.
- 28- 10013 Ghid pentru elaborarea Manualului Calității.
- 29- SR ISO 4386/96 Controlul nedistructiv cu ultrasunete.
- 30- SR EN 3497/92 Măsurarea grosimii cu radiații X.
- 31- SR CEI 60300-3-9/01 Analiza de risc a sistemelor tehnologice.
- 32- SR EN 8009/80 Acoperiri prin vopsire.
- 33- SR ISO 24511 Activități referitoare la servicii de apă potabilă și canalizare. Îndrumător pentru managementul serviciilor publice de canalizare și pentru evaluarea serviciilor de canalizare.
- 34- SE ISO 24512- Activități referitoare la servicii de apă potabilă și canalizare. Îndrumător pentru managementul serviciilor publice de apă potabilă și pentru evaluarea serviciilor de apă potabilă.
- 35- SR 8591/97 Rețele edilitare subterane. Condiții de amplasare
- 36- STAS 6054/77 Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea României
- 37- SR 174-1/02 Lucrări de drumuri. Îmbrăcămînți bituminoase executate la cald. Condiții tehnice
- 38- SR EN 1917/03, 07 Cămine de vizitare și cămine de racord sau de inspecție de beton simplu, beton slab armat și beton armat
- 39- STAS 7039-1/81 Tuburi de beton precomprimat. Tipuri

- 40- SR EN ISO 748/02 Măsurarea debitelor de fluide în canale închise. Metoda de explorare a câmpului de viteză.
- 41- SREN 13506-3/04 Sisteme de canalizare de materiale plastice pentru repararea rețelilor de evacuare îngropate, fără presiune. P3- Tubare forțată cu țevi continue.
- 42- SR EN ISO 13844/01 Sisteme de canalizare de materiale plastice. Îmbinări cu etanșare de policlorură de vinil neplastifiată pentru utilizare cu țevi de PVC-U. Metoda de încercare a etanșeității la presiune negativă.
- 43- SR ISO/TR 9823/98 Măsurarea debitului de lichid în canale deschise. Metoda explorării câmpului de viteză care utilizează un număr redus de verticale.
- 44- SREN 124/96 Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale.
- 45- SREN 1401-1/03 Sisteme de canalizare de material plastic îngropate pentru branșamente și sisteme de evacuare fără presiune (PVC-U).
- 46- SREN 1295/02 Calculul de rezistență mecanică al rețelilor îngropate, sub diverse condiții de încărcare.
- 47- C 107/07 Normativ privind protecția anticorozivă a elementelor din beton armat și beton precomprimat situate în medii agresive atmosferice
- 48- SR EN ISO 4628 (1-6) /08 Vopsele și lacuri. Evaluarea degradării suprafețelor vopsite
- 49- SR EN ISO 2808 /07 Vopsele și lacuri. Determinarea grosimii peliculei
- 50- SR EN 13508/2011 Starea rețelilor de canalizare din exteriorul clădirilor. Partea 2: Sistem de codificare a inspecției vizuale
- 51- EN ISO 11295/2010 – Guidance on the Classification and information on design of plastics piping systems used for renovation
- 52- AWWA Manual M28/2001 Rehabilitation of Water Mains

Referințe legislative

1. Legea 51/ ian. 2006 – a serviciilor comunitare de utilități publice
2. Legea 241/iunie 2006 a serviciului de alimentare cu apă și de canalizare
3. Legea 458/02, republicată în 2011, privind calitatea apei potabile
4. Legea 319/2006 privind protecția și securitatea muncii
5. Legea 107/96 legea apelor, republicată
6. HG 188/02 privind aprobarea NTPA 002
7. OUG 13/ febr 2008 pentru completarea legii 51/2006 și a Legii 241/2006
8. Ordinul președintelui ANRSC 88/febr. 2007 privind aprobarea Regulamentului-cadru al serviciului de alimentare cu apă și canalizare
9. NP 133-2013; Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare localităților
10. C149/87 Instrucțiuni tehnice cu privire la procedurile de reparare a elementelor de beton și armat
11. I 22/99 Normativ cu privire la proiectarea și executarea conductelor de canalizare și alimentare cu apă din tuburi de beton, beton slab armat și beton precomprimat și tuburi de gresie ceramică
12. HG 964/98 pentru aprobarea clasificărilor și duratelor normale de funcționare a mijloacelor fixe
13. HG 2139/04 pentru aprobarea Catalogului privind clasificarea și duratele normale de funcționare a mijloacelor fixe
14. Ordinul Ministerului Muncii 700/99 privind aprobarea Normelor specifice de protecție a muncii pentru lucrări de izolații termice, hidrofuge și protecții anticorozive