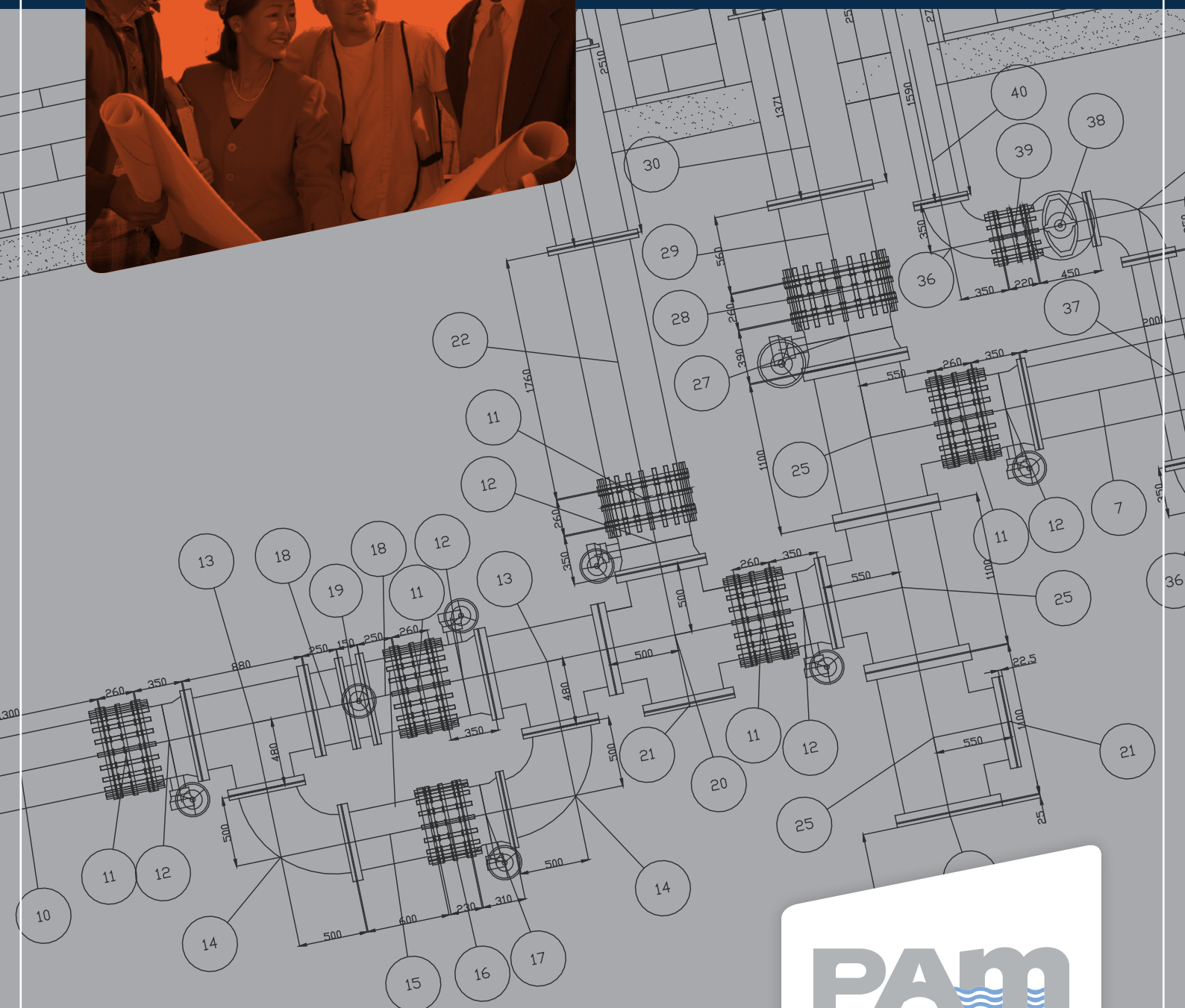


GHID

PENTRU
PROIECTAREA
SISTEMELOR DE
ALIMENTARE CU APĂ



Sisteme din FONTĂ DUCTILĂ



O cale sigură pentru APĂ

CUPRINS

Ciclul apei

Necesarul de apă	p.3
Apă destinată consumului uman	p.6
Apă agresivă sau corozivă.....	p.7
Selectarea diametrului	p.9
Profilul rețelei	p.14
Pierderi de sarcină	p.16

Presiunea și deviația unghiulară a îmbinărilor

Presiuni (terminologie).....	p.30
Presiune admisibilă de operare (PFA) pentru țevi și fittinguri (bar).....	p.33
Clasele de presiune ale fittingurilor	p.34
PMA și PEA conform PFA (bar)	p.38
Zăvorări	p.39
Calculul lungimilor de zăvorâre	p.43
Masive de ancoraj	p.45
Coeficienți de siguranță	p.48
Lovitura de berbec	p.49
Deviația unghiulară.....	p.52

Condiții de pozare a conductelor

Soluri (proprietăți mecanice)	p.54
Teren instabil	p.55
Lucrări de teren	p.57
Agresivitatea solului	p.61
Adâncimi de pozare	p.63
Încărcări induse de sol (performanța conductei).....	p.67

Standarde și calitate

Standarde de produs și conexiuni.....	p.69
Materiale în contact cu apă destinate consumului uman.....	p.70

Dezvoltare sustenabilă

Transport și pozare	p.71
Evaluarea ciclului de viață	p.72
Costul total de proprietate	p.73

CICLUL APEI

Necesarul de apă

Proiectarea sistemului trebuie să ia în considerare următoarele:

- Necesarul de apă, estimat prin metode statistice sau analitice
- Resursele de apă, determinate din informațiile hidrogeologice și hidrologice adecvate pentru fiecare regiune;

Evaluarea necesarului de apă**□ Volumul**

Volumul necesar de apă pentru alimentarea unei comunități depinde de:

- Dimensiunea și tipurile de orașe care sunt deservite
- Cerințe municipale, agricole și industriale
- Practicile populației

În general, următoarele consumuri medii zilnice sunt estimate pe cap de locuitor:

- 144.6 litri/om/zi, adică 52.79 m³/om/an (consum domestic de apă)
- 157.7 m³/abonat/an (consum total de apă: domestic și non-domestic)

Sursa: Raportul de informații ONEMA privind serviciile publice de apă și canalizare: Prezentare generală a serviciilor și performanței (2014).

În toate cazurile, este recomandabil să se proiecteze sistemele de alimentare cu apă și de distribuție, luând în considerare perspectivele de dezvoltare urbană pe termen lung în zonă.

Se vor lua în considerare toate clădirile rezidențiale sau instalațiile industriale. Cerințele medii pentru unele exemple comune sunt după cum urmează:

- Școli: 100 litri pe elev pe zi
- Abatoare: 500 litri pe cap de animal
- Fabrici de lactate: 5 litri pe litru de lapte procesat
- Spitale: 400 litri pe pat pe zi
- Vinării: 2 litri pe litru de produs
- Stingerea incendiilor: o rezerva minimă de 120 m³, capabilă să alimenteze un hidrant DN 100 pentru 2 ore (standard NF S62-200 – August 2009 – Hidranții supraterani și hidranții de spălare – reguli de instalare, acceptare la livrare și întreținere); unele departamente de incendiu pot avea cerințe suplimentare
- Industrie: fiecare caz trebuie studiat separat

Este esențial să se prevadă o marjă de siguranță, pentru a se ține seama de (a) obiectivele generale și de inexactitățile care pot afecta estimările și (b) randamentul efectiv al sistemului;

care este definit astfel:

$$r = \frac{\text{Volum măsurat}}{\text{Volum furnizat}}$$

$$\text{Necesarul brut de apă} = \frac{\text{Cerință netă}}{\text{Volum furnizat}} \times K_{\text{sec}} \times K_{\text{col}}$$

CICLUL APEI

Necesarul de apă▣ Debite**Comunități (un număr mare de abonați)**

Cerințele de debit sunt evaluate ca vârfuri zilnice și orare. Un sistem de distribuție este, de obicei, proiectat pentru a transporta cererea maximă pe oră.

$$Q_p = K_d \times K_h \times \frac{V_{d_{Av.}}}{24} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

unde:

$$V_{d_{Av.}} = \frac{V_{anual} (\text{m}^3)}{365} \quad : \text{consumul zilnic mediu pe tot parcursul anului}$$

$$K_h = \frac{V_{h_{max}}}{V_{d_{max}}} \times 24: \text{coeficientul de vârf orar}$$

$$K_d = \frac{V_{d_{max}}}{V_{d_{Av.}}} \quad : \text{coeficientul de vârf zilnic}$$

$V_{h_{max}}$: volum utilizat în timpul orei de consum maxim în ziua cu cel mai mare consum ($\text{m}^3 / \text{oră}$).

$V_{d_{max}}$: volum utilizat în ziua cu cel mai mare consum pe parcursul anului (m^3/zi).

Clădiri rezidențiale (număr mic de abonați)

Cerințele de debit nu se calculează în funcție de numărul de consumatori, ci de numărul de obiecte sanitare (chiuvete, WC-uri etc.), estimate cu un coeficient de utilizare simultană:

$$Q = k.n.q$$

unde:

q : debitul unitar al unui aparat

n : număr aparate ($n > 1$)

k : coeficient de probabilitate pentru utilizare simultană (neglijabil pentru valori mari ale n)

$$\text{unde: } k = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

▣ Exemplul simplu 1**Ipoteze:**

• Comunitate semi-rurală:

Sat actual: 1,500 locuitori

Dezvoltări viitoare ale locuințelor: 1,000 locuitori (peste 25 ani)

• Volumul anual măsurat: 75,000 m^3

• Performanța estimată a sistemului: $r = 75\%$

• Coeficienții estimați de vârf: $K_d = 2.5$; $K_h = 1.8$

Calcul și rezultate

• Volumul anual viitor:

$$V_{a_{viitor}} = 75,000 + (0.2 \times 1,000 \times 365) = 148,000 \text{ m}^3$$

(consumul zilnic estimat/om: 200 l)

CICLUL APEI

$$K_{col} = \frac{V_{a_{viitor}}}{V_{a_{actual}}} = \frac{148,000}{75,000} = 1.97$$

• Coeficient incertitudine date : 20% ($K_{sec} = 1.2$)

• Necesarul brut anual: $G = \frac{V_{a_{actual}}}{r} \times K_{col} \times K_{sec} = 236,000 \text{ m}^3$

• Debitul zilnic mediu viitor: $Q_{d_{Av.f}} = \frac{236,000}{365} = 647 \text{ m}^3$

• Debitul orar maxim viitor: $Q_p = K_d \times K_h \times \frac{Q_{d_{Av.f}}}{24} = 121 \text{ m}^3/\text{h}$

În acest exemplu, o conductă de aducțiune pentru o localitate va fi proiectată să livreze 121 m^3/h în viitorii 25 de ani.

▣ Exemplul simplu 2**Ipoteze**

• Clădire rezidențială:

Zece apartamente

Sapte obiecte sanitare pe apartament

Debit mediu pe aparat: 0.1 l/s

Calcul și rezultate

De exemplu, pompa de alimentare a clădirii trebuie să asigure un debit de $Q = k.n.q$ unde:

$$k = \frac{1}{\sqrt{(7 \times 10) - 1}} = 0.12$$

$$Q = 0.1 \times 70 \times 0.12 = 0.84 \text{ l/s}$$

Evaluarea resursei de apă

Apa poate fi colectată atât din surse subterane (acvifere și izvoare), cât și din surse de suprafață (râuri, lacuri, baraje etc.).

În toate cazurile, trebuie să se facă un studiu aprofundat al hidrologiei, hidrografiei și hidrogeologiei bazinelor hidrografice, întrucât randamentul poate varia considerabil pe tot parcursul anului.

O serie de măsurători pe termen lung ale izvoarelor și râurilor sau teste de pompare a apelor subterane permit o evaluare statistică a modificărilor fluxului. Aceste date pot fi apoi utilizate pentru a evalua cantitatea de apă disponibilă, în special în perioadele uscate.

În cazul în care debitul unui râu este inadecvat (niveluri scăzute), un rezervor trebuie să fie creat prin construirea unei văi sau a unui baraj în amonte.

Dacă nu sunt disponibile măsurători, debitul unui râu poate fi estimat la ieșirea sa prin diferite metode legate de morfologia și hidrologia bazinului hidrografic.

CICLUL APEI

Apa destinată consumului uman**Legislație europeană**

Directiva 98/83/CE a Consiliului din 3 noiembrie 1998 privind calitatea apei destinată consumului uman, cu modificările ulterioare.

Obiectivul prezentei directive este de a proteja sănătatea umană de efectele adverse ale oricărei contaminări a apei destinată consumului uman, asigurându-se că aceasta este sănătoasă și curată.

Apa trebuie să fie sănătoasă și curată dacă:

- este fără orice microorganisme și paraziți și orice substanțe care, în număr sau concentrații, constituie un pericol potențial pentru sănătatea umană; și
- îndeplinește cerințele minime privind parametrii stabiliți în directivă.

Directiva specifica doua grupe minime de cerințe;

- **Parametri** microbiologici (Escherichia coli, Enterococci, etc.)
- **Parametri** chimici (cupru, nichel etc.)

Directiva specifică de asemenea parametrii care servesc ca indicatori, incluzând:

- Conductivitate: 2,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la 20°C
- Concentrație ioni de Hidrogen : ≥ 6.5 și ≤ 9.5 pH unități
- Amoniu: 0.50 mg/L
- Cloruri: 250 mg/L
- Sulfați: 250 mg/L

Directiva prevede cerințele minime pe care Statele Membre au obligația de a le transpune în legislația națională. Statele Membre au obligația de a lua măsurile necesare pentru a se asigura că apa destinată consumului uman este sănătoasă și curată.

Transpunerea în legislația franceză

În Franța, directiva a fost transpusă în legislația națională prin Decretul 2001-1220 din 20 decembrie 2001, cu modificările ulterioare, și prin Regulamentul din 11 ianuarie 2007.

Regulamentul încorporează și actualizează cerințele minime stipulate în Directivă, incluzând în același timp parametrii organoleptici (culoare, miros, gust, turbiditate etc.) și parametrii de radioactivitate (tritiu, TID etc.).

Acesta specifică următoarele valori de referință pentru calitatea apei destinată consumului uman:

- Conductivitate:
 - ≥ 180 și $\leq 1,000$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ la 20°C
 - ≥ 200 și $\leq 1,100$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ la 25°C
- Concentrația de ioni de Hidrogen: $6.5 \leq \text{pH} \leq 9$
- Echilibrul Calco-carbonic: apa trebuie să fie la echilibru calco-carbonic sau ușor detartrată
- Amoniu: 0.10 mg/L
- Cloruri: 250 mg/L
- Sulfați: 250 mg/L

Calitatea apei distribuite consumatorilor, și deci respectarea reglementărilor, este rezultatul întregului lanț de furnizare (mediu sursă, calitatea apei brute, tratarea apei, transportul prin conducte, echipamente hidraulice, instalații exterioare etc.).

Pentru cerințele specifice referitoare la conducte, consultați MATERIALE ÎN CONTACT CU APA DESTINATĂ CONSUMULUI UMAN la pagina 70.

CICLUL APEI

Apă agresivă sau corozivă

Apa poate fi caracterizată prin corozivitate (înclinația de a ataca metalele expuse) și agresivitate (față de materialele pe bază de ciment). Țevile **PAM** sunt protejate intern cu protecții care le permit să transporte diferitele tipuri de apă întâlnite.

Comportarea apei față de metale feroase și produse pe bază de ciment depinde de mulți factori, inclusiv de mineralizare, conținut de oxigen, conductivitate electrică, pH, echilibru calco-carbonic și temperatură.

Sunt luate în considerare două tipuri principale de apă:

- Apa corozivă, care poate ataca metalul neacoperit
- Apa agresiva, care poate ataca materialele pe baza de ciment

APA COROZIVĂ**Definiție**

Unele tipuri de apă pot ataca țevile metalice fără un strat intern. Reacțiile chimice produc hidroxizi feroși și apoi ferici, formând noduli și tuberculi, care în cele din urmă pot reduce aria secțiunii transversale a conductei și pot crește semnificativ pierderea de sarcină.

**Realitatea fenomenului**

Acest fenomen se întâlnește în rețelele vechi fără protecție interioară de mortar de ciment. Țevile **PAM** din fontă ductilă sunt căptușite la interior cu mortar de ciment, poliuretan sau Ductan*, ceea ce elimină acest risc.

* mai multe informații la:

<http://www.pamline.fr/produits/recherche-multi-criteres/catalogue-annexes/reponses-techniques/solutions-techniques-pam/revetements/revetements-interieurs/revetement-ductan>

Coroziunea provocată de apa destinată consumului uman este în general un proces lent. Standardele de apă potabilă recomandă distribuirea apei necorozive și neagresive, garantând astfel o calitate constantă a apei și protejând conductele, precum și instalațiile publice și private.

Consultați APA DESTINATĂ CONSUMULUI UMAN la pagina 6

CICLUL APEI

Apă agresivă sau corozivă

Apă agresivă

Definiție

Agresivitatea apei este definită ca proprietatea acesteia de a reacționa cu materiale care conțin calciu (de exemplu lianți hidraulici). În funcție de analizele chimice, conținutul mineral, pH și temperatura apei, trei cazuri pot apărea:

- apa aflată în echilibru calco-carbonic nu atacă și nu depune carbonat de calciu la o temperatură dată.
- apa dură are tendința de a depune săruri de calciu (carbonați, etc.) pe suprafața interioară a conductei.
- apa agresivă poate ataca anumite componente ale mortarului de ciment care conțin calciu (var, silicat de calciu și silicoaluminat de calciu).

Măsurare

Agresivitatea se determină prin analiza apei, fie folosind diagrame care indică poziția apei examinate în raport cu curba de echilibru, fie pur și simplu cu ajutorul unui software. Această metodă permite caracterizarea rapidă a apei, în special la diferite temperaturi, și permite calcularea conținutului de CO₂ liber și a indicilor caracteristici, de ex. indicele de saturație LANGELIER, care dă diferența dintre valoarea reală a pH-ului apei și valoarea pH-ului de saturație.

Realitatea fenomenului

Legislația aplicabilă impune ca apa destinată consumului uman să fie neagresivă și non-corozivă. Consultați APA DESTINATĂ CONSUMULUI UMAN la pagina 6.

Cu toate acestea, având în vedere numeroasele tipuri diferite de apă furnizate, poate fi întâlnită apă cu un conținut scăzut de minerale (apă moale) care poate ataca materiale, la fel ca apa corozivă și/sau agresivă.

PAM are software pentru evaluarea agresivității apei și pentru a ajuta la selectarea celui mai bun tip de protecție interioară (mortar de ciment sau de poliuretan PUR).

Contactați reprezentantul local PAM pentru informații suplimentare.

CICLUL APEI

Alegerea diametrului

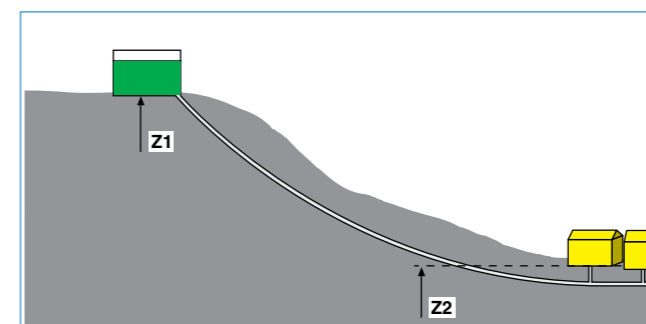
Diametrul unei conducte sub presiune este ales în funcție de:

- Parametrii hidraulici (debit, pierderi de sarcină, viteză de curgere, etc.) pentru sisteme de alimentare gravitaționale;
- Parametrii hidraulici și economici optimizați (costuri de pompare și amortizarea activelor) pentru sisteme de alimentare sub presiune;

În funcție de condițiile de funcționare, poate fi necesar să se cuantifice riscurile potențiale ale unei lovituri de berbec, cavitație și abraziune, precum și să se instaleze măsuri de protecție adecvate.

Sistem de alimentare gravitațional

Definiție



Un sistem de alimentare gravitațională este modul de alimentare care permite ca apa să fie condusă printr-o conductă sub presiune dintr-o zonă de stocare naturală sau artificială la cota Z1, către toate punctele de alimentare situate la cotele Z2 < Z1, fără niciun aport de energie.

Principiul de dimensionare

Caracteristicile sistemului

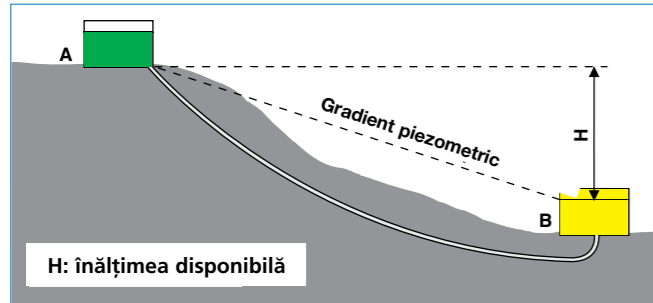
- Q : debit necesar (m³/s)
 – Debit maxim de distribuție de vârf sau de hidrant de incendiu
 – Debit mediu de alimentare
- j : pierdere de sarcină unitară (m/m)
- V : viteza de curgere a apei în conductă (m/s)
- ID : diametrul interior al conductei (m)
- L : lungimea rețelei (m)

CICLUL APEI

Alegerea diametrului

Caracteristici topografice

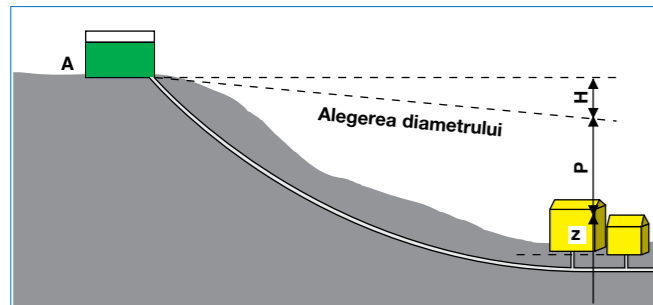
Cel mai defavorabil caz se ia în considerare pentru calcul.



- Alimentare de la rezervorul A la rezervorul B:

H = nivelul minim de înălțime în A – înălțimea de preaplin în B

Ca măsură de siguranță, placa de fundație este uneori luată ca nivel minim în A.



- Distribuție

H : nivelul minim în A, redus cu $(z + P)$

P : presiunea minimă de distribuție în punctul cel mai înalt

z : origine verticală a punctului minimum.

Formulă

$$\text{Întrucât: } Q = \frac{\pi ID^2}{4} \times V$$

$$\text{Ecuția DARCY are forma: } j = \frac{\lambda V^2}{2gID} = \frac{8\lambda Q^2}{\pi^2 g ID^5}$$

λ , o funcție a (k, ν, ID) , se deduce din formula COLEBROOK, unde $k = 0.1$ mm (rugozitatea). Pentru mai multe informații, consultați Pierderi de Sarcină pagina 16.

Determinarea diametrului interior ID

$$\text{Pierdere de sarcină unitară maximă: } j = \frac{H}{L}$$

Diametrul nominal DN poate fi determinat:

- Calculând și rezolvând sistemul de ecuații constituit de formulele DARCY și COLEBROOK (calcule iterative care necesită utilizarea unui computer).
 - Prin citirea directă a tabelor cu pierderi de sarcină
- A se referi la tabele PIERDERI DE SARCINĂ pagina 18.

Exemplu

Debit: $Q = 30$ L/s

Lungime: $L = 4,000$ m

Înălțime disponibilă: $H = 80$ m

$$j = \frac{H}{L} = \frac{80}{4,000} = 0.02 \text{ m/m} = 20 \text{ m/km}$$

Tabelul arată DN 150 este necesar, cu:

Viteza: $V = 1.7$ m/s

Pierdere de sarcină: $j = 19.244$ m/km

CICLUL APEI

Alegerea diametrului

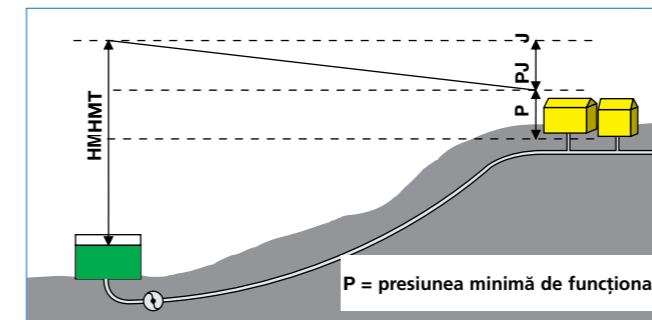
L/s	DN 150		V (m/s)
	j (m/km)		
	k = 0.03 m	k = 0.1 mm	
24.00	11.092	12.552	1.36
26.00	12.867	14.627	1.47
28.00	14.766	16.857	1.58
30.00	16.790	19.244	1.70
32.00	18.937	21.787	1.81
34.00	21.208	24.485	1.92
36.00	23.602	27.339	2.04
38.00	26.119	30.348	2.15
40.00	28.785	33.513	2.26
42.00	31.520	36.833	2.38
44.00	34.404	40.309	2.49
46.00	37.409	43.940	2.60

Exemplu de calcul de proiectare

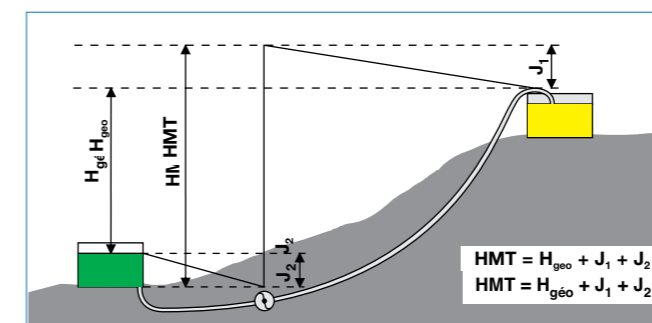
Alimentare prin pompare

Definiție

Distribuție prin pompare



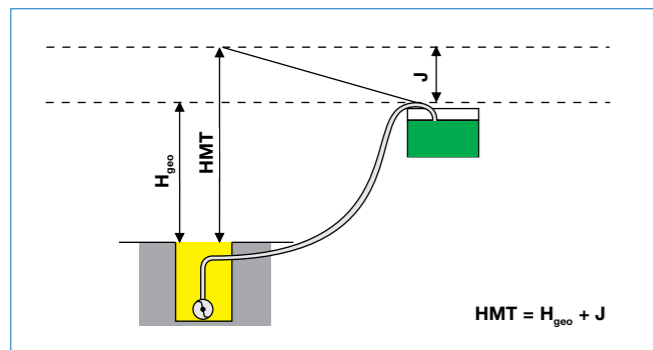
Alimentare prin pompare din rezervor



CICLUL APEI

Alegerea diametrului

Alimentare prin pompare din foraj



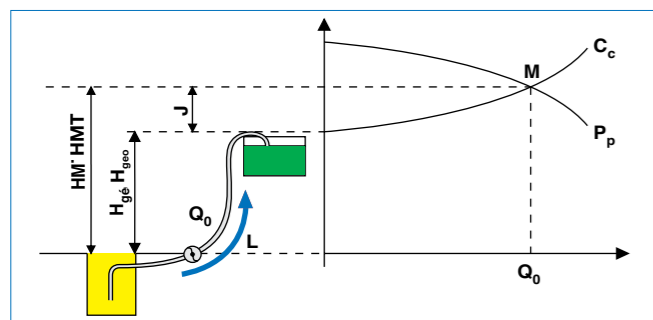
Zonele de captare sau acumulare nu sunt adesea suficient de înalte pentru a îndeplini condițiile de presiune necesare. Prin urmare, este necesară pomparea fluidului pentru a face posibilă distribuția.

Următoarele definiții sunt utilizate:

- **Înălțimea geometrică (H_{geo}):** diferența de înălțime dintre nivelul apei pompate și locul de alimentare.
- **Înălțimea manometrică totală (HMT):** înălțimea geometrică, plus pierderile totale de sarcină implicate în aspirație și pompare și, dacă este cazul, presiunea reziduală minimă de distribuție (vezi figurile exemplului).

Principiul de dimensionare

Rezoluția grafică



- C_c : caracteristica
- H : $H_{geo} + J$ $J = f(Q^2)$
- P_p : caracteristica pompei
- M : punct de operare

Nota: Metoda valabilă pentru niveluri constante de aspirație și pompare. În caz contrar, trebuie luat în considerare învelișul format din curbele extreme.

Dimensionare hidraulică

Ca înainte:

$$J = j L$$

$$j = \frac{\lambda V^2}{2 g D}$$

λ este o funcție v , k , D .

Pentru pompare, trebuie luate în considerare curbele caracteristice ale pompelor și ale sistemului pentru a se asigura că punctul de funcționare M corespunde debitului necesar Q_0 conform DN-ului ales.

CICLUL APEI

Alegerea diametrului

Dimensionarea economică

Diametrul economic este calculat luând în considerare:

- Costurile de pompare, unde puterea este calculată utilizând următoarea formula:

$$P = 0.0098 \times \frac{Q \times HMT}{r}$$

unde

- P : puterea necesară alimentării arborelui pompei (kW)
- Q : debit (L/s)
- HMT : înălțimea totală manometrică (m)
- r : randamentul motorului pompei
- Amortizarea activelor (stație de pompare + conductă de alimentare)

În general, ambele metode sunt utilizate, în funcție de amploarea proiectului.

Aplicație

Proiecte de mică amploare

Formula Vibert este utilizată, se aplică la grupe de DN mici și medii și lungimi mici:

$$D = 1.456 \left(\frac{ne}{f} \right)^{0.154} \times Q^{0.46}$$

unde

- D : diametru economic
- f : cost de instalare rețea în €/kg
- Q : debit în m³/s

n = timp de pompare în h / 24

e : preț per kWh în €

Coeficientul 1.456 acoperă o rată de amortizare de 8% pe o perioadă de 50 ani.

DN-ul ales trebuie să fie identic cu diametrul D sau cu dimensiunea următoare mai mare.

Precauții

Proiecte majore

Un studiu economic detaliat este necesar în cazul lungimilor și diametrelor mari. Diametrul utilizat trebuie să fie cel care dă costul minim anual (amortizare + costuri de pompare).

Rata de debit variază semnificativ în funcție de debit.

Pe lângă pierderile de sarcină, compatibilitatea trebuie verificată cu următoarele fenomene:

- Lovituri de berbec
- Cavitație
- Abraziune

CICLUL APEI

Profilul conductei

Aerul este dăunător pentru funcționarea eficientă a unei conducte sub presiune. Prezența sa poate să cauzeze următoarele :

- O reducere a ratei de debit
- Consum de energie
- Creșterea probabilității de fenomene tranzitorii (lovituri de berbec)

Poate fi prevenit luând o serie de precauții simple atunci când planificați profilul conductei..

Sursa de aer în rețele de apă

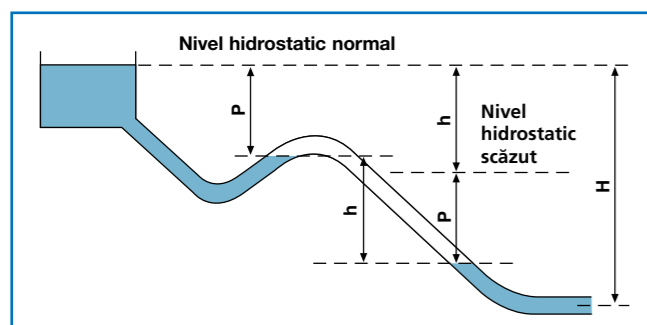
În primul rând, aerul poate fi introdus în rețea prin:

- Pe durata umplerii conductei pentru testul de presiune (sau la golirea conductei) datorită unui număr inadecvat de robineti de aerisire.
- Prin filtrele pompei, dacă conductele de aspirație sau garniturile pompei nu sunt etanșe.
- Ca aer dizolvat sub presiune și degazare când presiunea scade (aerul se acumulează apoi în punctele înalte de-a lungul profilului).

Efectul aerului în rețele

Aerul este dăunător pentru funcționarea eficientă a unei rețele magistrale. Presiunea din amonte face ca pungile de aer să se acumuleze în punctele înalte și să se deformeze, capetele lor formându-se la diferite înălțimi.

Cazul magistrelor gravitaționale



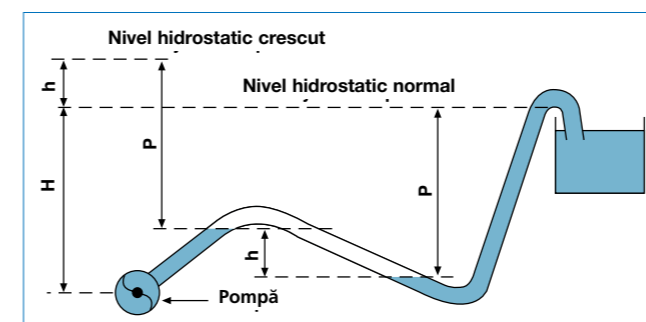
Punga de aer transmite presiunea statică P de la fața sa din amonte către fața din aval și nivelul hidrostatic scade. Presiunea de lucru H este redusă cu cantitatea h , corespunzătoare diferenței de nivel dintre extremitățile pungii de aer și echivalentul coloanei de apă lipsă.

Dinamic, se poate considera că, neglijând pierderea de sarcină datorată oricărei turbulențe în acest punct, reducerea presiunii este și ea egală cu h , iar debitul este redus corespunzător.

CICLUL APEI

Profilul conductei

Cazul magistrelor sub presiune



La fel ca în cazul unei magistrale gravitaționale, prezența pungilor de aer este dăunătoare performanței eficiente a unei magistrale prin pompare. În acest caz, are loc o creștere a presiunii h (înălțimea h a înălțimii suplimentare de pompat), pe care pompa trebuie să o furnizeze în plus față de presiunea H pentru a compensa înălțimea crescută datorată pungii de aer, cu nivelul hidrostatic, fiind ridicat de această valoare. Pentru același debit, consumul de energie crește proporțional.

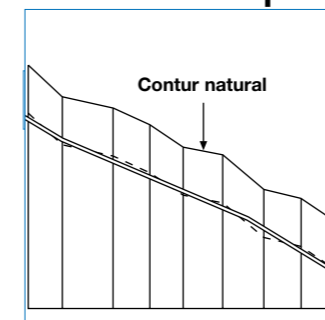
În plus, aceste dezavantaje se repetă la fiecare punct înalt dacă magistrala este aerisită inadecvat. Efectele sunt cumulate, iar performanța magistralei scade. Această scădere a performanței este uneori atribuită incorect altor cauze, cum ar fi o scădere a eficienței pompei sau depuneri în conducte. Aerisirea conductei principale este suficientă pentru a restabili imediat capacitatea normală de debit.

În cele din urmă, există riscul ca pernele mari de aer să fie atrase de flux și transportate în alte puncte decât punctele înalte. Deplasarea lor bruscă compensată de un volum egal de apă, are ca rezultat lovituri de berbec violente.

Pe scurt, dacă punctele înalte nu sunt aerisite în mod constant:

- Debitul de apă este diminuat
- Energia este irosită
- Lovitura de berbec poate să apară

Recomandări practice



Profilul conductei trebuie proiectat pentru a facilita acumularea de aer la punctele înalte clar definite, unde trebuie instalat echipamentul de aerisire.

Următoarele precauții trebuie luate:

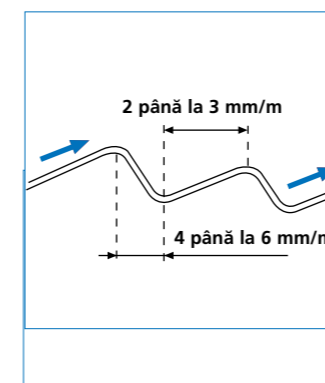
- Asigurați magistralei un gradient pentru a facilita mișcarea în sus a aerului (conducta ideală are un gradient constant: gradientul minim de dorit este de 2 până la 3 mm/m).
- Evitați schimbările excesive de pantă cauzate de urmărirea profilului terenului de pozare, în special pentru țevile cu diametru mare.
- Dacă profilul este orizontal, creați cât mai multe puncte artificiale înalte și joase posibile pentru a oferi gradiente de:

- 2 până la 3 mm/m în secțiuni ascendente.
- 4 până la 6 mm/m în secțiuni descendente.

Profilele de acest tip, cu ascensiuni treptate și coborâri rapide, ajută la formarea pungilor de aer în locurile înalte, împiedicând în același timp aspirarea aerului mai departe în conductă. Tipul opus de profil nu este recomandat.

Instalați:

- Un robinet de aerisire în fiecare punct înalt;
- Un robinet de golire în fiecare punct jos.



CICLUL APEI

Pierderi de sarcină

Pierderile de sarcină sunt pierderi de energie hidraulică cauzate în principal de vâscozitatea apei și de frecarea acesteia de pereții conductei.

Efectul este de:

- O cădere totală de presiune la capătul inferior al unui sistem gravitațional.
- O creștere a consumului de energie într-o magistrală operată prin pompare. La alegerea unei conducte din fontă ductilă căptușită cu mortar de ciment, se aplică în general un coeficient de rugozitate $k = 0,1 \text{ mm}$.

Formule

Ecuția DARCY

Pierderile de sarcină sunt calculate utilizând ecuația DARCY:

$$j = \frac{\lambda}{D} \frac{V^2}{2g} = \frac{8 \lambda Q^2}{\pi^2 g D^5}$$

J : pierderi de sarcină (m coloană apă per m de conductă)

λ : coeficient de pierdere de sarcină

D : diametrul interior (m)

V : viteza fluidului (m/s)

Q : debit (m^3/s)

g : accelerația gravitațională (m/s^2)

Formula Colebrook-White

Formula COLEBROOK-WHITE este acum utilizată universal pentru determinarea coeficientului de pierdere de sarcină:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3.71 D} \right)$$

$$\text{Re} = \frac{VD}{\mu} \quad (\text{Număr Reynolds})$$

μ : vâscozitatea cinematică a lichidului la temperatura de operare (m^2/s)

k : rugozitatea echivalentă a suprafeței țevii (în m); rețineți că k nu este egal cu înălțimea imperfecțiunilor suprafeței: este un concept teoretic legat de rugozitatea suprafeței, de unde termenul „echivalent”

Cei doi termeni în funcție logaritmică corespund:

– Primul termen $\left(\frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right)$, porțiunea de pierderi de sarcină datorate frecării interne a lichidului care acționează asupra lui însuși

CICLUL APEI

Pierderi de sarcină

– al doilea termen $\left(\frac{k}{3.71 D} \right)$, porțiunea pierderilor de sarcină cauzate de frecarea lichidului de perețele conductei; pentru o conductă perfect netedă ($k = 0$), pierderile de sarcină se datorează doar frecării interne a fluidului

Ecuția Hazen-Williams

$$V = 0.355 C D^{0.63} J^{0.54}$$

C : coeficient care depinde de rugozitatea și diametrul conductei

Rugozitatea suprafeței protecțiilor interioare de mortar de ciment

Protecțiile interioare de mortar de ciment au o suprafață netedă și uniformă. Au fost efectuate o serie de teste pentru a determina valoarea rugozității k a suprafeței țevilor proaspăt aplicate. S-a obținut o valoare medie de $0,03 \text{ mm}$, corespunzătoare unei pierderi de sarcină suplimentare de 5 până la 7% (în funcție de diametrul țevii) în comparație cu o țeavă perfect netedă cu o valoare k de 0 (calculată pentru o viteză de 1 m/s).

Cu toate acestea, rugozitatea echivalentă a suprafeței unei conducte nu depinde numai de uniformitatea suprafeței conductei, ci mai ales de numărul de coturi, teuri și conexiuni de serviciu, precum și de orice neregularitate în profilul conductei. Experiența a arătat că $k = 0,1 \text{ mm}$ este o valoare rezonabilă pentru conductele care transportă apă destinată consumului uman. Pentru rețelele lungi, cu doar câteva conexiuni pe kilometru, k poate fi ușor mai mic ($0,06$ până la $0,08 \text{ mm}$).

Trei comentarii pot fi făcute la acest stadiu despre pierderile de sarcină în magistralele sub presiune:



Pierderile de sarcină corespund energiei care trebuie furnizată pentru ca apă să curgă prin conductă. Este suma a **trei factori**:

- a – frecarea internă a apei (legată de vâscozitate)
- b – frecarea apei de pereții conductei (legată de vâscozitate)
- c – schimbări locale legate de debit (coturi, îmbinări suplimentare, etc)



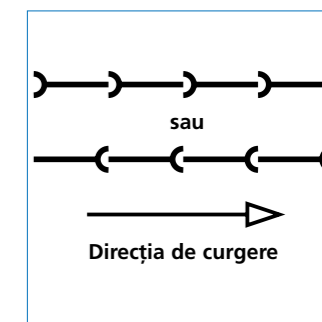
În practică, **majoritatea pierderilor de sarcină pot fi atribuite frecării interne a apei** (factor a). Frecarea apei de pereții conductei (factor b), care este **sigurul factor ce depinde de tipul conductei**, este mult mai mic: cel mult, 7% din factorul pentru o țeavă căptușită cu mortar de ciment ($k = 0.03 \text{ mm}$).

Modificările locale ale debitului (factorul c) joacă, de asemenea, un rol minor în comparație cu factorul a, ceea ce explică de ce conductele cu mufa pot fi montate cu mufa în ambele direcții.



Diametrul interior real al țevii joacă un rol major:

- La un debit dat (caz general), fiecare % mai mic în diametru echivalează cu o pierdere de sarcină cu 5% mai mare.
- La o pierdere de sarcină dată (conducte gravitaționale), fiecare % mai mic în diametru echivalează cu $2,5\%$ mai puțin în debitul rezultat.



CICLUL APEI

Pierderi de sarcină

Schimbări în timp

O serie de investigații efectuate în SUA pe conducte vechi și recente căptușite cu ciment au produs valori C (conform ecuației Hazen-Williams) pentru o gamă largă de diametre și durate de viață.

Rezultatele sunt prezentate în tabelul de mai jos, care prezintă valorile C transformate în valori K echivalente (în formula Colebrook-White).

Notă

În unele cazuri, atunci când se transportă apă brută cu un conținut ridicat de fracție solidă la o viteză mică de curgere, experiența a arătat că trebuie luată în considerare o creștere a k în timp, indiferent de tipul de conductă utilizat.

Rezultatele acoperă diferite tipuri de căptușeli de mortar de ciment și apă din locații geografice larg răspândite



Poate fi concluzionat că:

- Țevile căptușite cu mortar de ciment asigură o capacitate de debit mare care rămâne constantă în timp;
- O valoare totală de $k = 0,1$ mm este o ipoteză rezonabilă și solidă pentru calcularea pierderilor de sarcină pe termen lung în țevile căptușite cu mortar de ciment utilizate să transporte apă destinată consumului uman.

DN	Anul instalării	Vechimea în momentul măsurărilor	Valoare coeficient C(Hazen-Williams)	Valoare k (Colebrook-White)
		years		
150	1941	0	145	0.025
		12	146	0.019
		16	143	0.060
250	1925	16	134	0.148
		32	135	0.135
		39	138	0.098
300	1928	13	134	0.160
		29	137	0.119
		36	146	0.030
300	1928	13	143	0.054
		29	140	0.075
		36	140	0.075
700	1939	19	148	0.027
		25	146	0.046
700	1944	13	148	0.027
		20	146	0.046

(Jurnal AWWA – Iunie 1974)

CICLUL APEI

Pierderi de sarcină (tabele)

Pierderile de sarcini au fost calculate pentru țevi din fontă ductilă căptușite la interior cu mortar de ciment. Ipoteze de calcul

- Rețeaua este plină cu apă
- DN 40 - 2000
- Coeficient de rugozitate: $k = 0.03$ mm și $k = 0.1$ mm
- Vâscozitatea cinematică a apei: $\nu = 1.301 \cdot 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$
- Temperatura apei: $T = 10^\circ\text{C}$

Pentru conductele BLUTOP[®] căptușite la interior cu DUCTAN, ipotezele de calcul utilizate sunt următoarele:

- Rețeaua este plină cu apă
- DN/OD (diametrul exterior) 75, 90, 110, 125, 140 și 160
- Coeficient de rugozitate:
 - $k = 0.01$ mm
 - $k = 0.05$ mm (inclusiv pierderi de sarcini locale)
- Vâscozitatea cinematică a apei: $\nu = 1.301 \cdot 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$
- Temperatura apei: $T = 10^\circ\text{C}$

CICLUL APEI

Pierderi de sarcină (tabele)

Q	DN 60			DN 80			DN 100		
	j (m/km)*			j (m/km)*			j (m/km)*		
	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)
1.50	6.184	6.763	0.53						
1.60	6.943	7.620	0.57						
1.70	7.743	8.524	0.60						
1.80	8.582	9.478	0.64						
2.00	10.379	11.529	0.71						
2.20	12.333	13.775	0.78						
2.40	14.442	16.213	0.85						
2.60	16.705	18.843	0.92	4.128	4.486	0.52			
2.80	19.120	21.665	0.99	4.717	5.145	0.56			
3.00	21.688	24.679	1.06	5.342	5.846	0.60			
3.20	24.407	27.884	1.13	6.002	6.591	0.64			
3.40	27.277	31.280	1.20	6.697	7.378	0.68			
3.60	30.296	34.868	1.27	7.427	8.208	0.72			
3.80	33.465	38.646	1.34	8.193	9.081	0.76			
4.00	36.782	42.615	1.41	8.993	9.996	0.80	3.044	3.294	0.51
4.20	40.248	46.775	1.49	9.827	10.953	0.84	3.324	3.604	0.53
4.40	43.861	51.125	1.56	10.696	11.954	0.88	3.615	3.929	0.56
4.60	47.622	55.666	1.63	11.599	12.996	0.92	3.917	4.266	0.59
4.80	51.531	60.397	1.70	12.536	14.081	0.95	4.230	4.617	0.61
5.00	55.586	65.319	1.77	13.508	15.208	0.99	4.555	4.982	0.64
5.20	59.787	70.431	1.84	14.513	16.377	1.03	4.890	5.359	0.66
5.40	64.136	75.733	1.91	15.551	17.589	1.07	5.236	5.750	0.69
5.60	68.630	81.225	1.98	16.624	18.843	1.11	5.594	6.154	0.71
5.80	73.270	86.908	2.05	17.730	20.139	1.15	5.962	6.571	0.74
6.00	78.055	92.781	2.12	18.869	21.477	1.19	6.341	7.002	0.76
6.20	82.986	98.844	2.19	20.042	22.858	1.23	6.731	7.445	0.79
6.40	88.063	105.096	2.26	21.248	24.280	1.27	7.131	7.902	0.81
6.60	93.284	111.539	2.33	22.488	25.745	1.31	7.543	8.372	0.84
6.80	98.650	118.172	2.41	23.761	27.252	1.35	7.965	8.855	0.87
7.00	104.162	124.995	2.48	25.067	28.801	1.39	8.398	9.352	0.89
7.20	109.817	132.008	2.55	26.406	30.391	1.43	8.842	9.861	0.92
7.40	115.618	139.211	2.62	27.778	32.024	1.47	9.296	10.384	0.94
7.60	121.563	146.604	2.69	29.183	33.699	1.51	9.761	10.920	0.97
7.80	127.652	154.187	2.76	30.620	35.416	1.55	10.236	11.469	0.99
8.00	133.885	161.960	2.83	32.091	37.175	1.59	10.722	12.031	1.02
8.20	140.263	169.922	2.90	33.595	38.976	1.63	11.219	12.606	1.04
8.40	146.784	178.075	2.97	35.131	40.819	1.67	11.726	13.194	1.07
8.60				36.700	42.704	1.71	12.243	13.795	1.09
8.80				38.302	44.631	1.75	12.772	14.410	1.12
9.00				39.937	46.600	1.79	13.310	15.037	1.15
9.50				44.166	51.707	1.89	14.703	16.663	1.21
10.00				48.599	57.075	1.99	16.160	18.371	1.27
10.50				53.234	62.705	2.09	17.683	20.160	1.34
11.00				58.073	68.598	2.19	19.270	22.031	1.40
11.50				63.114	74.752	2.29	20.922	23.983	1.46
12.00				68.356	81.169	2.39	22.639	26.017	1.53
12.50				73.801	87.847	2.49	24.420	28.133	1.59
13.00				79.447	94.788	2.59	26.264	30.330	1.66
13.50				85.294	101.990	2.69	28.173	32.608	1.72
14.00				91.342	109.454	2.79	30.146	34.968	1.78
15.00				104.040	125.167	2.98	34.283	39.931	1.91
16.00							38.674	45.220	2.04
17.00							43.318	50.834	2.16
18.00							48.216	56.773	2.29
19.00							53.366	63.037	2.42
20.00							58.768	69.626	2.55
21.00							64.422	76.539	2.67
22.00							70.327	83.778	2.80
23.00							76.482	91.341	2.93

Valori aplicabile direct pentru apă la 10°C

* Înălțimea (în metri) a fluidului pe măsură ce curge printr-un kilometru standard de conductă.

CICLUL APEI

Pierderi de sarcină (tabele)

Q	DN 125			DN 150			DN 200		
	j (m/km)*			j (m/km)*			j (m/km)*		
	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)
7.00	2.832	3.070	0.57						
7.50	3.209	3.490	0.61						
8.00	3.607	3.936	0.65						
8.50	4.027	4.408	0.69						
9.00	4.469	4.906	0.73	1.844	1.984	0.51			
9.50	4.931	5.429	0.77	2.034	2.193	0.54			
10.00	5.415	5.977	0.81	2.232	2.412	0.57			
10.50	5.920	6.552	0.86	2.438	2.641	0.59			
11.00	6.445	7.151	0.90	2.653	2.880	0.62			
11.50	6.992	7.777	0.94	2.876	3.129	0.65			
12.00	7.559	8.428	0.98	3.107	3.388	0.68			
12.50	8.147	9.104	1.02	3.347	3.656	0.71			
13.00	8.756	9.806	1.06	3.595	3.935	0.74			
13.50	9.385	10.533	1.10	3.852	4.224	0.76			
14.00	10.035	11.285	1.14	4.116	4.522	0.79			
14.50	10.705	12.063	1.18	4.389	4.830	0.82			
15.00	11.396	12.867	1.22	4.669	5.149	0.85			
15.50	12.107	13.695	1.26	4.958	5.477	0.88			
16.00	12.838	14.549	1.30	5.255	5.814	0.91	1.297	1.389	0.51
16.50	13.590	15.429	1.34	5.560	6.162	0.93	1.371	1.471	0.53
17.00	14.362	16.333	1.39	5.873	6.519	0.96	1.448	1.555	0.54
17.50	15.154	17.263	1.43	6.194	6.887	0.99	1.526	1.641	0.56
18.00	15.966	18.219	1.47	6.523	7.264	1.02	1.606	1.729	0.57
18.50	16.799	19.199	1.51	6.861	7.651	1.05	1.688	1.820	0.59
19.00	17.651	20.205	1.55	7.206	8.047	1.08	1.772	1.913	0.60
19.50	18.524	21.237	1.59	7.559	8.454	1.10	1.858	2.008	0.62
20.00	19.416	22.293	1.63	7.920	8.870	1.13	1.945	2.105	0.64
20.50	20.329	23.375	1.67	8.289	9.296	1.16	2.035	2.204	0.65
21.00	21.262	24.482	1.71	8.665	9.732	1.19	2.126	2.306	0.67
21.50	22.214	25.614	1.75	9.050	10.177	1.22	2.219	2.410	0.68
22.00	23.187	26.772	1.79	9.443	10.633	1.24	2.314	2.516	0.70
22.50	24.180	27.955	1.83	9.843	11.098	1.27	2.411	2.624	0.72
23.00	25.192	29.163	1.87	10.252	11.573	1.30	2.510	2.734	0.73
23.50	26.224	30.397	1.91	10.668	12.057	1.33	2.611	2.847	0.75
24.00	27.277	31.655	1.96	11.092	12.552	1.36	2.713	2.962	0.76
26.00	31.684	36.942	2.12	12.867	14.627	1.47	3.141	3.443	0.83
28.00	36.408	42.633	2.28	14.766	16.857	1.58	3.599	3.959	0.89
30.00	41.448	48.728	2.44	16.790	19.244	1.70	4.085	4.510	0.95
32.00	46.802	55.226	2.61	18.937	21.787	1.81	4.600	5.096	1.02
34.00	52.471	62.128	2.77	21.208	24.485	1.92	5.144	5.717	1.08
36.00	58.454	69.432	2.93	23.602	27.339	2.04	5.717	6.372	1.15
38.00				26.119	30.348	2.15	6.317	7.063	1.21
40.00				28.758	33.513	2.26	6.946	7.788	1.27
42.00				31.520	36.833	2.38	7.604	8.548	1.34
44.00				34.404	40.309	2.49	8.289	9.342	1.40
46.00				37.409	43.940	2.60	9.003	10.172	1.46
48.00				40.537	47.726	2.72	9.744	11.035	1.53
50.00				43.786	51.668	2.83	10.514	11.934	1.59
55.00							12.559	14.332	1.75
60.00							14.777	16.946	1.91
65.00							17.168	19.777	2.07
70.00							19.731	22.823	2.23
75.00							22.465	26.085	2.39
80.00							25.370	29.564	2.55
85.00							28.446	33.258	2.71
90.00							31.692	37.167	2.86

Valori aplicabile direct pentru apă la 10°C

* Înălțimea (în metri) a fluidului pe măsură ce curge printr-un kilometru standard de conductă.

CICLUL APEI

Pierderi de sarcină (tabele)

Q	DN 250			DN 300			DN 350			
	j (m/km)*			j (m/km)*			j (m/km)*			
	(L/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)
30.00	1.377	1.483	0.61							
32.00	1.549	1.673	0.65							
34.00	1.730	1.874	0.69							
36.00	1.921	2.086	0.73	0.792	0.844	0.51				
38.00	2.121	2.309	0.77	0.874	0.934	0.54				
40.00	2.330	2.543	0.81	0.960	1.027	0.57				
42.00	2.549	2.788	0.86	1.049	1.125	0.59				
44.00	2.776	3.044	0.90	1.142	1.227	0.62				
46.00	3.013	3.310	0.94	1.238	1.334	0.65				
48.00	3.258	3.588	0.98	1.339	1.445	0.68				
50.00	3.513	3.876	1.02	1.442	1.559	0.71	0.682	0.726	0.52	
52.00	3.776	4.176	1.06	1.550	1.679	0.74	0.732	0.781	0.54	
54.00	4.049	4.486	1.10	1.661	1.802	0.76	0.785	0.838	0.56	
56.00	4.331	4.807	1.14	1.776	1.930	0.79	0.838	0.897	0.58	
58.00	4.621	5.139	1.18	1.894	2.062	0.82	0.894	0.958	0.60	
60.00	4.920	5.482	1.22	2.016	2.198	0.85	0.951	1.021	0.62	
62.00	5.229	5.836	1.26	2.141	2.338	0.88	1.010	1.085	0.64	
64.00	5.546	6.200	1.30	2.270	2.483	0.91	1.070	1.152	0.67	
66.00	5.872	6.575	1.34	2.402	2.631	0.93	1.132	1.220	0.69	
68.00	6.207	6.961	1.39	2.538	2.784	0.96	1.196	1.290	0.71	
70.00	6.550	7.358	1.43	2.677	2.942	0.99	1.261	1.363	0.73	
72.00	6.902	7.766	1.47	2.820	3.103	1.02	1.328	1.437	0.75	
74.00	7.264	8.185	1.51	2.967	3.269	1.05	1.397	1.513	0.77	
76.00	7.634	8.614	1.55	3.116	3.438	1.08	1.467	1.591	0.79	
78.00	8.012	9.054	1.59	3.270	3.612	1.10	1.539	1.670	0.81	
80.00	8.400	9.505	1.63	3.427	3.790	1.13	1.612	1.752	0.83	
85.00	9.406	10.680	1.73	3.834	4.254	1.20	1.802	1.965	0.88	
90.00	10.467	11.922	1.83	4.262	4.744	1.27	2.002	2.189	0.94	
95.00	11.583	13.232	1.94	4.713	5.260	1.34	2.213	2.425	0.99	
100.00	12.752	14.609	2.04	5.184	5.802	1.41	2.433	2.673	1.04	
105.00	13.976	16.053	2.14	5.677	6.371	1.49	2.662	2.932	1.09	
110.00	15.253	17.565	2.24	6.192	6.965	1.56	2.902	3.204	1.14	
115.00	16.584	19.144	2.34	6.727	7.586	1.63	3.151	3.487	1.20	
120.00	17.969	20.790	2.44	7.284	8.232	1.70	3.410	3.782	1.25	
125.00	19.407	22.504	2.55	7.862	8.905	1.77	3.679	4.088	1.30	
130.00	20.899	24.285	2.65	8.460	9.604	1.84	3.957	4.406	1.35	
135.00	22.444	26.134	2.75	9.080	10.329	1.91	4.245	4.736	1.40	
140.00	24.043	28.049	2.85	9.721	11.080	1.98	4.542	5.078	1.46	
145.00	25.695	30.032	2.95	10.383	11.856	2.05	4.849	5.431	1.51	
150.00				11.066	12.659	2.12	5.166	5.796	1.56	
155.00				11.770	13.488	2.19	5.492	6.173	1.61	
160.00				12.495	14.343	2.26	5.828	6.561	1.66	
165.00				13.240	15.224	2.33	6.173	6.961	1.71	
170.00				14.007	16.131	2.41	6.528	7.373	1.77	
175.00				14.794	17.064	2.48	6.892	7.796	1.82	
180.00				15.602	18.023	2.55	7.266	8.231	1.87	
185.00				16.431	19.008	2.62	7.649	8.678	1.92	
190.00				17.281	20.019	2.69	8.041	9.136	1.97	
195.00				18.151	21.056	2.76	8.443	9.606	2.03	
200.00				19.042	22.119	2.83	8.855	10.088	2.08	
210.00				20.886	24.323	2.97	9.706	11.086	2.18	
220.00							10.594	12.131	2.29	
230.00							11.520	13.223	2.39	
240.00							12.484	14.361	2.49	
250.00							13.485	15.546	2.60	
260.00							14.523	16.777	2.70	
270.00							15.599	18.055	2.81	
280.00							16.712	19.379	2.91	

Valori aplicabile direct pentru apă la 10°C

* Înălțimea (în metri) a fluidului pe măsură ce curge printr-un kilometru standard de conductă.

CICLUL APEI

Pierderi de sarcină (tabele)

Q	DN 400			DN 450			DN 500			
	j (m/km)*			j (m/km)*			j (m/km)*			
	(L/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)
65.00	0.575	0.612	0.52							
70.00	0.659	0.702	0.56							
75.00	0.747	0.799	0.60							
80.00	0.841	0.902	0.64	0.474	0.503	0.50				
85.00	0.940	1.010	0.68	0.530	0.564	0.53				
90.00	1.044	1.125	0.72	0.588	0.627	0.57				
95.00	1.153	1.245	0.76	0.650	0.694	0.60				
100.00	1.267	1.371	0.80	0.713	0.764	0.63	0.428	0.453	0.51	
105.00	1.385	1.504	0.84	0.780	0.837	0.66	0.467	0.496	0.53	
110.00	1.509	1.642	0.88	0.850	0.913	0.69	0.509	0.542	0.56	
115.00	1.638	1.786	0.92	0.922	0.993	0.72	0.552	0.588	0.59	
120.00	1.772	1.935	0.95	0.997	1.075	0.75	0.597	0.637	0.61	
125.00	1.911	2.091	0.99	1.075	1.161	0.79	0.643	0.688	0.64	
130.00	2.055	2.253	1.03	1.155	1.251	0.82	0.691	0.740	0.66	
135.00	2.204	2.420	1.07	1.239	1.343	0.85	0.741	0.795	0.69	
140.00	2.357	2.594	1.11	1.324	1.438	0.88	0.792	0.851	0.71	
145.00	2.516	2.773	1.15	1.413	1.537	0.91	0.845	0.909	0.74	
150.00	2.679	2.958	1.19	1.504	1.639	0.94	0.899	0.969	0.76	
155.00	2.847	3.149	1.23	1.598	1.744	0.97	0.955	1.031	0.79	
160.00	3.020	3.345	1.27	1.695	1.852	1.01	1.013	1.094	0.81	
165.00	3.198	3.548	1.31	1.794	1.964	1.04	1.072	1.160	0.84	
170.00	3.380	3.756	1.35	1.896	2.079	1.07	1.132	1.227	0.87	
175.00	3.568	3.971	1.39	2.001	2.196	1.10	1.195	1.296	0.89	
180.00	3.760	4.191	1.43	2.108	2.317	1.13	1.259	1.368	0.92	
185.00	3.957	4.417	1.47	2.218	2.442	1.16	1.324	1.440	0.94	
190.00	4.159	4.648	1.51	2.331	2.569	1.19	1.391	1.515	0.97	
195.00	4.366	4.886	1.55	2.446	2.699	1.23	1.459	1.592	0.99	
200.00	4.577	5.129	1.59	2.564	2.833	1.26	1.529	1.670	1.02	
210.00	5.014	5.634	1.67	2.807	3.110	1.32	1.674	1.832	1.07	
220.00	5.471	6.161	1.75	3.061	3.399	1.38	1.825	2.002	1.12	
230.00	5.946	6.712	1.83	3.326	3.701	1.45	1.982	2.179	1.17	
240.00	6.440	7.286	1.91	3.601	4.016	1.51	2.145	2.363	1.22	
250.00	6.953	7.883	1.99	3.886	4.344	1.57	2.314	2.555	1.27	
260.00	7.485	8.504	2.07	4.182	4.684	1.63	2.489	2.753	1.32	
270.00	8.035	9.148	2.15	4.488	5.036	1.70	2.671	2.960	1.38	
280.00	8.605	9.815	2.23	4.804	5.401	1.76	2.858	3.173	1.43	
290.00	9.193	10.506	2.31	5.131	5.779	1.82	3.051	3.394	1.48	
300.00	9.800	11.219	2.39	5.468	6.170	1.89	3.251	3.622	1.53	
310.00	10.426	11.956	2.47	5.815	6.573	1.95	3.456	3.857	1.58	
320.00	11.071	12.716	2.55	6.173	6.988	2.01	3.668	4.100	1.63	
330.00	11.734	13.499	2.63	6.541	7.417	2.07	3.885	4.350	1.68	
340.00	12.416	14.306	2.71	6.919	7.857	2.14	4.109	4.607	1.73	
350.00	13.117	15.136	2.79	7.307	8.311	2.20	4.338	4.872	1.78	
360.00	13.836	15.989	2.86	7.705	8.777	2.26	4.574	5.144	1.83	
370.00	14.574	16.865	2.94	8.114	9.255	2.33	4.815	5.423	1.88	
380.00				8.533	9.747	2.39	5.062	5.709	1.94	
390.00				8.962	10.250	2.45	5.316	6.003	1.99	
400.00				9.401	10.767	2.52	5.575	6.304	2.04	
420.00				10.310	11.837	2.64	6.111	6.928	2.14	
440.00				11.259	12.958	2.77	6.671	7.581	2.24	
460.00				12.249	14.129	2.89	7.255	8.263	2.34	
480.00							7.862	8.974	2.44	
500.00							8.493	9.714	2.55	
520.00							9.147	10.483	2.65	
540.00							9.825	11.282	2.75	
560.00							10.526	12.109	2.85	
580.00							11.251	12.965	2.95	

Valori aplicabile direct pentru apă la 10°C

* Înălțimea (în metri) a fluidului pe măsură ce curge printr-un kilometru standard de conductă.

CICLUL APEI

Pierderi de sarcină (tabele)

Q	DN 600			DN 700			DN 800			
	j (m/km)*			j (m/km)*			j (m/km)*			
	(L/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)
160.00	0.417	0.443	0.57							
170.00	0.466	0.496	0.60							
180.00	0.517	0.552	0.64							
190.00	0.571	0.611	0.67							
200.00	0.628	0.673	0.71	0.296	0.313	0.52				
210.00	0.687	0.737	0.74	0.324	0.343	0.55				
220.00	0.748	0.805	0.78	0.353	0.375	0.57				
230.00	0.812	0.875	0.81	0.383	0.407	0.60				
240.00	0.878	0.949	0.85	0.414	0.441	0.62				
250.00	0.947	1.025	0.88	0.446	0.476	0.65				
260.00	1.018	1.104	0.92	0.480	0.512	0.68	0.251	0.265	0.52	
270.00	1.092	1.186	0.95	0.514	0.550	0.70	0.269	0.284	0.54	
280.00	1.168	1.271	0.99	0.550	0.589	0.73	0.287	0.304	0.56	
290.00	1.247	1.358	1.03	0.587	0.629	0.75	0.306	0.325	0.58	
300.00	1.327	1.449	1.06	0.625	0.671	0.78	0.326	0.346	0.60	
310.00	1.411	1.542	1.10	0.664	0.714	0.81	0.346	0.368	0.62	
320.00	1.496	1.638	1.13	0.704	0.758	0.83	0.367	0.390	0.64	
330.00	1.584	1.737	1.17	0.745	0.804	0.86	0.388	0.414	0.66	
340.00	1.675	1.839	1.20	0.787	0.850	0.88	0.410	0.438	0.68	
350.00	1.768	1.943	1.24	0.830	0.898	0.91	0.433	0.462	0.70	
360.00	1.863	2.051	1.27	0.875	0.947	0.94	0.456	0.487	0.72	
370.00	1.960	2.161	1.31	0.921	0.998	0.96	0.479	0.513	0.74	
380.00	2.060	2.274	1.34	0.967	1.050	0.99	0.504	0.540	0.76	
390.00	2.163	2.390	1.38	1.015	1.103	1.01	0.528	0.567	0.78	
400.00	2.267	2.509	1.41	1.064	1.157	1.04	0.554	0.594	0.80	
420.00	2.483	2.755	1.49	1.165	1.270	1.09	0.606	0.652	0.84	
440.00	2.709	3.013	1.56	1.270	1.388	1.14	0.660	0.712	0.88	
460.00	2.944	3.281	1.63	1.379	1.510	1.20	0.717	0.774	0.92	
480.00	3.189	3.561	1.70	1.493	1.638	1.25	0.776	0.839	0.95	
500.00	3.442	3.853	1.77	1.611	1.771	1.30	0.837	0.907	0.99	
520.00	3.705	4.155	1.84	1.733	1.909	1.35	0.900	0.977	1.03	
540.00	3.977	4.469	1.91	1.860	2.053	1.40	0.965	1.050	1.07	
560.00	4.259	4.794	1.98	1.990	2.201	1.46	1.033	1.125	1.11	
580.00	4.550	5.131	2.05	2.125	2.354	1.51	1.102	1.203	1.15	
600.00	4.850	5.478	2.12	2.265	2.513	1.56	1.174	1.284	1.19	
620.00	5.159	5.837	2.19	2.408	2.676	1.61	1.248	1.367	1.23	
640.00	5.477	6.208	2.26	2.556	2.845	1.66	1.324	1.452	1.27	
660.00	5.805	6.589	2.33	2.707	3.018	1.71	1.403	1.540	1.31	
680.00	6.142	6.982	2.41	2.863	3.197	1.77	1.483	1.631	1.35	
700.00	6.488	7.386	2.48	3.024	3.381	1.82	1.566	1.724	1.39	
720.00	6.843	7.801	2.55	3.188	3.569	1.87	1.650	1.820	1.43	
740.00	7.207	8.228	2.62	3.357	3.763	1.92	1.737	1.918	1.47	
760.00	7.581	8.666	2.69	3.529	3.962	1.97	1.826	2.019	1.51	
780.00	7.963	9.115	2.76	3.706	4.166	2.03	1.917	2.122	1.55	
800.00	8.355	9.575	2.83	3.887	4.375	2.08	2.010	2.228	1.59	
850.00				4.358	4.920	2.21	2.252	2.503	1.69	
900.00				4.855	5.497	2.34	2.507	2.795	1.79	
950.00				5.377	6.105	2.47	2.775	3.102	1.89	
1,000.00				5.925	6.744	2.60	3.056	3.425	1.99	
1,050.00				6.500	7.415	2.73	3.351	3.764	2.09	
1,100.00				7.099	8.118	2.86	3.658	4.119	2.19	
1,150.00				7.725	8.853	2.99	3.978	4.490	2.29	
1,200.00							4.312	4.876	2.39	
1,250.00							4.658	5.278	2.49	
1,300.00							5.017	5.696	2.59	
1,350.00							5.389	6.130	2.69	
1,400.00							5.774	6.579	2.79	
1,450.00							6.172	7.045	2.88	

Valori aplicabile direct pentru apă la 10°C

* Înălțimea (în metri) a fluidului pe măsură ce curge printr-un kilometru standard de conductă.

CICLUL APEI

Pierderi de sarcină (tabele)

Q	DN 900			DN 1000			DN 1100			
	j (m/km)*			j (m/km)*			j (m/km)*			
	(L/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)
340.00	0.231	0.244	0.53							
360.00	0.257	0.272	0.57							
380.00	0.284	0.301	0.60							
400.00	0.312	0.331	0.63	0.187	0.197	0.51				
420.00	0.341	0.363	0.66	0.204	0.215	0.53				
440.00	0.372	0.396	0.69	0.222	0.235	0.56				
460.00	0.403	0.431	0.72	0.241	0.255	0.59				
480.00	0.436	0.467	0.75	0.261	0.277	0.61	0.164	0.173	0.51	
500.00	0.470	0.504	0.79	0.281	0.299	0.64	0.177	0.186	0.53	
520.00	0.506	0.543	0.82	0.303	0.322	0.66	0.190	0.201	0.55	
540.00	0.542	0.583	0.85	0.324	0.345	0.69	0.204	0.215	0.57	
560.00	0.580	0.625	0.88	0.347	0.370	0.71	0.218	0.231	0.59	
580.00	0.619	0.668	0.91	0.370	0.395	0.74	0.233	0.246	0.61	
600.00	0.659	0.712	0.94	0.394	0.421	0.76	0.248	0.262	0.63	
620.00	0.701	0.758	0.97	0.419	0.448	0.79	0.263	0.279	0.65	
640.00	0.743	0.805	1.01	0.444	0.476	0.81	0.279	0.296	0.67	
660.00	0.787	0.853	1.04	0.470	0.504	0.84	0.295	0.314	0.69	
680.00	0.832	0.903	1.07	0.497	0.534	0.87	0.312	0.332	0.72	
700.00	0.878	0.955	1.10	0.524	0.564	0.89	0.329	0.351	0.74	
720.00	0.925	1.007	1.13	0.552	0.595	0.92	0.347	0.370	0.76	
740.00	0.974	1.061	1.16	0.581	0.627	0.94	0.365	0.390	0.78	
760.00	1.023	1.117	1.19	0.610	0.659	0.97	0.383	0.410	0.80	
780.00	1.074	1.174	1.23	0.641	0.693	0.99	0.402	0.431	0.82	
800.00	1.126	1.232	1.26	0.671	0.727	1.02	0.421	0.452	0.84	
850.00	1.261	1.383	1.34	0.752	0.816	1.08	0.471	0.507	0.89	
900.00	1.403	1.544	1.41	0.836	0.910	1.15	0.524	0.565	0.95	
950.00	1.552	1.712	1.49	0.925	1.008	1.21	0.579	0.626	1.00	
1,000.00	1.709	1.890	1.57	1.017	1.112	1.27	0.637	0.690	1.05	
1,050.00	1.872	2.076	1.65	1.114	1.221	1.34	0.698	0.757	1.10	
1,100.00	2.043	2.270	1.73	1.216	1.335	1.40	0.761	0.828	1.16	
1,150.00	2.221	2.473	1.81	1.321	1.454	1.46	0.827	0.901	1.21	
1,200.00	2.406	2.685	1.89	1.431	1.578	1.53	0.895	0.977	1.26	
1,250.00	2.599	2.905	1.96	1.545	1.707	1.59	0.966	1.057	1.32	
1,300.00	2.798	3.134	2.04	1.663	1.840	1.66	1.040	1.139	1.37	
1,350.00	3.004	3.372	2.12	1.785	1.979	1.72	1.116	1.225	1.42	
1,400.00	3.218	3.618	2.20	1.911	2.123	1.78	1.194	1.313	1.47	
1,450.00	3.438	3.872	2.28	2.041	2.272	1.85	1.276	1.405	1.53	
1,500.00	3.666	4.135	2.36	2.176	2.425	1.91	1.359	1.499	1.58	
1,550.00	3.901	4.407	2.44	2.314	2.584	1.97	1.446	1.597	1.63	
1,600.00	4.142	4.687	2.52	2.457	2.748	2.04	1.534	1.698	1.68	
1,650.00	4.391	4.976	2.59	2.604	2.916	2.10	1.626	1.801	1.74	
1,700.00	4.647	5.274	2.67	2.755	3.090	2.16	1.720	1.908	1.79	
1,750.00	4.909	5.580	2.75	2.910	3.268	2.23	1.816	2.018	1.84	
1,800.00	5.179	5.894	2.83	3.069	3.452	2.29	1.915	2.131	1.89	
1,850.00	5.456	6.217	2.91	3.232	3.640	2.36	2.016	2.247	1.95	
1,900.00	5.739	6.549	2.99	3.400	3.834	2.42	2.120	2.365	2.00	
1,950.00				3.571	4.032	2.48	2.227	2.487	2.05	
2,000.00				3.747	4.235	2.55	2.336	2.612	2.10	
2,100.00				4.110	4.657	2.67	2.561	2.871	2.21	
2,200.00				4.489	5.098	2.80	2.797	3.142	2.31	
2,300.00				4.885	5.559	2.93	3.042	3.425	2.42	
2,400.00							3.298	3.720	2.53	
2,500.00							3.563	4.028	2.63	
2,600.00							3.838	4.347	2.74	
2,700.00							4.124	4.679	2.84	
2,800.00							4.419	5.022	2.95	

Valori aplicabile direct pentru apă la 10°C

CICLUL APEI

Pierderi de sarcină (tabele)

Q	DN 1200			DN 1400			DN 1500			
	j (m/km)*			j (m/km)*			j (m/km)*			
	(L/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)
600.00	0.162	0.171	0.53							
650.00	0.188	0.198	0.57							
700.00	0.215	0.228	0.62							
750.00	0.244	0.259	0.66							
800.00	0.275	0.293	0.71	0.130	0.137	0.52				
850.00	0.308	0.329	0.75	0.145	0.153	0.55				
900.00	0.342	0.366	0.80	0.161	0.170	0.58	0.115	0.121	0.51	
950.00	0.379	0.406	0.84	0.178	0.189	0.62	0.128	0.134	0.54	
1,000.00	0.416	0.447	0.88	0.196	0.208	0.65	0.140	0.148	0.57	
1,050.00	0.456	0.490	0.93	0.215	0.228	0.68	0.153	0.162	0.59	
1,100.00	0.497	0.536	0.97	0.234	0.249	0.71	0.167	0.177	0.62	
1,150.00	0.540	0.583	1.02	0.254	0.270	0.75	0.181	0.192	0.65	
1,200.00	0.584	0.632	1.06	0.275	0.293	0.78	0.196	0.208	0.68	
1,250.00	0.630	0.683	1.11	0.296	0.317	0.81	0.212	0.225	0.71	
1,300.00	0.678	0.736	1.15	0.319	0.341	0.84	0.228	0.242	0.74	
1,350.00	0.728	0.791	1.19	0.342	0.366	0.88	0.244	0.260	0.76	
1,400.00	0.779	0.848	1.24	0.366	0.392	0.91	0.261	0.278	0.79	
1,450.00	0.831	0.907	1.28	0.390	0.420	0.94	0.279	0.297	0.82	
1,500.00	0.886	0.968	1.33	0.416	0.447	0.97	0.297	0.317	0.85	
1,550.00	0.942	1.031	1.37	0.442	0.476	1.01	0.315	0.338	0.88	
1,600.00	0.999	1.096	1.41	0.469	0.506	1.04	0.334	0.359	0.91	
1,650.00	1.059	1.162	1.46	0.496	0.536	1.07	0.354	0.380	0.93	
1,700.00	1.120	1.231	1.50	0.525	0.568	1.10	0.374	0.402	0.96	
1,750.00	1.182	1.301	1.55	0.554	0.600	1.14	0.395	0.425	0.99	
1,800.00	1.246	1.374	1.59	0.584	0.633	1.17	0.416	0.449	1.02	
1,850.00	1.312	1.448	1.64	0.615	0.667	1.20	0.438	0.473	1.05	
1,900.00	1.380	1.524	1.68	0.646	0.702	1.23	0.460	0.497	1.08	
1,950.00	1.449	1.603	1.72	0.678	0.738	1.27	0.483	0.522	1.10	
2,000.00	1.519	1.683	1.77	0.711	0.775	1.30	0.507	0.548	1.13	
2,100.00	1.665	1.849	1.86	0.779	0.851	1.36	0.555	0.602	1.19	
2,200.00	1.818	2.023	1.95	0.850	0.930	1.43	0.605	0.658	1.24	
2,300.00	1.977	2.204	2.03	0.924	1.013	1.49	0.658	0.716	1.30	
2,400.00	2.142	2.394	2.12	1.001	1.099	1.56	0.712	0.777	1.36	
2,500.00	2.314	2.591	2.21	1.080	1.189	1.62	0.769	0.841	1.41	
2,600.00	2.492	2.795	2.30	1.163	1.283	1.69	0.828	0.906	1.47	
2,700.00	2.677	3.008	2.39	1.248	1.379	1.75	0.888	0.974	1.53	
2,800.00	2.867	3.228	2.48	1.337	1.480	1.82	0.951	1.045	1.58	
2,900.00	3.065	3.456	2.56	1.428	1.583	1.88	1.016	1.118	1.64	
3,000.00	3.268	3.691	2.65	1.522	1.691	1.95	1.083	1.194	1.70	
3,100.00	3.478	3.934	2.74	1.620	1.801	2.01	1.152	1.271	1.75	
3,200.00	3.694	4.185	2.83	1.720	1.915	2.08	1.223	1.352	1.81	
3,300.00	3.917	4.444	2.92	1.823	2.033	2.14	1.296	1.435	1.87	
3,400.00				1.928	2.154	2.21	1.371	1.520	1.92	
3,500.00				2.037	2.279	2.27	1.448	1.607	1.98	
3,650.00				2.206	2.472	2.37	1.567	1.743	2.07	
3,800.00				2.380	2.673	2.47	1.691	1.885	2.15	
3,950.00				2.562	2.882	2.57	1.819	2.032	2.24	
4,100.00				2.750	3.099	2.66	1.952	2.184	2.32	
4,250.00				2.944	3.323	2.76	2.090	2.342	2.41	
4,400.00				3.144	3.555	2.86	2.232	2.505	2.49	
4,550.00				3.351	3.795	2.96	2.379	2.674	2.57	
4,700.00							2.530	2.848	2.66	
4,850.00							2.685	3.027	2.74	
5,000.00							2.845	3.212	2.83	
5,150.00							3.010	3.403	2.91	
5,300.00							3.179	3.599	3.00	

Valori aplicabile direct pentru apă la 10°C

* Înălțimea (în metri) a fluidului pe măsură ce curge printr-un kilometru standard de conductă.

CICLUL APEI

Pierderi de sarcină (tabele)

Q	DN 1600			DN 1800			DN 2000			
	j (m/km)*			j (m/km)*			j (m/km)*			
	(L/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)	k = 0.03 m	k = 0.10 mm	V (m/s)
1,100.00	0.122	0.128	0.55							
1,200.00	0.143	0.151	0.60							
1,300.00	0.166	0.176	0.65	0.094	0.098	0.51				
1,400.00	0.190	0.202	0.70	0.107	0.113	0.55				
1,500.00	0.216	0.230	0.75	0.122	0.128	0.59				
1,600.00	0.244	0.260	0.80	0.137	0.145	0.63	0.082	0.086	0.51	
1,700.00	0.273	0.292	0.85	0.154	0.162	0.67	0.092	0.096	0.54	
1,800.00	0.304	0.325	0.90	0.171	0.181	0.71	0.102	0.107	0.57	
1,900.00	0.336	0.360	0.94	0.189	0.200	0.75	0.113	0.119	0.60	
2,000.00	0.369	0.397	0.99	0.208	0.221	0.79	0.124	0.131	0.64	
2,100.00	0.404	0.436	1.04	0.227	0.242	0.83	0.136	0.144	0.67	
2,200.00	0.441	0.476	1.09	0.248	0.265	0.86	0.148	0.157	0.70	
2,300.00	0.479	0.518	1.14	0.269	0.288	0.90	0.161	0.170	0.73	
2,400.00	0.519	0.562	1.19	0.291	0.312	0.94	0.174	0.185	0.76	
2,500.00	0.560	0.608	1.24	0.314	0.337	0.98	0.188	0.200	0.80	
2,600.00	0.603	0.655	1.29	0.338	0.364	1.02	0.202	0.215	0.83	
2,700.00	0.647	0.705	1.34	0.363	0.391	1.06	0.216	0.231	0.86	
2,800.00	0.692	0.755	1.39	0.388	0.419	1.10	0.232	0.247	0.89	
2,900.00	0.739	0.808	1.44	0.414	0.448	1.14	0.247	0.265	0.92	
3,000.00	0.788	0.863	1.49	0.441	0.478	1.18	0.263	0.282	0.95	
3,100.00	0.838	0.919	1.54	0.469	0.509	1.22	0.280	0.300	0.99	
3,200.00	0.889	0.977	1.59	0.498	0.540	1.26	0.297	0.319	1.02	
3,300.00	0.942	1.036	1.64	0.528	0.573	1.30	0.315	0.338	1.05	
3,400.00	0.997	1.097	1.69	0.558	0.607	1.34	0.333	0.358	1.08	
3,500.00	1.053	1.161	1.74	0.589	0.642	1.38	0.351	0.379	1.11	
3,650.00	1.139	1.258	1.82	0.637	0.696	1.43	0.380	0.410	1.16	
3,800.00	1.229	1.360	1.89	0.687	0.752	1.49	0.409	0.443	1.21	
3,950.00	1.322	1.466	1.96	0.739	0.810	1.55	0.440	0.477	1.26	
4,100.00	1.418	1.576	2.04	0.793	0.870	1.61	0.472	0.512	1.31	
4,250.00	1.518	1.689	2.11	0.848	0.932	1.67	0.505	0.549	1.35	
4,400.00	1.621	1.806	2.19	0.906	0.997	1.73	0.539	0.587	1.40	
4,550.00	1.727	1.928	2.26	0.965	1.063	1.79	0.574	0.626	1.45	
4,700.00	1.836	2.053	2.34	1.025	1.132	1.85	0.610	0.666	1.50	
4,850.00	1.949	2.182	2.41	1.088	1.203	1.91	0.647	0.707	1.54	
5,000.00	2.065	2.315	2.49	1.152	1.276	1.96	0.685	0.750	1.59	
5,200.00	2.224	2.498	2.59	1.241	1.376	2.04	0.737	0.809	1.66	
5,400.00	2.390	2.689	2.69	1.333	1.481	2.12	0.792	0.870	1.72	
5,600.00	2.561	2.886	2.79	1.428	1.589	2.20	0.848	0.933	1.78	
5,800.00	2.737	3.090	2.88	1.526	1.701	2.28	0.906	0.999	1.85	
6,000.00	2.920	3.301	2.98	1.627	1.816	2.36	0.966	1.066	1.91	
6,200.00				1.731	1.936	2.44	1.027	1.136	1.97	
6,400.00				1.839	2.059	2.52	1.091	1.208	2.04	
6,600.00				1.949	2.186	2.59	1.156	1.282	2.10	
6,800.00				2.063	2.317	2.67	1.223	1.359	2.16	
7,000.00				2.180	2.451	2.75	1.292	1.437	2.23	
7,200.00				2.300	2.589	2.83	1.363	1.518	2.29	
7,400.00				2.423	2.731	2.91	1.436	1.601	2.36	
7,600.00				2.549	2.877	2.99	1.510	1.686	2.42	
7,800.00							1.587	1.773	2.48	
8,000.00							1.665	1.863	2.55	
8,200.00							1.745	1.954	2.61	
8,400.00							1.826	2.048	2.67	
8,600.00							1.910	2.144	2.74	
8,800.00							1.995	2.242	2.80	
9,000.00							2.083	2.343	2.86	
9,200.00							2.171	2.445	2.93	
9,400.00							2.262	2.550	2.99	

Valori aplicabile direct pentru apă la 10°C

* Înălțimea (în metri) a fluidului pe măsură ce cur

CICLUL APEI

BLUTOP® PIERDERI DE SARCINĂ (TABELE)

Q (L/s)	BLUTOP® DN 75		ID	BLUTOP® DN 90		ID	BLUTOP® DN 110		ID
	j (m/km)*		68	j (m/km)*		83	j (m/km)*		103
	0.01	0.05	V (m/s)	0.01	0.05	V (m/s)	0.01	0.05	V (m/s)
1.60									
1.80	4.55	4.80	0.50						
2.00	5.49	5.82	0.55						
2.20	6.50	6.92	0.61						
2.40	7.59	8.10	0.66						
2.60	8.76	9.38	0.72						
2.80	10.00	10.74	0.77	3.84	4.05	0.52			
3.00	11.31	12.20	0.83	4.34	4.59	0.55			
3.20	12.69	13.73	0.88	4.87	5.16	0.59			
3.40	14.15	15.36	0.94	5.43	5.77	0.63			
3.60	15.68	17.07	0.99	6.01	6.40	0.67			
3.80	17.28	18.86	1.05	6.62	7.07	0.70			
4.00	18.95	20.75	1.10	7.26	7.76	0.74			
4.20	20.69	22.71	1.16	7.92	8.49	0.78	2.81	2.95	0.50
4.40	22.51	24.76	1.21	8.61	9.25	0.81	3.05	3.21	0.53
4.60	24.39	26.90	1.27	9.32	10.04	0.85	3.30	3.48	0.55
4.80	26.33	29.12	1.32	10.06	10.85	0.89	3.56	3.76	0.58
5.00	28.35	31.43	1.38	10.83	11.70	0.92	3.83	4.05	0.60
5.20	30.44	33.82	1.43	11.62	12.58	0.96	4.11	4.35	0.62
5.40	32.59	36.30	1.49	12.44	13.49	1.00	4.40	4.67	0.65
5.60	34.81	38.86	1.54	13.28	14.43	1.04	4.69	4.99	0.67
5.80	37.10	41.51	1.60	14.14	15.41	1.07	5.00	5.32	0.70
6.00	39.45	44.24	1.65	15.04	16.41	1.11	5.31	5.66	0.72
6.20	41.87	47.05	1.71	15.95	17.44	1.15	5.63	6.01	0.74
6.40	44.36	49.95	1.76	16.89	18.50	1.18	5.96	6.37	0.77
6.60	46.91	52.93	1.82	17.86	19.59	1.22	6.30	6.74	0.79
6.80	49.53	56.00	1.87	18.85	20.71	1.26	6.65	7.12	0.82
7.00	52.22	59.15	1.93	19.86	21.86	1.29	7.01	7.52	0.84
7.20	54.97	62.38	1.98	20.90	23.04	1.33	7.37	7.92	0.86
7.40	57.78	65.70	2.04	21.97	24.25	1.37	7.74	8.33	0.89
7.60	60.67	69.10	2.09	23.05	25.49	1.40	8.12	8.75	0.91
7.80	63.61	72.58	2.15	24.17	26.76	1.44	8.51	9.18	0.94
8.00	66.62	76.15	2.20	25.30	28.06	1.48	8.91	9.62	0.96
8.20	69.70	79.81	2.26	26.46	29.39	1.52	9.32	10.07	0.98
8.40	72.84	83.54	2.31	27.65	30.75	1.55	9.73	10.53	1.01
8.60	76.04	87.36	2.37	28.85	32.14	1.59	10.15	11.00	1.03
8.80	79.31	91.27	2.42	30.08	33.56	1.63	10.58	11.48	1.06
9.00	82.65	95.25	2.48	31.34	35.01	1.66	11.02	11.97	1.08
9.20	86.04	99.32	2.53	32.62	36.49	1.70	11.47	12.47	1.10
9.40	89.51	103.48	2.59	33.92	38.00	1.74	11.92	12.97	1.13
9.60	93.03	107.72	2.64	35.25	39.54	1.77	12.38	13.49	1.15
9.80	96.62	112.04	2.70	36.59	41.10	1.81	12.85	14.02	1.18
10.00	100.27	116.44	2.75	37.97	42.70	1.85	13.33	14.56	1.20
10.50	109.68	127.82	2.89	41.50	46.82	1.94	14.57	15.95	1.26
11.00				45.18	51.13	2.03	15.85	17.39	1.32
11.50				49.00	55.62	2.13	17.18	18.90	1.38
12.00				52.97	60.30	2.22	18.56	20.47	1.44
12.50				57.08	65.16	2.31	19.99	22.10	1.50
13.00				61.34	70.21	2.40	21.47	23.79	1.56
13.50				65.74	75.44	2.50	22.99	25.54	1.62
14.00				70.27	80.85	2.59	24.57	27.35	1.68
14.50				74.95	86.45	2.68	26.19	29.22	1.74
16.50							33.16	37.30	1.98
18.50							40.89	46.33	2.22
20.50							49.37	56.32	2.46
22.50							58.59	67.27	2.70
24.50							68.54	79.16	2.94

Valori aplicabile direct pentru apă la 10°C

Înălțimea (în metri) a fluidului pe măsură ce curge printr-un kilometru standard de conductă.

CICLUL APEI

BLUTOP® PIERDERI DE SARCINĂ (TABELE)

Q (L/s)	BLUTOP® DN 125		ID	BLUTOP® DN 140		ID	BLUTOP® DN 160		ID
	j (m/km)*		118	j (m/km)*		133	j (m/km)*		152
	0.01	0.05	V (m/s)	0.01	0.05	V (m/s)	0.01	0.05	V (m/s)
5.50	2.37	2.48	0.50						
6.00	2.76	2.91	0.55						
6.5	3.19	3.37	0.59						
7.00	3.64	3.86	0.64	2.12	2.23	0.51			
7.50	4.12	4.38	0.69	2.40	2.53	0.55			
8.00	4.63	4.93	0.73	2.70	2.84	0.58			
8.50	5.16	5.51	0.78	3.01	3.18	0.62			
9.00	5.72	6.12	0.82	3.33	3.53	0.66	1.69	1.77	0.50
9.50	6.30	6.76	0.87	3.67	3.90	0.69	1.86	1.95	0.52
10.00	6.91	7.43	0.91	4.03	4.28	0.73	2.04	2.15	0.55
10.50	7.55	8.14	0.96	4.40	4.68	0.77	2.23	2.35	0.58
11.00	8.21	8.87	1.01	4.78	5.10	0.80	2.42	2.55	0.61
11.50	8.90	9.63	1.05	5.18	5.54	0.84	2.63	2.77	0.63
12.00	9.61	10.42	1.10	5.59	5.99	0.88	2.83	3.00	0.66
12.50	10.35	11.25	1.14	6.02	6.46	0.91	3.05	3.23	0.69
13.00	11.11	12.10	1.19	6.46	6.95	0.95	3.27	3.47	0.72
13.50	11.90	12.98	1.23	6.92	7.45	0.99	3.50	3.72	0.74
14.00	12.71	13.90	1.28	7.39	7.97	1.02	3.74	3.98	0.77
14.50	13.55	14.84	1.33	7.88	8.51	1.06	3.99	4.25	0.80
15.00	14.41	15.81	1.37	8.37	9.07	1.10	4.24	4.52	0.83
15.50	15.29	16.81	1.42	8.89	9.64	1.13	4.50	4.80	0.85
16.00	16.20	17.84	1.46	9.41	10.22	1.17	4.76	5.09	0.88
16.50	17.13	18.91	1.51	9.95	10.83	1.21	5.03	5.39	0.91
17.00	18.09	20.00	1.55	10.51	11.45	1.24	5.31	5.70	0.94
17.50	19.07	21.12	1.60	11.08	12.09	1.28	5.60	6.01	0.96
18.00	20.08	22.27	1.65	11.66	12.74	1.32	5.89	6.34	0.99
18.50	21.11	23.45	1.69	12.25	13.41	1.35	6.19	6.67	1.02
19.00	22.16	24.66	1.74	12.86	14.10	1.39	6.50	7.01	1.05
19.50	23.24	25.89	1.78	13.48	14.80	1.42	6.81	7.35	1.07
20.00	24.34	27.16	1.83	14.12	15.52	1.46	7.13	7.71	1.10
20.50	25.46	28.46	1.87	14.77	16.26	1.50	7.46	8.07	1.13
21.00	26.61	29.79	1.92	15.43	17.01	1.53	7.79	8.44	1.16
21.50	27.78	31.14	1.97	16.11	17.78	1.57	8.13	8.82	1.18
22.00	28.97	32.53	2.01	16.80	18.57	1.61	8.48	9.21	1.21
22.50	30.19	33.94	2.06	17.50	19.37	1.64	8.83	9.60	1.24
23.00	31.43	35.39	2.10	18.22	20.19	1.68	9.19	10.00	1.27
23.50	32.69	36.86	2.15	18.95	21.03	1.72	9.56	10.41	1.30
24.00	33.98	38.36	2.19	19.69	21.88	1.75	9.93	10.83	1.32
26.00	39.36	44.67	2.38	22.80	25.45	1.90	11.49	12.59	1.43
28.00	45.11	51.45	2.56	26.11	29.28	2.05	13.15	14.47	1.54
30.00	51.22	58.69	2.74	29.63	33.38	2.19	14.92	16.48	1.65
32.00	57.69	66.40	2.93	33.36	37.74	2.34	16.79	18.61	1.76
34.00				37.30	42.36	2.48	18.76	20.87	1.87
36.00				41.44	47.24	2.63	20.83	23.25	1.98
38.00				45.79	52.38	2.78	23.00	25.77	2.09
40.00				50.33	57.78	2.92	25.27	28.40	2.20
42.00							27.65	31.16	2.31
44.00							30.12	34.05	2.42
46.00							32.69	37.06	2.54
48.00							35.36	40.20	2.65
50.00							38.12	43.46	2.76

Valori aplicabile direct pentru apă la 10°C

* Înălțimea (în metri) a fluidului pe măsură ce curge printr-un kilometru standard de conductă.

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Presiuni (terminologie)

Când se utilizează termenul „presiune” trebuie să se facă o distincție între terminologia utilizată de:

- Proiectantul rețelei (pentru sistem)
- Producător (pentru performanțele produsului)
- Utilizatorul sistemului (pentru funcționare)

Terminologie

Terminologia de mai jos se bazează pe standardul European EN 805 – Alimentări cu apă – Condiții pentru sistemele și componentele exterioare clădirilor – aplicabil pentru toate materialele.

	Terminologie				
	Abreviere	Franceză	Engleză	Germană	Română
Proiectant	DP	pression de calcul en régime permanent	design pressure	Systembetriebsdruck	Presiune de proiectare
	MDP	pression maximale de calcul	maximum design pressure	höchster Systembetriebsdruck	Presiune maximă de proiectare
	STP	pression d'épreuve du réseau	system test pressure	Systemprüfdruck	Presiune de testare a sistemului
Producător	PFA	pression de fonctionnement admissible	allowable operating pressure	zulässiger Bauteilbetriebsdruck	Presiune de funcționare admisibilă
	PMA	pression maximale admissible	allowable maximum operating pressure	höchster zulässigen Bauteilbetriebsdruck	Presiune maximă de funcționare admisibilă
	PEA	pression d'épreuve admissible	allowable test pressure	zulässiger Bauteilprüfdruck	Presiune admisibilă de testare
Utilizator	OP	pression de fonctionnement	operating pressure	Betriebsdruck	Presiune de funcționare
	SP	pression de service	service pressure	Versorgungsdruck	Presiune de serviciu

Standardul EN 545 (Țevi, fittinguri, accesorii din fontă ductilă și îmbinări ale acestora) utilizează aceeași terminologie cu a producătorului.

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Presiuni (terminologie)Terminologia proiectantuluiDP – Presiunea de proiectare

Presiunea maximă de proiectare a sistemului sau a zonei de presiune stabilită de către proiectant luând în considerare viitoarele extinderi, dar excluzând variațiile de presiune.

MDP – Presiunea maximă de proiectare

Presiunea maximă de proiectare a sistemului sau a zonei de presiune stabilită de către proiectant luând în considerare viitoarele extinderi și incluzând variațiile de presiune.

MDP este denumită **MDPa** atunci când există o toleranță stabilită pentru variațiile de presiune.

MDP este denumită **MDPc** atunci când variațiile de presiune sunt calculate.

STP – Presiune de testare a sistemului

Presiunea hidrostatică aplicată conductei nou instalate pentru a asigura integritatea și etanșeitatea acesteia.

Terminologia producătorului (utilizată în acest catalog)PFA – Presiunea de funcționare admisibilă

Presiunea hidrostatică maximă la care o componentă poate rezista în condiții de serviciu neîntrerupt. Aceasta este presiunea la care sistemul poate funcționa neîntrerupt.

PMA – Presiunea maximă de funcționare admisibilă

Presiunea maximă care intervine periodic, inclusiv variațiile de presiune, la care o componentă poate rezista în condiții de funcționare. Aceasta este presiunea la care sistemul poate funcționa neîntrerupt, inclusiv cu variații de presiune.

În cazul țevelor din fontă ductilă, $PMA = 1,2 \times PFA$, măsurată în bar (conform EN 545).

PEA – Presiunea admisibilă de testare

Presiunea hidrostatică maximă la care o componentă nou instalată poate rezista. Aceasta este presiunea la care sistemul poate funcționa neîntrerupt pe o perioadă relativ scurtă, pentru a asigura integritatea și etanșeitatea conductei.

În cazul țevelor din fontă ductilă, $PMA = 1,2 \times PFA$, măsurată în bar (conform EN 545).

Terminologia utilizatoruluiOP – Presiunea de funcționare

Presiunea internă care intervine la un moment dat într-un anumit punct al sistemului de alimentare cu apă.

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Presiuni (terminologie)**SP – Presiunea de serviciu**

Presiunea internă existentă la punctul de bransament al instalației consumatorului la debit zero în conducta de serviciu.

Alte definiții ale producătorului**PN – Presiunea nominală (conform EN 545)**

Valoarea numerică, rotunjită corespunzător, utilizată în scop de referință. Toate componentele cu același diametru nominal DN și care au aceeași valoare PN prezintă dimensiuni compatibile pentru îmbinare.

EN 545 – Anexa A.4, Tabelul A.2 – specifică următoarele echivalențe PN în PFA, PMA și PEA pentru țevi și fittinguri cu flanșe:

DN	PN 10			PN 16			PN 25			PN 40		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
40 până la 50	Vezi PN 40			Vezi PN 40			Vezi PN 40			40	48	53
60 până la 80	Vezi PN 16			16	20	25	Vezi PN 40			40	48	53
100 până la 150	Vezi PN 16			16	20	25	25	30	35	40	48	53
200 până la 300	10	12	17	16	20	25	25	30	35	40	48	53
350 până la 1 200	10	12	17	16	20	25	25	30	35	–	–	–
1 400 până la 2 000	10	12	17	16	20	25	–	–	–	–	–	–
Pentru piesele cu flanșe DN 80 fabricate de PAM, se folosesc următoarele echivalențe:												
80	Vezi PN 40			Vezi PN 40			Vezi PN 40			40	48	53

Presiune de testare a etanșeității (în conformitate cu EN 545)

Presiune aplicată unei componente în timpul procesului de producție pentru a asigura etanșeitățile acesteia.

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Presiunea de funcționare admisibilă pentru țevi și fittinguri (bar)

Conductele **PAM** sunt proiectate pentru a rezista la presiuni ridicate, în general mult mai mari decât valorile întâlnite în rețele. Acest lucru se justifică prin necesitatea de a rezista la numeroase solicitări la care conductele sunt supuse în timpul instalării și mai ales pe durata de funcționare a acestora.

Calcul de proiectare a conductei

La alegerea unei componente a conductei, se va asigura respectarea celor trei inegalități de mai jos.

Unde:

- DP = Presiunea de proiectare
- MDP = Presiunea maximă de proiectare
- STP = Presiunea de testare a sistemului

Factor de siguranță

- $DP \leq PFA$
 - $MDP \leq PMA$
 - $STP \leq PEA$
- Presiunile indicate în tabelele de mai jos au fost obținute utilizând factori de siguranță restrictivi care țin seama atât de forțele generate de presiunea internă, cât și de alte eforturi accidentale la care sunt supuse uneori conductele în timpul instalării și pe durata funcționării.

Exemplu: PFA a unei țevi este calculată cu un factor de siguranță de:

- 3 în ceea ce privește rezistența la rupere
- 2 în ceea ce privește limita minimă de elasticitate

Folosirea tabelului de presiuni

Rezistența la presiune a unei componente depinde de:

- Rezistența corpului componentei respective
- Performanța(ele) garniturii(lor) cu care este prevăzută

La alăturarea a două componente, se va ține seama de rezistența componentei mai slabe.

Pentru fiecare tip de componentă (țevi, fittinguri etc.) și fiecare tip de îmbinare, tabelele de mai jos menționează valorile PFA, PMA și PEA aplicabile.

În cazul în care o țevă este echipată cu două tipuri de îmbinări (câte una la fiecare capăt), se vor alege valorile PFA, PMA și PEA mai mici.

În cazul în care o țevă este echipată cu două tipuri de îmbinări (de exemplu teu cu două mufe și ștuț cu flanșă), se vor alege valorile PFA, PMA și PEA mai mici.

Exemplu: Teu DN 300 cu 2 mufe 2 EXPRESS și ștuț cu flanșă DN 150 PN 40, Clasa C50:

- PFA = 40
- PMA = 48
- PEA = 53

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Presiunea de funcționare admisibilă pentru țevi și fittinguri (bar)


ÎMBINARE STANDARD

STD			NATURAL	NATURAL PUR	NATURAL clasă superioară	IRRIGAL	URBITAL	ISOPAM	TT PE	PUX PUR	MINERAL
DN	clasa	PFA									
60	C40	40			64 (C64)						
80	C40	40			64 (C64)						
100	C40	40			64 (C64)						
125	C40	40			64 (C64)						
150	C40	40			64 (C64)						
200	C40	40			50 (C50)						
250	C40	40			50 (C50)						
300	C40	40			50 (C50)						
350	C30	30			40 (C40)						
400	C30	30			40 (C40)						
450	C30	30			40 (C40)						
500	C30	30			40 (C40)						
600	C30	30			40 (C40)						
700	C25	25									
700	C30	30									
800	C25	25									
800	C30	30									
900	C25	25									
900	C30	30									
1000	C25	25									
1000	C30	30									
1100	C25	25									
1100	C30	30									
1200	C25	25									
1200	C30	30									
1400	C25	25									
1500	C25	25									
1600	C25	25									
1800	C25	25									
2000	C25	25									

Aceste valori PFA se aplică și fittingurilor cu îmbinare Standard din tabelul de mai jos.

Clase de presiune a fittingurilor

DN	Class	DN	Class
DN 60 până la DN 100	C100	DN 400 până la DN 600	C40
DN 125 până la DN 200	C64	DN 700 până la DN 1400	C30
DN 250 până la DN 350	C50	DN 1500 până la DN 2000	C25

Pentru informații suplimentare privind gamele, consultați: <http://www.pamline.com>

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Presiunea de funcționare admisibilă pentru țevi și fittinguri (bar)


ÎMBINARE STANDARD VI

STD Vi			NATURAL	NATURAL PUR	NATURAL HPVİ	IRRIGAL	URBITAL	ISOPAM	FM	TT PE	MINERAL
DN	clasa	PFA									
60	C40	22			30 (C64)						
80	C40	16			25 (C64)						
100	C40	16			25 (C64)						
125	C40	16			20 (C64)						
150	C40	16			25 (C64)						
200	C40	16			20 (C50)						
250	C40	16			20 (C50)						
300	C40	16			20 (C50)						
350	C30	16			20 (C40)						
400	C30	16			20 (C40)						
450	C30	13			20 (C40)						
500	C30	11			18 (C40)						
600	C30	10			16 (C40)						
700	C25	10			NC						


ÎMBINARE UNIVERSAL VI

UNI Vi			NATURAL	NATURAL PUR	TT PE	MINERAL
DN	clasa	PFA				
80	C100	100				
100	C100	56				
125	C64	52				
150	C64	48				
200	C64	43				
250	C50	39				
300	C50	34				
350	C40	25				
400	C40	20				
450	C40	16				
500	C40	16				
600	C40	16				
700	C30	10				


ÎMBINARE UNIVERSAL VE

UNI Ve			NATURAL	NATURAL PUR	TT PE	MINERAL
DN	clasa	PFA				
80	C100	100				
100	C100	85				
125	C64	63				
150	C64	63				
200	C64	63				
250	C50	50				
300	C50	41				
350	C40	38				
400	C40	35				
450	C40	32				
500	C40	30				
600	C40	30				
700	C30	27				
800	C30	25				
900	C30	25				
1000	C30	25				
1100	C30	25				
1200	C25	20				
1200	C30	25				
1400	C25	16				
1500	C25	16				
1600	C25	16				

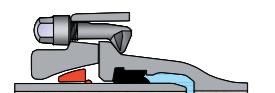
PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Presiunea de funcționare admisibilă pentru țevi și fittinguri (bar)



ÎMBINARE PAMLOCK

PAMLOCK			NATURAL
DN	clasa	PFA	
1400	C25	25	
1500	C25	25	
1600	C25	25	
1800	C25	16	
2000	C25	16	



ÎMBINARE STANDARD VE

STD Ve			NATURAL	NATURAL PUR	PUX PUR	MINERAL
DN	clasa	PFA				
80	C100	64				
100	C100	64				
125	C64	64				
150	C64	55				
200	C64	46				
250	C50	35				
300	C50	30				
350	C30	27				
400	C30	25				
450	C30	23				
500	C30	22				
600	C30	20				
700	C30	25				
800	C30	16/25*				
900	C30	16/25*				
1000	C30	16/25*				
1100	C25	16/25*				
1200	C25	16/20*				

*cu șuruburi de oțel și contraflanșe, alte dimensiuni șuruburi din fontă în funcție de DN



ÎMBINARE STANDARD V+I DOAR PENTRU FITINGURI

STD V+I			NATURAL	NATURAL PUR
DN	Clasa	PFA		
350	C30	12		
400	C30	10		
450	C30	10		
500	C30	10		
600	C30	10		

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Presiunea de funcționare admisibilă pentru țevi și fittinguri (bar)

GAMA ALPINAL®

DN	Clasa	TYTON UNI	TYTON UNI Vi	TYTON UNI Ve	Clasa	UNI STD	UNI STD VE
80	C100	100	100	100			
100	C100	100	56	85			
100	C145	145	100	100			
125	C64	63	52	63			
125	C100	100	100	100			
150	C64	63	48	63			
150	C100	100	63	100			
200	C64	63		63			
200	C100	100		100			
250	C50	50		50			
250	C85	85		78			
250	C100	100		100			
300	C50	50		41			
300	C75	75		70			
300	C85	85		80			
300	C100	100		100			
400	C100	100		85	C40	40	35
400					C64	63	63
500	C64	64			C40	40	30
500	C75	75		75	C50	50	50
500	C100	100					
600	C64	64		64			
600	C100	100					

Aceste valori PFA se aplică fittingurilor din gama ALPINAL.

GAMA BLUTOP®

DN	Clasa	Nezăvorât	Zăvorât
75	C25	25	16
90	C25	25	16
110	C25	25	16
125	C25	25	16
140	C25	25	16
160	C25	25	16

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Presiunea de funcționare admisibilă pentru țevi și fittinguri (bar)

PMA și PEA conform PFA (bar)

PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
100	120	125	45	54	59	26	31	36
64	76	81	43	51	56	25	30	35
63	75	80	41	49	54	23	28	33
60	72	77	40	48	53	22	26	31
57	68	73	39	46	51	20	24	29
56	67	72	38	45	50	18	21	26
55	65	70	35	42	47	16	19	24
52	62	67	34	41	45	13	15	20
50	60	65	32	38	43	12	14	19
48	57	62	30	36	41	11	13	18
46	55	60	27	32	37	10	12	17

Fitinguri cu îmbinare Express

DN	Fiting C	Țevă C	Express PFA	Express Vi PFA
60	100	40	40	16
80	100	40	40	16
100	100	40	40	16
125	64	40	40	16
150	64	40	40	16
200	64	40	40	16
250	50	40	40	16
300	50	40	40	16
350	50	30	30	-
400	40	30	30	-
450	40	30	30	-
500	40	30	30	-
600	40	30	30	-
700	30	25	25	-
800	30	25	25	-
900	30	25	25	-
1 000	30	25	25	-
1 100	30	25	25	-
1 200	30	25	25	-
1 400	30	25	25	-
1 500	25	25	25	-
1 600	25	25	25	-
1 800	25	25	25	-
2 000	25	25	25	-

Pentru fittinguri montate pe țevi cu clase de presiune superioare, vă rugăm să ne contactați.

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Masive de ancoraj și zăvorâri

Forțele hidraulice de împingere se manifestă în punctele de schimbare de direcție, de reducere a diametrului (coturi, teuri, redușii etc.) și la capetele conductelor care transportă fluide sub presiune. Aceste forțe pot duce la desprinderea îmbinării țevilor dacă nu sunt compensate cu masive de ancoraj din beton sau cu dispozitive de zăvorâre.

Forțele hidraulice de împingere pot fi extrem de mari și trebuie compensate folosind dispozitive corespunzătoare de zăvorâre sau masive de ancoraj.

Forțele hidraulice de împingere se pot calcula folosind următoarea formulă generală:

$$F = K.P.S$$

F: forța de împingere (în N)

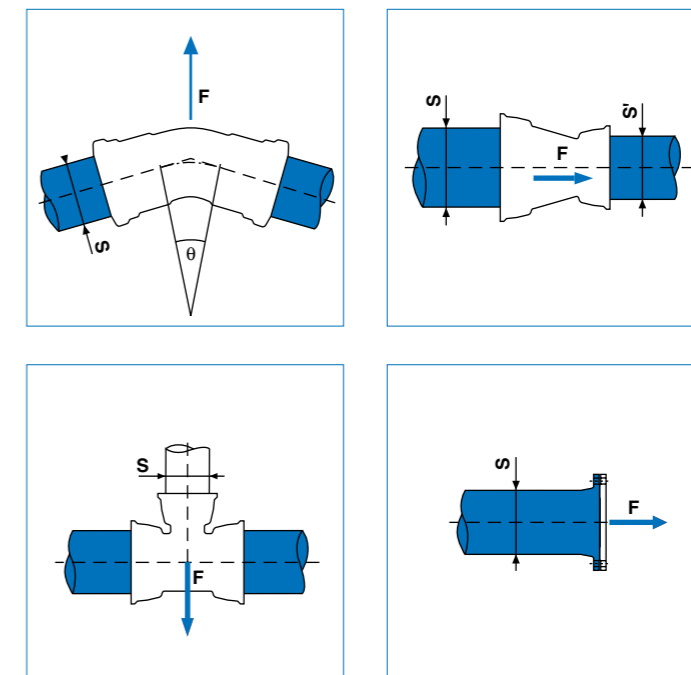
P: presiunea interioară maximă (presiunea de probă în șantier) (în Pa)

S: suprafața transversală în secțiune (interiorul la îmbinările cu flanșe, exteriorul pentru toate celelalte tipuri) (în m²)

K: coeficient în funcție de geometria componentei respective a conductei

Valoarea coeficientului K în funcție de tipul de fitting	
Fiting	K
Flanșă oarbă	1,000
Cot 1/4	1,414
Cot 1/8	0,765
Cot 1/16	0,390
Cot 1/32	0,196
Reducție	1-S'/S (S' cea mai mică secțiune)
Teu	1,000

Forțe hidraulice de împingere într-o conductă:



PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Masive de ancoraj și zăvorâri

Împingere hidraulică: tabelul de mai jos indică forțele de împingere la presiunea de 1 bar. (Pentru alte presiuni, se înmulțește cu presiunea de testare în șantier în bar).

DN	Forța de împingere în daN pentru 1 bar				
	Cot 1/4	Cot 1/8	Cot 1/16	Cot 1/32	Teuri și flanșe oarbe
60	66	36	18	9	47
80	106	57	29	15	75
100	154	83	43	21	109
125	230	125	64	32	163
150	321	174	89	44	227
200	547	296	151	76	387
250	834	451	230	116	590
300	1.181	639	326	164	835
350	1.587	858	438	220	1.122
400	2.043	1.105	564	283	1.445
450	2.558	1.384	706	355	1.809
500	3.143	1.701	867	436	2.223
600	4.478	2.423	1.235	621	3.167
700	6.049	3.273	1.668	838	4.278
800	7.873	4.260	2.172	1.091	5.568
900	9.918	5.366	2.735	1.375	7.014
1.000	12.197	6.599	3.364	1.691	8.626
1.100	-	7.960	4.058	2.039	10.405
1.200	17.491	9.463	4.824	2.425	12.370
1.400	-	12.842	6.547	3.290	16.787
1.500	-	14.716	7.502	3.770	19.236
1.600	-	16.716	8.522	4.283	21.851
1.800	-	21.123	10.769	5.412	27.612
2.000	-	26.044	13.278	6.673	34.045

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Masive de ancoraj și zăvorâri

O mai mare libertate în proiectarea rețelelor

Eliminarea masivelor de ancoraj din beton

Tehnologiile de zăvorâre înlocuiesc din ce în ce mai mult masivele de ancoraj din beton, care prezintă multiple dezavantaje din cauza masei și dimensiunilor acestora:

- **Amprenta în șantier**

Cu cât este mai mare diametrul conductei, cu atât mai mari sunt masivele de ancoraj necesare. Acest lucru pune probleme reale, în condițiile în care spațiul limitat din subteran trebuie împărțit între mai multe rețele (cum ar fi rețele de gaz, de canalizare, de telecomunicații și de cabluri).

- **Timpul în care șanțul rămâne deschis**

Cele mai bune practici de turnare a betonului prevăd un timp de întărire de 28 de zile înainte ca betonul să poată prelua sarcini. Chiar dacă această perioadă poate fi scurtată, ea constituie o constrângere majoră care nu mai este acceptabilă în zonele urbane.

- **Riscuri de destabilizare pe termen lung**

Aceste riscuri pot apărea fie din cauze naturale, cum ar fi sol neomogen sau teren neregulat, săpături în vecinătate pentru instalarea altor rețele, în special în zonele urbane. Acești factori afectează stabilitatea și în consecință durabilitatea structurilor din beton, existând riscul de rupere a îmbinărilor.

- **Probleme inerente în sistemele existente**

Trebuie realizate lucrări importante de demontare atunci când sunt necesare operațiuni de întreținere a conductei sau ulterior, când conducta ajunge la sfârșitul perioadei de viață.

Zăvorâri: o abordare modernă în sistemele de alimentare cu apă

Soluțiile de zăvorâre sunt din ce în ce mai des folosite în majoritatea țărilor lumii. Aceste soluții oferă și avantaje semnificative:

- **Amprentă redusă în subteran**

Conductele prevăzute cu sistem de zăvorâre nu ocupă mai mult spațiu decât conductele fără zăvorâre. Astfel, rămâne spațiu suficient pentru alte rețele, reducându-se cantitatea de material excavat.


- **Mai puține constrângeri logistice**

Din motive de accesibilitate și cost, nu este întotdeauna ușor să se procure câțiva metri cubi de beton pentru masivele de ancoraj. Viteza de instalare a conductelor este de multe ori limitată de rotația camioanelor care livrează beton. Dispozitivele de zăvorâre sunt ușoare și facil de transportat pe șantier, indiferent dacă este vorba de orașe, în câmp sau în regiuni muntoase sau deșertice îndepărtate.


- **Instalare și punere în funcțiune rapidă**

Sistemele de zăvorâre se instalează foarte rapid, în special sistemele STANDARD Vi și EXPRESS Vi. În plus, acestea pot fi supuse probelor hidraulice imediat după instalare.

- **Stabilitate și durabilitate diferite**

Funcționarea sistemelor de zăvorâre se bazează pe o combinație dintre rezistența intrinsecă la alunecare a acestora și frecarea lor cu solul. Recomandările  privind sistemele de zăvorâre țin seama de tipul de sol și de riscurile lucrărilor realizate în vecinătatea țevelor. Sistemele de zăvorâre prezintă același nivel de protecție la coroziune ca țevile și fittingurile.

- **Posibilitatea de demontare**

Conductele pot fi întotdeauna demontate folosind instrumente furnizate de  fără a fi necesare lucrări de construcții civile de volum mare și timp îndelungat.

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Masive de ancoraj si zăvorâri

O mai mare flexibilitate pentru procedurile de recepție a rețelei

Pozarea țevilor și procedurile de recepție au devenit mai rapide și au atins un nivel de fiabilitate fără precedent datorită dispozitivelor de zăvorâre.

Nu este nevoie să se aștepte întărirea betonului

Țevile sunt pregătite pentru probele de presiune imediat ce dispozitivele de zăvorâre sunt montate.

Alternativă la masivele de ancoraj de probă

Nu mai este nevoie de realizarea masivelor de ancoraj de probă pentru testarea segmentelor separate de conductă datorită fittingurilor cu mufe și flanșe EXPRESS Vi.

Posibilitatea testării tronsoanelor mai scurte

Se pot testa tronsoane de conductă mai scurte, ceea ce permite localizarea și remedierea mai ușoară a oricăror probleme care pot apărea, iar șanțurile pot fi umplute mai repede.

Dispozitivele de zăvorâre **PAM** pot fi testate până la limita presiunii de testare admisibilă (PEA) în timpul probelor de recepție.

Soluții de zăvorâre pentru respectarea cerințelor de instalare din ce în ce mai stricte

Diversele soluții de zăvorâre pot fi adaptate astfel încât să corespundă celor mai dificile situații de punere în operă a țevilor:

- Instalare prin tuburi de protecție, traversări de drumuri, tuneluri, poduri
- Foraj dirijat (UNIVERSAL Ve – vezi broșura pentru foraj dirijat)
- Instalare în zone muntoase, folosind mai ales soluții de zăvorâre UNIVERSAL adaptate în soluția ALPINAL (vezi broșura ALPINAL), precum și pentru microhidrocentrale
- Pozare în soluri de slabă calitate, terenuri inundate etc.

Zăvorâre și dezvoltare durabilă

- Economii de materiale: îmbinările cântăresc doar câteva kilograme și înlocuiesc câteva tone de beton
- Spațiu limitat datorită amprenteii reduse
- Costuri reduse de transport (pentru solul excavat și beton)
- Economii de timp
- Utilizare redusă de cherestea, în condițiile în care nu mai este nevoie de cofrarea masivelor din beton



Masivele de ancoraj din beton nu sunt necesare atunci când se utilizează sisteme de zăvorâre.

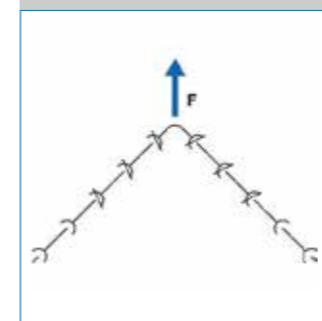
PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Calculul lungimilor de zăvorâre

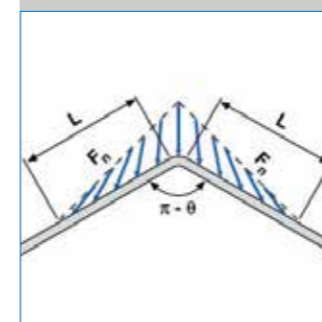
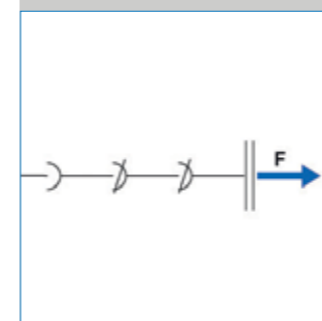
Ce lungime de conductă trebuie zăvorâtă?

Tehnica presupune îmbinări zăvorâte pe o lungime suficientă de ambele părți ale zonei unde se manifestă forțele hidraulice, cum ar fi la coturi, pentru a mări forța de frecare sol/țevă și a compensa astfel forțele de împingere.

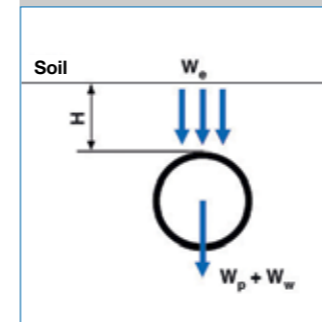
Calculul lungimilor de zăvorâre nu depinde de sistemul de ancorare folosit. Acesta depinde de presiunea de testare, de diametrul țevii și de parametrii indicați în Figurile C și D.



Situații de zăvorâre a conductelor



Parametri utilizați pentru calculul lungimii de zăvorâre



Pentru calculul lungimilor de zăvorâre se folosește următoarea formulă:

$$L = \frac{PS}{Fn} \times \left(\frac{\pi - \theta}{2} \right) \times \left(\text{tg} \frac{\theta}{2} \right) \times c$$

- L: lungimea de zăvorâre (în m)
- P: presiunea de probă în șantier (în Pa)
- S: suprafața în secțiune (în m²)
- θ : unghiul cotului (în radiani)
- c: factor de siguranță (în general 1,2)
- Fn: forța de frecare pe metru de țevă (în N/m)

$$Fn = K \cdot f \cdot (2 \cdot We + Wp + Ww)$$

- Wp: greutatea pe metru a țevii goale (în N/m)
- Ww: greutatea pe metru a țevii umplute cu apă (în N/m)
- K: coeficient de distribuție a presiunii umpluturii în jurul țevilor (în funcție de compactare, K = 1,1 până la 1,5)
- f: coeficient de frecare sol/țevă
- We: greutate pe metru de umplutură (în N/m)

$$We = \gamma \cdot H \cdot D \cdot \alpha_1$$

- $\alpha_1 = 1$, dacă proba se face cu îmbinările acoperite cu umplutură
- $\alpha_1 = 2/3$, dacă proba se face cu îmbinările libere
- D: diametrul exterior al țevii (în m)
- H: înălțimea acoperirii (în m)

$$f = \alpha_2 \cdot \text{tg} (0.8 \cdot \phi)$$

- $\alpha_2 = 1$; țevă cu acoperire cu zinc sau zinc-aluminiu + vopsea bituminoasă sau epoxy
- $\alpha_2 = 2/3$; țevă TT, cu acoperire de polietilenă sau poliuretan, cu manson de polietilenă
- Kf = min (K.2/3.tg (0.8φ); 0.3)
- φ: Unghiul de frecare internă a umpluturii

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Calculul lungimilor de zăvorâre

Ipoteze	Presiunea de testare	10 bar	Factor de siguranță	1,5
	Unghiul de frecare a solul	30°	Acoperire standard	(coef, 1)
	Densitatea solului	2 t/m ³	Îmbinări libere	(coef, 2/3 = 0,6667)

Lungimi de zăvorâre (în m) calculate pe baza ipotezelor de mai sus															
Tip îmbinare	Cot 1/4			Cot 1/8			Cot 1/16			Cot 1/32			Flanșă oarbă sau vană		
Înălțimea umpluturii (m)	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2
60	4,6	3,1	2,4	2,9	1,9	1,5	1,6	1,1	0,8	0,8	0,6	0,4	5,8	4,0	3,0
80	5,8	4,0	3,0	3,6	2,5	1,9	2,0	1,4	1,0	1,1	0,7	0,6	7,4	5,0	3,8
100	7,0	4,7	3,6	4,3	2,9	2,2	2,4	1,7	1,3	1,3	0,9	0,7	8,9	6,0	4,6
125	8,4	5,8	4,4	5,2	3,6	2,7	2,9	2,0	1,5	1,6	1,1	0,8	10,7	7,3	5,6
150	9,9	6,8	5,1	6,1	4,2	3,2	3,4	2,4	1,8	1,8	1,2	0,9	12,6	8,6	6,5
200	12,7	8,7	6,7	7,9	5,4	4,1	4,4	3,0	2,3	2,3	1,6	1,2	16,2	11,1	8,5
250	15,4	10,7	8,1	9,6	6,6	5,1	5,4	3,7	2,8	2,8	2,0	1,5	19,6	13,6	10,4
300	18,0	12,5	9,6	11,2	7,8	6,0	6,3	4,4	3,3	3,3	2,3	1,8	22,9	15,9	12,2
350	20,5	14,4	11,0	12,7	8,9	6,9	7,1	5,0	3,8	3,8	2,7	2,0	26,1	18,3	14,1
400	23,0	16,1	12,4	14,3	10,0	7,7	8,0	5,6	4,3	4,2	3,0	2,3	29,3	20,5	15,8
450	25,3	17,9	13,8	15,7	11,1	8,6	8,8	6,2	4,8	4,7	3,3	2,5	32,2	22,7	17,6
500	27,6	19,6	15,2	17,2	12,2	9,4	9,6	6,8	5,3	5,1	3,6	2,8	35,2	24,9	19,3
600	31,9	22,8	17,8	19,8	14,2	11,0	11,1	8,0	6,2	5,9	4,2	3,3	40,7	29,1	22,6
700	35,6	25,7	20,2	22,1	16,0	12,5	12,4	9,0	7,0	6,6	4,8	3,7	45,3	32,8	25,7
800	39,5	28,8	22,7	24,5	17,9	14,1	13,7	10,0	7,9	7,3	5,3	4,2	50,3	36,7	28,8
900	42,9	31,6	25,0	26,7	19,6	15,5	14,9	11,0	8,7	7,9	5,8	4,6	54,6	40,2	31,8
1,000	46,4	34,4	27,3	28,9	21,4	17,0	16,2	12,0	9,5	8,6	6,3	5,0	59,1	43,8	34,8
1,100	50,5	37,5	29,8	31,4	23,3	18,5	17,6	13,1	10,4	9,3	6,9	5,5	64,4	47,8	38,0
1,200	52,7	39,6	31,7	32,8	24,6	19,7	18,4	13,8	11,0	9,7	7,3	5,8	67,1	50,4	40,3
1,400	58,8	44,6	35,9	36,5	27,7	22,3	20,5	15,5	12,5	10,9	8,2	6,6	74,8	56,8	45,7
1,500	61,4	46,8	37,9	38,1	29,1	23,5	21,4	16,3	13,2	11,3	8,7	7,0	78,2	59,6	48,2
1,600	63,9	49,1	39,8	39,7	30,5	24,7	22,3	17,1	13,9	11,8	9,1	7,3	81,4	62,5	50,7
1,800	68,8	53,3	43,5	42,7	33,1	27,0	23,9	18,6	15,1	12,7	9,8	8,0	87,6	67,9	55,4
2,000	73,0	57,2	47,0	45,4	35,5	29,2	25,4	19,9	16,3	13,5	10,6	8,7	93,0	72,8	59,8

Se poate aplica un factor de siguranță la lungimea de zăvorâre, în funcție de:

- Condițiile de punere în operă
- Calitatea și compactarea umpluturii
- Incertitudini legate de caracteristicile fizice ale umpluturii

Dacă este cazul, se va aplica o toleranță pentru prezența parțială a apelor freactice, prin corectarea greutateii țevii pline aplicând valoarea corespunzătoare a forței arhimedice.

– În cazul folosirii unui manșon de polietilenă:

Se aplică un factor de multiplicare de 1,9 la lungimea de zăvorâre.

– Dacă se utilizează țevi cu acoperire din polietilenă sau poliuretan: Se aplică un factor de multiplicare de 1,5 la lungimea de zăvorâre.

– Pentru alte situații: vă rugăm să ne contactați.

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Masive de ancoraj

Masivele de ancoraj din beton reprezintă tehnica cea mai des folosită pentru compensarea forțelor hidraulice de împingere ale țevilor cu mufă sub presiune.

Utilizarea acestora este în declin semnificativ.

Principiu

Se pot proiecta diverse tipuri de masive de ancoraj din beton, în funcție de configurația conductei, de rezistența și tipul de sol, precum și de prezența sau absența cantităților importante de ape freactice.

Masivul compensează forțele hidraulice de împingere:

- Fie prin frecare cu solul
- Fie prin sprijinire pe teren

În practică, masivele de ancoraj sunt proiectate ținând cont de forțele de frecare și de reactivitatea solului în raport cu suprafețele de sprijin.

În cazul în care construcția masivelor de ancoraj din beton nu este posibilă fie din motive de spațiu, fie din cauza rezistenței scăzute a terenului, se pot utiliza tehnologiile de îmbinări zăvorâte concepute de

PAM

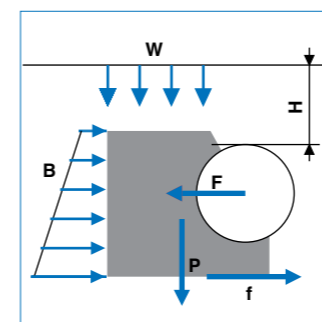
Vezi MASIVE DE ANCORAJ ȘI ZĂVORĂRI la pagina 39.

Dimensionare (situații frecvente)

Volumele de beton indicate în tabelele de mai jos sunt calculate ținând cont atât de frecarea cu solul cât și de rezistența terenului pentru cele mai frecvent întâlnite tipuri de sol. În cazul în care trebuie excavate șanțuri în apropierea masivelor de ancoraj, se recomandă reducerea presiunii apei în timpul lucrărilor.

Ipotezele de proiectare sunt prezentate în continuare. Pentru toate celelalte cazuri, contactați **PAM**.

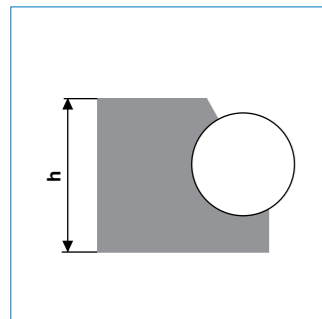
Forțe active (masiv de ancoraj)



- F : forța hidraulică de împingere
- P : greutatea masivului
- W : greutatea solului
- B : forța de sprijin pe peretele șanțului
- f : frecarea cu solul
- H : înălțimea umpluturii

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Masive de ancoraj



Teren

Φ : unghi de frecare internă a solului

σ : rezistența admisibilă a solului pe un perete vertical

H : înălțimea umpluturii: 1,20 m

γ : densitate

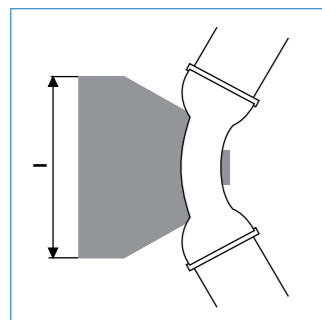
Proprietăți mecanice:

– Tabel pagina 47: $\Phi = 30^\circ$; $\sigma \approx 0.6 \text{ daN/cm}^2$; $\gamma = 2 \text{ t/m}^3$

(rezistență mecanică moderată a terenului*)

Fără ape freactice

* Vezi SOL (PROPRIETĂȚI MECANICE) la pagina 54.



Beton

Densitate: 2.3 t/m^3

Exemplu

1/16 Cot, DN 250

Presiune de probă: 10 bar

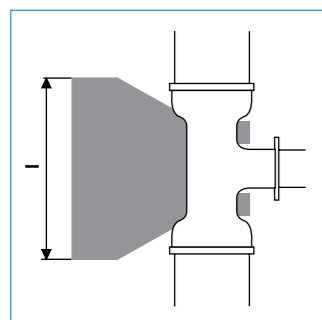
bar Înălțimea umpluturii: 1.2 m

Sol argilos: $\Phi = 30^\circ$ $\gamma = 2 \text{ t/m}^3$

Tabelul de la pagina 47 indică:

$l \times h = 0.70 \text{ m} \times 0.45 \text{ m}$

$V = 0.25 \text{ m}^3$



Recomandare

Este important ca betonul să fie turnat direct pe sol și să se utilizeze un amestec care să ofere o rezistență adecvată.

La proiectarea masivelor de ancoraj, nu uitați să lăsați îmbinările țevilor libere pentru a fi verificate cu ocazia probei hidraulice ulterioare.

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Masive de ancoraj

Unghi de frecare internă : $\Phi = 30^\circ$

Rezistență : $\sigma \approx 0,6 \text{ daN/cm}^2$

Densitate : $\gamma = 2 \text{ t/m}^3$

Înălțimea umpluturii : H = 1 m

Fără ape freactice

Rezistență mecanică moderată a terenului						
DN	Presiune de testare	Cot 1/32 l x h/V	Cot 1/16 l x h/V	Cot 1/8 l x h/V	Cot 1/4 l x h/V	Flanșă oarbă și teu l x h/V
	bar	m x m/m ³	m x m/m ³	m x m/m ³	m x m/m ³	m x m/m ³
60	10	0,11 x 0,16/0,01	0,14 x 0,26/0,01	0,26 x 0,26/0,03	0,46 x 0,26/0,06	0,33 x 0,26/0,03
	16	0,17 x 0,16/0,02	0,21 x 0,26/0,02	0,40 x 0,26/0,05	0,69 x 0,26/0,14	0,51 x 0,26/0,07
	25	0,17 x 0,26/0,02	0,33 x 0,26/0,03	0,60 x 0,26/0,10	1,01 x 0,26/0,29	0,75 x 0,26/0,16
80	10	0,15 x 0,18/0,02	0,20 x 0,28/0,02	0,38 x 0,28/0,05	0,65 x 0,28/0,13	0,48 x 0,28/0,07
	16	0,16 x 0,28/0,02	0,31 x 0,28/0,04	0,57 x 0,28/0,10	0,97 x 0,28/0,29	0,73 x 0,28/0,16
	25	0,25 x 0,28/0,03	0,47 x 0,28/0,07	0,84 x 0,28/0,22	1,13 x 0,38/0,53	1,06 x 0,28/0,34
100	10	0,19 x 0,20/0,04	0,26 x 0,30/0,04	0,49 x 0,30/0,08	0,84 x 0,30/0,23	0,62 x 0,30/0,13
	16	0,21 x 0,30/0,03	0,41 x 0,30/0,06	0,74 x 0,30/0,18	1,01 x 0,40/0,45	0,93 x 0,30/0,29
	25	0,33 x 0,30/0,05	0,61 x 0,30/0,12	1,08 x 0,30/0,38	1,44 x 0,40/0,92	1,10 x 0,40/0,53
125	10	0,18 x 0,33/0,03	0,35 x 0,33/0,06	0,64 x 0,33/0,15	0,90 x 0,43/0,38	0,81 x 0,33/0,24
	16	0,29 x 0,33/0,05	0,54 x 0,33/0,10	0,96 x 0,33/0,33	1,32 x 0,43/0,81	0,99 x 0,43/0,46
	25	0,43 x 0,33/0,07	0,80 x 0,33/0,23	1,15 x 0,43/0,62	1,86 x 0,43/1,61	1,42 x 0,43/0,95
150	10	0,23 x 0,35/0,04	0,44 x 0,35/0,09	0,80 x 0,35/0,25	1,12 x 0,45/0,62	0,84 x 0,45/0,35
	16	0,36 x 0,35/0,07	0,67 x 0,35/0,17	0,99 x 0,45/0,49	1,62 x 0,45/1,30	1,23 x 0,45/0,75
	25	0,54 x 0,35/0,11	0,82 x 0,45/0,33	1,42 x 0,45/1,00	2,00 x 0,55/2,41	1,54 x 0,55/1,43
200	10	0,33 x 0,40/0,08	0,62 x 0,40/0,17	0,94 x 0,50/0,49	1,38 x 0,60/1,26	1,18 x 0,50/0,76
	16	0,51 x 0,40/0,13	0,79 x 0,50/0,35	1,38 x 0,50/1,05	1,97 x 0,60/2,57	1,52 x 0,60/1,52
	25	0,64 x 0,50/0,23	1,15 x 0,50/0,73	1,74 x 0,60/2,00	2,32 x 0,80/4,74	1,94 x 0,70/2,91
250	10	0,43 x 0,45/0,14	0,69 x 0,55/0,29	1,09 x 0,65/0,85	1,63 x 0,75/2,19	1,35 x 0,65/1,31
	16	0,57 x 0,55/0,20	1,03 x 0,55/0,64	1,59 x 0,65/1,80	2,16 x 0,85/4,35	1,79 x 0,75/2,64
	25	0,84 x 0,55/0,43	1,33 x 0,65/1,26	2,04 x 0,75/3,44	2,66 x 1,05/8,18	2,32 x 0,85/5,02
300	10	0,53 x 0,50/0,22	0,85 x 0,60/0,48	1,34 x 0,70/1,39	1,87 x 0,90/3,46	1,53 x 0,80/2,06
	16	0,70 x 0,60/0,33	1,14 x 0,70/1,00	1,79 x 0,80/2,81	2,38 x 1,10/6,86	2,05 x 0,90/4,15
	25	1,03 x 0,60/0,70	1,50 x 0,80/1,99	2,21 x 1,00/5,37	3,01 x 1,30/12,92	2,38 x 1,30/8,13
350	10	0,55 x 0,65/0,22	0,92 x 0,75/0,69	1,47 x 0,85/2,03	2,10 x 1,05/5,09	1,71 x 0,95/3,04
	16	0,83 x 0,65/0,50	1,25 x 0,85/1,47	1,89 x 1,05/4,13	2,62 x 1,35/10,22	2,13 x 1,25/6,22
	25	1,11 x 0,75/1,01	1,67 x 0,95/2,93	2,34 x 1,35/8,13	3,52 x 1,35/18,40	2,81 x 1,35/11,69
400	10	0,64 x 0,70/0,31	1,06 x 0,80/0,98	1,60 x 1,00/2,82	2,18 x 1,40/7,31	1,87 x 1,10/4,24
	16	0,88 x 0,80/0,68	1,44 x 0,90/2,07	1,97 x 1,40/5,96	3,00 x 1,40/13,87	2,37 x 1,40/8,68
	25	1,19 x 0,90/1,41	1,84 x 1,10/4,09	2,68 x 1,40/11,08	4,01 x 1,40/24,73	3,21 x 1,40/15,82

Pentru toate celelalte situații, contactați **PAM**

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Factori de siguranță

Eforturile mecanice (presiunea internă și sarcina externă) la care sunt supuse țevile în timpul funcționării pot fi evaluate cu un grad de precizie ridicat. Cu toate acestea, este mult mai dificil să se estimeze cu certitudine eforturile la care vor fi supuse țevile în timp. De aceea **PAM** a ales factori de siguranță ridicați pentru prelungirea la maxim a duratei de viață a țevilor din fontă ductilă.

Factori de siguranță minimi specificați

Țevile sunt proiectate cu respectarea cerințelor standardului EN 545:

- **Presiune internă:** eforturile la care este supusă țeava în timpul funcționării nu vor depăși o treime din forța de rupere (care corespunde cu jumătate din limita de elasticitate). Factorul de siguranță minim pentru calculul presiunii interne este 3.

- **Sarcină externă:** deformarea nu va duce la:

- Eforturi care depășesc jumătate din forța de rezistență la încovoiere

- Sau ovalizare verticală maximă de 4%

EN 545 recomandă o deformare maximă de 4% pentru a garanta rezistența mortarului de ciment (în special pentru DN > 800).

$$\sigma_{Lucru (rupere)} \leq \frac{Rm_{(rupere)}}{3}$$

$$\sigma_{Lucru (rupere)} \leq \frac{Rm_{(rupere)}}{2}$$

$$\frac{\Delta D}{D} \leq 4\%$$



Coeficienți de siguranță reali

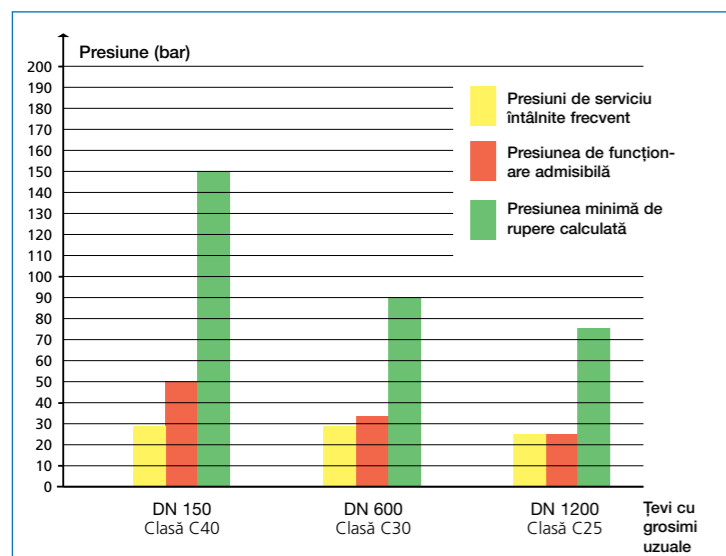
Siguranța reală a țevilor **PAM** este mai mare în practică decât nivelurile nominale în funcționare (presiunea de funcționare admisibilă și înălțimea umpluturii).

Astfel:

- Ductilitatea materialului conferă țevilor din fontă ductilă o mare capacitate de a absorbi lucrul mecanic sau energia mecanică peste limitele lor reale de elasticitate.
- Metodele de calcul ale pieselor componente sunt stricte și includ coeficienți de eficiență ridicați. Acest lucru este clar ilustrat în graficul de mai jos.



Exemplu de factori de presiune internă



PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Lovitura de berbec

La proiectarea conductei se va examina și cuantifica riscul potențial de lovitură de berbec sau variații de presiune în vederea instalării dispozitivelor de protecție necesare, în special în stațiile de pompare. Dacă nu se planifică montarea de dispozitive de protecție, țevile din fontă ductilă au un coeficient de siguranță ridicat care este de regulă eficient împotriva variațiilor de presiune accidentale.

Cauzele loviturii de berbec

În cazul în care debitul lichidului din rețea se modifică brusc, apare o schimbare violentă de presiune. Această problemă tranzitorie, cunoscută sub numele de lovitură de berbec, apare în general în momentul acționării sau închiderii echipamentelor conexe (pompe, vane etc.). Valurile de creștere și scădere a presiunii se propagă prin conductă la viteza „a”, denumită viteză de propagare a undei.

Lovitura de berbec poate apărea atât în sistemele cu pompare, cât și în sistemele gravitaționale. Există patru cauze principale ale loviturii de berbec:

- Pornirea și oprirea pompelor
- Închiderea vanelor, a hidranților și a stăvilarelor etc.
- Prezența aerului
- Utilizarea incorectă a echipamentelor de protecție

Consecințe

În situații critice, variațiile de presiune pot duce la ruperea anumitor țevi cu factor de siguranță inadecvati. Scăderile de presiune pot crea perne de aer care generează fenomene de cavitație, ducând la deteriorarea țevilor, vanelor și fittingurilor.

Evaluare simplificată

$$a \approx \sqrt{\frac{1}{\rho \left(\frac{1}{\epsilon} + \frac{D}{Ee} \right)}}$$

Viteza de propagare a undei:

$$a = \sqrt{\frac{1}{\rho \left(\frac{1}{\epsilon} + \frac{D}{Ee} \right)}}$$

Creșteri și scăderi de presiune: $\Delta H = \pm a \frac{\Delta V}{g}$ (ALLIEVI) (1)

$$\Delta H = \pm \frac{2L\Delta V}{gt}$$
 (MICHAUD) (2)

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Lovitura de berbec

Unde:

 a : viteza de propagare a undei (m/s) ρ : densitatea apei (1.000 kg/m³) ε : modulul elasticității apei (2,05.10⁹ N/m²) E : modulul elasticității materialului (fontă ductilă: 1.7.10¹¹ N/m²) D : diametrul interior (m) e : grosimea țevii (m) ΔV : valoarea absolută a variației debitului constant înainte și după lovitură de berbec (m/s) ΔH : valoarea absolută a variației presiunii maxime în jurul presiunii statice normale (m coloană de apă) L : lungimea conductei (m) t : timp efectiv de închidere (sec) g : accelerația gravitațională (9.81 m/s²)

În practică, viteza de propagare a undei pentru apa din țevile din fontă ductilă este 1,200 m/s.

Formula (1) ia în considerare variația rapidă a vitezei debitului:

$$\left(t \leq \frac{2L}{a} \right).$$

Formula (2) ia în considerare variația liniară a vitezei de curgere în funcție de timp (de exemplu funcția principiului de închidere a vanei):

$$\left(t \geq \frac{2L}{a} \right).$$

Presiunea variază $\pm \Delta H$ în jurul presiunii statice normale. Această cifră reprezintă maximul pentru, de exemplu, închiderea instantanee a unei vane.

Aceste formule simplificate asigură o evaluare maximă a loviturii de berbec și trebuie folosite cu precauție. Ele pornesc de la premisa că țeava nu este echipată cu dispozitive de protecție împotriva variațiilor de presiune și că pierderile de presiune sunt neglijabile. De altfel, ele nu țin seama de factori de limitare, cum ar fi funcționarea turbinei pompei și presiunea vaporilor de saturație la scăderile de presiune.

Exemple

Țeavă DN 200, Clasa C40, lungime 1 000 m, descărcare la 1.5 m/s:

 $a = 1,200$ m/s

- Cazul 1: închiderea bruscă a unei pompe (pierderi de presiune neglijabile, fără protecție împotriva variațiilor de presiune):

$$\Delta H = \pm \frac{1\,200 \times 1.5}{9.81} = 183 \text{ m (adică aproximativ 18 bar)}$$

- Cazul 2: închiderea unei vane (timp efectiv: 3 secunde):

$$\Delta H = \pm \frac{2 \times 1\,000 \times 1.5}{9.81 \times 3} = 102 \text{ m (adică aproximativ 10 bar)}$$

Evaluare completă

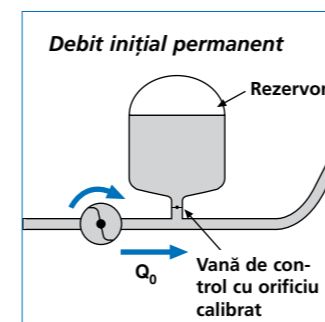
Se poate folosi metoda grafică BERGERON pentru a determina cu precizie presiunile și debitul în funcție de timp în orice punct al unei conducte în care apare lovitură de berbec.

Pentru rezolvarea acestor probleme complexe există în prezent și programe de calcul.

PRESIUNE ȘI DEVIATIE UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Lovitura de berbec

Prevenire

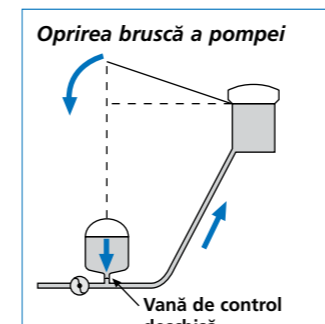


Sistemele de protecție care pot fi instalate pentru limitarea acceptabilă a loviturii de berbec sunt variate și trebuie adaptate în funcție de fiecare situație.

Acestea acționează prin încetinirea variațiilor de viteză a fluidului sau prin limitarea creșterilor și scăderilor de presiune.

Utilizatorul trebuie să identifice intervalul de creștere și scădere a presiunii în urma loviturii de berbec și să evalueze, în funcție de profilul conductei, tipul de protecție care trebuie instalată:

- Momentul de inerție a rotorului pompei
- Vane de reglare a presiunii
- Rezervoare de aer sau rezervoare cu auto-reglare pentru controlul variațiilor de presiune
- Aspirație auxiliară
- Coloană de echilibrare



Rezervoarele de control al variațiilor de presiune sunt utilizate frecvent. Acestea au două funcții:

- Limitarea creșterilor de presiune (pierderile de sarcină controlate printr-o vană de control)
- Prevenirea cavităției (golirea rezervorului)

În cazul unei opriri bruște a pompei, scăderea presiunii este compensată printr-un nivel al debitului asigurat prin golirea rezervorului.

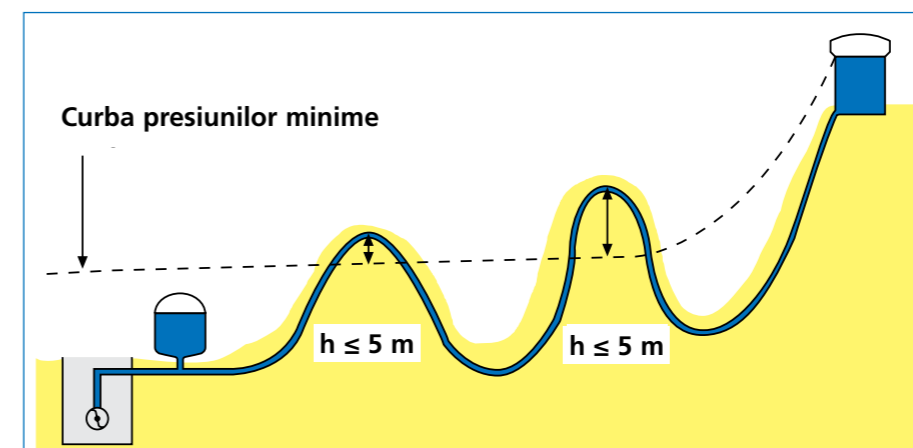
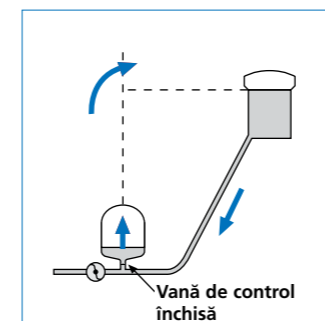
La schimbarea direcției de curgere a apei, energia masei de apă se transformă în pierdere de sarcină prin umplerea rezervorului printr-o vană de control calibrată.

Profilul conductei joacă un rol decisiv în dimensionarea rezervorului. În practică, curba de scădere minimă a presiunii (după instalarea dispozitivelor de protecție) nu trebuie să scadă mai mult de cinci metri sub profilul real al conductei.

Volumul rezervorului de reglare a presiunii poate fi determinat folosind graficele PUECH și MEUNIER sau folosind programe de calcul.

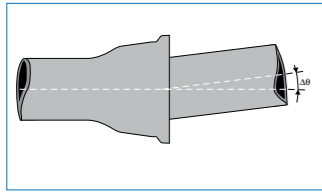
Fonta ductilă are un coeficient ridicat de siguranță:

- Creșteri de presiune: **PAM** permite o depășire cu 20% a presiunii de funcționare admisibilă pentru creșteri tranzitorii de presiune. Vezi PRESIUNI DE FUNCȚIONARE ADMISIBILE la pagina 33.
- Scăderea presiunii: îmbinarea garantează etanșarea față de factorii externi, chiar și în cazul unui vacuum parțial al conductei.



PRESIUNEA ȘI DEVIAȚIA UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Deviația unghiulară



Îmbinările cu mufă **PAM** permit deviația unghiulară. În plus față de avantajele evidente în timpul pozării, asigură adaptarea la mișcarea solului. Deviația unghiulară permite realizarea de coturi cu rază mare de curbură fără a utiliza fittinguri, precum și o serie de ajustări ale traseului.

Deviația unghiulară (exprimată în grade)

DN	Îmbinări nezăvorâte			Îmbinări zăvorâte		
	STANDARD	STANDARD VI	STANDARD VE*	PAMLOCK	UNI VI	UNI VE
60	5	5				
80	5	5	5		3	3
100	5	5	5		3	3
125	5	5	5		3	3
150	5	5	5		3	3
200	5	4	4		3	3
250	5	4	4		3	3
300	5	3	4		3	3
350	4	3	3		3	3
400	4	2	3		3	3
450	4	2	3		3	3
500	4	2	3		2	3
600	4	2	3		2	2
700	4	2	2		2	2
800	4		2			2
900	4		1.5			1.5
1000	4		1.5			1.2
1100	4		1.5			
1200	4		1.5			1.1
1400	3			1		1.2
1500	3			1		0.9
1600	3			1		0.9
1800	2.5			0.8		
2000	2			0.8		

* doar pentru fittinguri

Alte îmbinări:

– BLUTOP®, BLUTOP® Vi

DN / OD	Deviație permisă în timpul instalării
75	6°
90	6°
110	6°
125	6°
140	6°
160	6°

– STANDARD pentru țevi ISOPAM

DN	Deviație permisă în timpul instalării θ	Lungimea țevii	Raza de curbură R	Deplasare Δd
	°	m	m	cm
100	4	6	86	42
125 and 150	3.5	6	98	37
200 and 250	3	6	115	32
300 and 350	2.5	6	138	26
400 and 500	2	6	172	21

Notă: restricția este determinată de dimensiunile izolației termice.

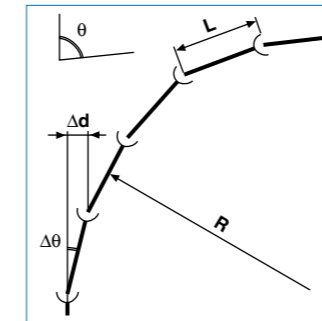
PRESIUNEA ȘI DEVIAȚIA UNGHIULARĂ LA ÎMBINARE

Deviația unghiulară

Deplasarea și raza de curbură:



Unele coturi cu rază mare pot fi create cu ușurință cu deviații succesive în îmbinările mufate. În acest caz, țevile trebuie introduse în timp ce sunt perfect aliniată, atât pe orizontală cât și pe verticală. Îmbinarea trebuie să fie deviată numai când este complet montată.



$$\bullet \text{ Rază cot: } R = \frac{L}{2 \sin \frac{\Delta \theta}{2}}$$

• Numărul de țevi necesar pentru schimbarea direcției:

$$N = \frac{\theta}{\Delta \theta}$$

• Lungimea schimbării direcției: $C = N \times L$

Unde:

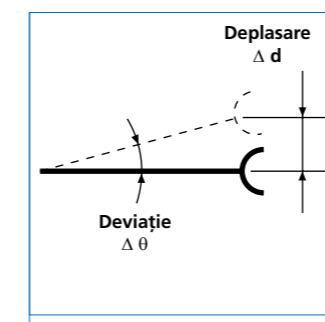
Δd : deplasarea țevii (in m)

L : lungimea țevii (in m)

θ : unghiul schimbării direcției (in grade)

$\Delta \theta$: joint deflection (in degrees)

C : lungimea schimbării direcției (in m)



Deviația unghiulară °	Lungimea țevii					
	6 m		7 m		8 m	
	Rază cot m	Deplasare cm	Rază cot m	Deplasare cm	Rază cot m	Deplasare cm
1	-	-	401	12	458	14
2	172	21	201	24	229	28
3	115	31	134	37	153	42
4	86	42	100	49	115	56
5	69	52	-	-	-	-
6	57	63	-	-	-	-

Razele de curbură variază în funcție de lungimea efectivă a conductei. Lungimea poate fi mai mare de 8 m pentru țevi DN 1000 și mai sus.

CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Sol (proprietăți mecanice)

Valorile din tabele sunt cele general acceptate pentru caracterizarea solului. Acestea pot fi utilizate pentru a calcula unele dintre formulele de proiectare simplificate din acest catalog și pentru a evalua domeniul de valabilitate al acestora. Ele nu pot înlocui măsurătorile efective la fața locului sau în laborator.

Caracteristicile medii ale solurilor întâlnite frecvent

Tipul terenului	Uscat/Umed		Scufundat	
	Φ	γ	Φ	γ
	grade	t/m ³	grade	t/m ³
Stâncă fragmentată	40°	2	35°	1.1
Pietriș și nisip	35°	1.9	30°	1.1
Pietriș și nisip mălos și argilă	30°	2	25°	1.1
Mâl și lut	25°	1.9	15°	1
Humus argilă/nămol organic	15°	1.8	fără caracteristici medii	

Φ : Unghiul de frecare internă (în grade)

γ : Densitate (în t/m³)

Clasificarea solului

Grupa solului	Descriere	Materiale conform standardului francez NF P 11-300 în condiții specifice (w, m sau d) (2)
G1	Nisip curat și pietriș (D _{max} < 50 mm) Nisip și pietriș ușor mălos	D1, D2, D3 DC1, DC2, DC3 (3) B1-B3 C1B1, C1B3, C2B1, C2B3
G2	Nisip și pietriș ușor argilos	B2-B4 C1B1, C2B2, C1B4, C2B4
G3	Nisip și pietriș foarte mălos, nămol cu plasticitate scăzută, nisip fin cu contaminare scăzută (IP < 12)	A1 B5 C1A1, C2A1, C1B5
G4	Nisip și pietriș argilos până la foarte argilos, nisip fin argilos, nămol și marne argiloase cu plasticitate scăzută (IP < 25)	A2 B6 C1A2, C2A2 C1B6, C2B6
G5	Argilă și marnă argiloasă, nămol cu plasticitate ridicată (IP < 25)	A3, C1A3, C2A3 A4, C1A4, C2A4

(2) w: „umed”; m: „moderat”; d: „uscat” conform NF P 11-300

(3) Umplutura realizată conform ghidului SETRA privind umplerea șanțurilor, publicat în mai 1994.

Consultați pagina 66 pentru caracteristicile prevăzute de reglementările franceze „Fascicule 70”.

CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Teren instabil

Garniturile de îmbinare din elastomer oferă conductelor din fontă ductilă un grad de flexibilitate, ceea ce conferă un element de siguranță atunci când sunt instalate în pământ inconsecvent sau instabil.

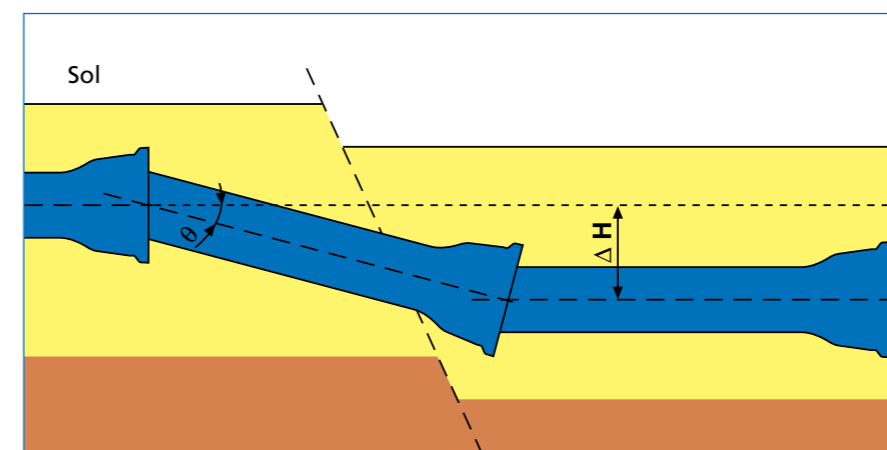
Traseul unei conducte poate trece prin teren inconsecvent sau instabil (regiuni mlăștinoase, tasări datorate pompării apei subterane, zone miniere, consolidarea umpluturii drumurilor etc.). În fiecare dintre aceste cazuri, este necesar să se evalueze potențiala tasare și să se ia toate măsurile de precauție pentru a minimiza efectul mișcării solului asupra conductei. Măsurătorile în teren sunt întotdeauna recomandate.

Experiența a arătat că atunci când are loc deplasarea solului, țevile trebuie să fie capabile să se adapteze deformației determinate de masa pământului în mișcare, mai degrabă decât să reziste la solicitările mecanice adesea considerabile (tensiuni axiale și de încovoiere). În acest sens, îmbinările cu mufă PAM sunt puncte de tensiune zero și puncte de încovoiere zero, în intervalul de deplasare a îmbinării.



Pentru o tasare extinsă și uniformă, îmbinarea permite țevii să funcționeze ca un lanț flexibil. Deformările extreme sunt determinate în mod evident de deviația și deplasarea maximă admisă pentru fiecare îmbinare.

Tasarea admisibilă asigurată prin devierea îmbinării



$$\text{Tasare: } \Delta H = l \cdot \text{tg}\theta$$

$$\text{Alunecare axială: } \Delta l = (\Delta H^2 + l^2)^{1/2} - l$$

l : lungime țevă (m)

θ : deviația unghiulară admisibilă

CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Teren instabil

Exemple

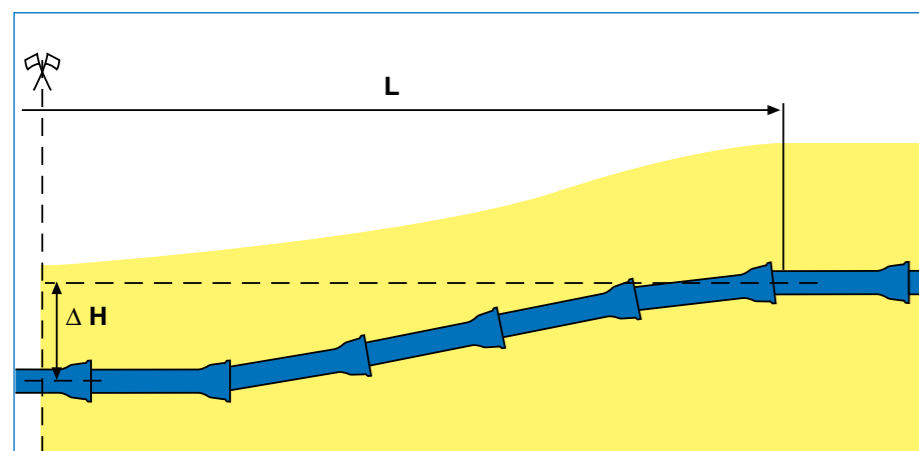
Pentru $\Delta H = 0.30$ m în DN 200

$\theta = 3^\circ$ (5° admisibilă)

$\Delta l = 7$ mm (20 mm admisibil pentru îmbinarea STANDARD)

Nu există riscul ca îmbinarea să se demușeze, deoarece alunecarea poate fi absorbită în întregime de îmbinare.

Comportament în lanț



$$\text{Tasare } \Delta H = 2l \left(\text{tg}\theta + \text{tg}2\theta + \text{tg}3\theta + \dots + \text{tg} \frac{n}{4}\theta \right)$$

$$\text{Extensie axială: } \Delta L \approx \left(L^2 + \frac{16}{3} \Delta H^2 \right)^{1/2} - L \text{ (unde } \theta \text{ este foarte mică)}$$

l = lungime țeavă

L = lungimea tronsonului pozat

n = numărul de țevi în secțiunea tasată $\left(n = \frac{L}{l} \right)$



Conducta se deplasează cu solul până la limita extrema înainte de demușarea îmbinării, în funcție de jocul admis la îmbinare.

Notă: în cazul unei tasări care cauzează o deplasare mare ΔL , o soluție poate fi ancorarea îmbinărilor și compensarea prelungirii cu coliere instalate la granițele dintre zonele stabile și instabile.

Exemple

În DN 300, for $\Delta H = 0.5$ m și $L = 300$ m:

$\theta_{av.} = 0.04^\circ$ (5° admisibilă)

$\Delta L = 3$ mm

O singură îmbinare poate susține delasarea datorită curburii adoptate de secțiunea de 300 m ce s-a afundat 0,5 m sub centrul său original.

CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Lucrări de terasamente*

Excavarea șanțurilor și umplutura depind de următorii parametri:

- Mediu înconjurător
- Caracteristicile principale (tip de îmbinare și diametru)
- Tipul de sol (prezența sau absența apei)
- Adâncimea de pozare

Recomandările de pozare date mai jos sunt cele prescrise de obicei pentru țevile din fontă ductilă.

Pregătirea lucrării

După efectuarea unui studiu amănunțit al terenului și obținerea autorizației de la diversele utilități (telecomunicații, gaze, apă etc.), antreprenorul trasează traseul și profilul conductei ce urmează a fi pozată, în conformitate cu specificațiile proiectului, și se asigură că condițiile reale se potrivesc cu ipotezele definite în descrierea proiectului.

Deschiderea săpăturii

Pregătiți-vă să decopertați suprafețele drumului prin pre-tăierea marginilor șanțului pentru a evita deteriorarea zonelor învecinate. Lățimea este puțin mai mare decât șanțul.

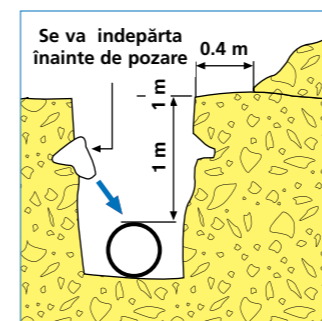
Excavarea se efectuează de obicei cu un excavator mecanic, potrivit diametrului conductei, tipului de pământ și adâncimii de instalare.

Lățimea șanțului

Lățimea șanțului depinde de DN, de tipul de sol, de adâncimea de instalare și de metodele de sprijinire și compactare.

În timpul lucrului se acordă atenție la:

- Stabilizați pereții, fie prin batere, fie prin sprijinire
- Îndepărtați bulgării de rocă sau bulgării de pământ de pe marginile săpăturii pentru a preveni căderea acestora
- Depozitați materialul excavat astfel încât să lăsați un spațiu de 0,4 metri între țeavă și șanț



Adâncimea șanțului

Secțiunea 47 din reglementările franceze „Fascicule 71” precizează că: „Șanțurile sunt pregătite în fiecare punct la adâncimea indicată de profilul longitudinal. Dacă nu se specifică altfel, adâncimea normală a șanțului este de așa natură încât adâncimea de umplere deasupra coroanei conductei să nu fie mai mică de 1 metru.” Această adâncime este justificată de necesitatea de a proteja împotriva daunelor cauzate de îngheț.

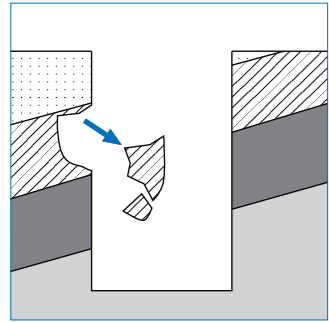
(* Conform specificațiilor publicate pentru fundațiile țevilor de apă, „POZARE CONDUCTE”.

CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Lucrări de terasamente

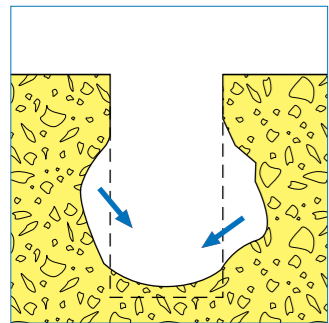
Tipuri de sol

Solurile pot fi împărțite în trei clase principale, în funcție de coeziunea lor:



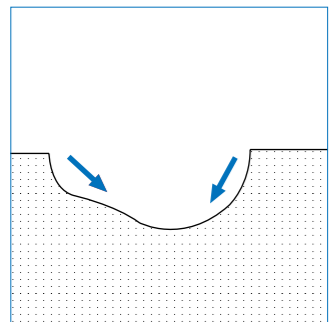
Sol stâncos

Extrem de coeziv, ceea ce face excavarea dificilă, dar fără a exclude orice posibilitate de prăbușire. Uneori sunt prezente fisuri, ceea ce poate duce la căderea unor bucăți complete.



Sol friabil

De departe cel mai comun. Aceste soluri o anumită coeziune, ceea ce le permite să se mențină împreună compacte o perioadă în timpul săpăturii. Coeziunea se poate modifica foarte rapid sub influența factorilor deja menționați (pătrunderea apei, mișcarea echipamentelor în apropiere etc.): sunt posibile alunecări de teren.



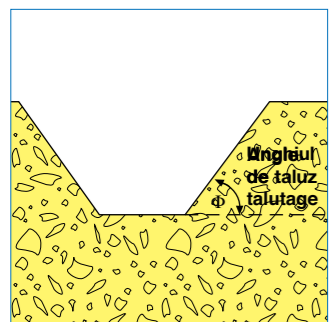
Sol necoeziv

Acest teren nu are coeziune, cum ar fi nisip uscat, noroi sau umplutură proaspătă depusă. Acest tip de pământ se prăbușește aproape instantaneu.

Sunt necesare proceduri speciale atunci când lucați cu acest tip de pământ:

- Prin urmare, protecția împotriva pericolului de colaps este esențială
- Fie prin taluzarea pereților șanțului
- Sau prin sprijinirea pereților șanțului

Măsurile care trebuie luate depind și de situație (urbană sau rurală) și de adâncimea instalării.



Stabilizare sol

Taluzarea malurilor este rar utilizată în situații urbane datorită spațiului necesar ce implică asigurarea unei pante pereților săpăturii spre exterior, cunoscută sub numele de „unghiul de pantă”, care trebuie să fie apropiat de unghiul de frecare internă a solului. Acest unghi variază în funcție de tipul de sol.

Consultați SOLURI (PROPRIETĂȚI MECANICE) la pagina 54.

CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Lucrări de terasamente

Sprijinirea șanțurilor

Există numeroase tehnici de sprijinire, ceea ce înseamnă că este important să le analizați și să le adaptați înainte de a începe lucrul. Prelevarea de probe trebuie utilizată în cazurile prevăzute de reglementările existente sau în general atunci când este cerut de tipul de sol.

Cele mai comune tehnici de sprijinire:

- Panouri prefabricate din lemn (îmbinate sau simple)
- Chereștea sau foi de metal
- Planșe modulare

Indiferent de tehnica utilizată, trebuie luată în considerare presiunea pământului. Panourile trebuie să fie capabile să reziste la o forță exercitată pe toată înălțimea lor, dată de formula:

$$q = 0.75 \gamma H \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)$$

γ : densitatea solului (in kg/m^3) (aproximativ egală cu $2,000 \text{ kg/m}^3$)

φ : unghiul de frecare internă (in radiani)

q : împingere (in kg/m^2)

H : adâncime (in m)

Fundul șanțului

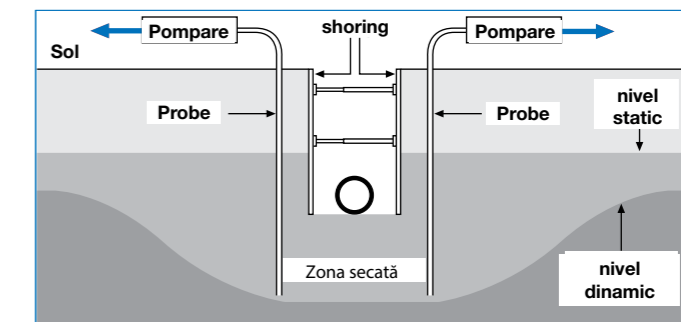
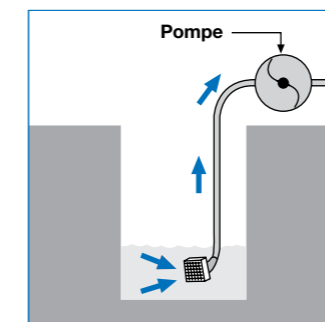
Fundul șanțului trebuie nivelat pentru a se conforma profilului longitudinal al conductei și trebuie eliminate toate proeminențele pietroase sau moloz. Asigurați-vă că țeava se sprijină pe un sol distribuit uniform.

Zonele de îmbinare a țevilor trebuie să fie excavate pentru a facilita asamblarea.

Prezența apei: excavarea trebuie să fie din aval în amonte pentru a permite apei să se scurgă singură din fundul șanțului.

Dacă șanțul trece prin pământ îmbibat cu apă (pânză freatică), este necesar ca apa să fie îndepărtată din șanț prin:

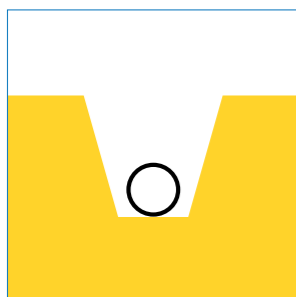
- Pomparea acesteia (direct din șanț sau dintr-un bazin lateral)
- Deshidratarea cu sonde sau puțuri filtrante



CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Lucrări de terasamente

Patul de pozare, materialul din jurul conductei și umplutura



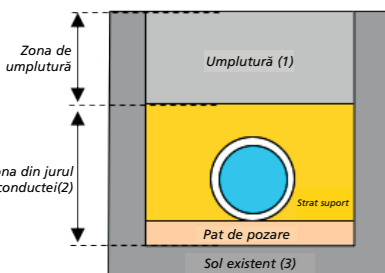
Patul de pozare

Fundul șanțului asigură fundația țevii. În cazurile în care solul este bine spart și relativ omogen, țevile pot fi așezate pe fundul șanțului, așa cum s-a descris anterior.

Este esențial să se asigure că țevile sunt așezate corespunzător pe sol, în special în cazul diametrelor mari. Dacă fundul șanțului nu este potrivit pentru așezarea directă, un pat de pietriș sau nisip trebuie așezat pe o grosime de aproximativ 10 cm.

Consultați ADÂNCIMEA ACOPERIRII la pagina 63 pentru detalii despre diferitele tipuri de umpluturi, în ceea ce privește:

- Mediu (încărcare cu pământ, trafic, calitatea umpluturii)
- Diametrul conductei
- Tipuri de sol întâlnite



Mărimea particulelor

Următoarele valori limită se aplică zonei din jurul țevii, până la 15 cm deasupra crestei conductei.

Tipul protecției	Umplutură naturală granulară și calcar	Umplutură zdrobită, alta decât calcar (4) (4)	Reutilizarea materialelor excavate (Dmax)
Biozinalium + Aquacoat	0-31.5 (1) Dimensiunea particulelor 63 mm mai puțin de 2%	0-16 Dimensiunea particulelor 32 mm mai puțin de 2%	63 mm (92% < 32 mm)
Zinc + vopsea sintetică	0-6.3 (3) Dimensiunea particulelor 12 mm mai puțin de 2%	0-4 Dimensiunea particulelor 8 mm mai puțin de 2%	12 mm (92% < 6 mm)
TT PE (polietilenă extrudată)	0-63 Dimensiunea particulelor 100 mm mai puțin de 2%	0-63 Dimensiunea particulelor 100 mm mai puțin de 2%	100 mm (92% < 63 mm)
TT PUX (poliuretan + capete epoxi)	0-2 (2) Nisip	0-2 Nisip	2 mm Materiale nisipoase

(1) Materiale granulare cu duritate mică sau medie (pietre rotunjite și pietriș) și calcar zdrobit cu dimensiunea particulelor de 0/31,5

(2) Nisip grosier, dimensiunea particulelor 0-2 mm

(3) Pietriș fin (asemănător cu consistența orezului) cu peste 50% elemente cu $D > 2$ mm – Dimensiunea particulelor: 0/4 – 2/4 – 0/6.3 – 2/6.3 – 4/6.3

(4) Materiale zdrobite cu duritate și angularitate mare: materiale naturale (pietriș, pietre și silix), materiale artificiale (zgură) și materiale reciclate (materiale de construcție).

Notă: diversele tipuri de acoperiri nu se aplică pentru întreaga gamă de DN.

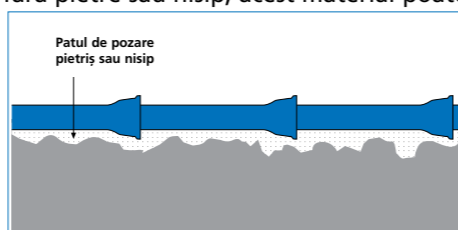
Materialul din jurul conductei

Se pot distinge două tipuri:

- Un înveliș de susținere a țevilor (pentru a rezista oricărei ovalizării în cazul țevilor cu diametru mare), format din pământ lipsit de pietre etc., sau rambleu compactat pe laterale.
- Un înveliș de protecție (în cazul solului foarte eterogen) constând din sol fără pietre sau nisip; acest material poate acționa atât ca protecție, cât și ca suport.

Umplutura

Acesta este de obicei pământul excavat necompactat (departe de drum) sau rambleu compactat (sub drum) atunci când este cerut de specificațiile proiectului



CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Agresivitatea solului

Țevile îngropate sunt supuse unei varietăți de solicitări, inclusiv coroziunii solului și a umpluturii.

Protecțiile versiunilor de bază ale gamei de țevi PAM asigură un nivel ridicat de rezistență la coroziune (aliaj Zn85 Al15 de 400 g/m² îmbogățit opțional cu cupru, sau zinc 200 g/m²), care este potrivită pentru majoritatea aplicațiilor.

Cu toate acestea, coroziunea solului trebuie evaluată pentru a determina dacă este necesară o protecție suplimentară, cum ar fi un manșon de polietilenă sau acoperiri speciale. Personalul tehnic PAM poate efectua un sondaj al solului la cererea clientului.

Studiu topografic

Indicatori generali de coroziune

Indicatorii generali de coroziune sunt determinați cu ajutorul unei hărți detaliate (tip Ordinance Survey), care indică:

- Contururile terenului: punctele înalte sunt mai uscate și mai bine aerisite, prin urmare mai puțin corozive, în timp ce punctele joase sunt umede și neaerate, prin urmare probabil să fie mai corozive
- Cursuri de apă de traversat, zone umede
- Iazuri, mlaștini, lacuri, paturi de turbă și alte zone joase, bogate în acizi humici, bacterii și adesea poluate
- Estuare, poldere, mlaștini sărate și soluri saline care mărginesc marea

Indicatori specifici de poluare și coroziune

Desenele și planurile (obținute de la oficiile de evidență publice) pot fi utilizate pentru a determina următoarele:

- Zone poluate cu diverse tipuri de efluenți, cum ar fi gunoi de grajd lichid și deșeuri de distilerie, deșeuri de produse lactate și de fabricare a hârtiei sau de canalizare, în principal din gospodării
- Deșeuri industriale, cum ar fi zgura și clincherul
- Apropierea de alte rețele de alimentare, cum ar fi rețelele de canalizare cu scurgeri
- Instalații sau echipamente industriale care folosesc curent electric continuu (protecție catodică, sisteme electrice de tracțiune, instalații etc.)

Acest studiu indică diferitele straturi străbătute și oferă informații despre natura terenului și corozivitatea lui naturală.

CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Agresivitatea solului

Studiu geologic

O investigație inițială a solului poate dezvălui următoarele tipuri de sol:

- Risc scăzut:
 - Nisip și pietriș
 - Material pietros
 - Calcar
- Risc ridicat:
 - Marnă
 - Argila
- Risc foarte mare:
 - Gips
 - Pirite (pirite de fier, calcopirită, pirite de cupru etc.)
 - Săruri folosite în industria chimică (clorură de sodiu și sulfat de calciu)
 - Combustibili fosili (lignit, turbă, cărbune și bitum)

Observați orice indicii privind prezența combustibililor fosili, în special amoniți de pirită, care indică faptul că solul conține pirite (sulfuri de fier) și, prin urmare, este foarte coroziv, mai ales că este anaerob.

Hidrogeologie

Umiditatea este un factor care contribuie la corozivitatea solului.

Un studiu hidrogeologic identifică soluri impermeabile susceptibile de a reține apa, precum și prezența zonelor de reținere a apei. Limitele acestor soluri sunt adesea marcate de prezența izvoarelor. Aceste limite merită o atenție deosebită, deoarece corozivitatea stratului impermeabil poate fi foarte mare. Același lucru este valabil și pentru zonele care rețin apă dacă drenează soluri învecinate care conțin săruri minerale solubile (clorură de sodiu, sulfat de calciu etc.).

Sondaje pe șantier

Prin observații vizuale, măsurători (rezistivitate) și analize (eșantioane de sol), studiile de teren ajută la confirmarea și completarea descoperirilor topografice și geologice.

Rezistivitatea unui sol oferă informații despre capacitatea acestuia de a promova fenomenul de coroziune electrochimică a unui metal. Este un parametru semnificativ, deoarece:

- Integrează practic toți factorii care influențează corozivitatea (prezența sărurilor, a apei etc.).
- Este foarte ușor de măsurat la fața locului (metoda Wenner cu patru pini).

Diferitele puncte de măsurare sunt reprezentative de-a lungul traseului conductei. Intervalele lor sunt dictate de topografia terenului și de valorile obținute.

Cu cât rezistivitatea este mai mică, cu atât este mai mare corozivitatea solului. În cazul unei valori a rezistivității sub 3.000 Ω -cm, măsurătorile trebuie confirmate prin prelevarea unei probe la adâncimea instalației și măsurarea rezistivității acesteia (valori brute și minime) într-un laborator.

Pentru orice întrebări, contactați PAM.

CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

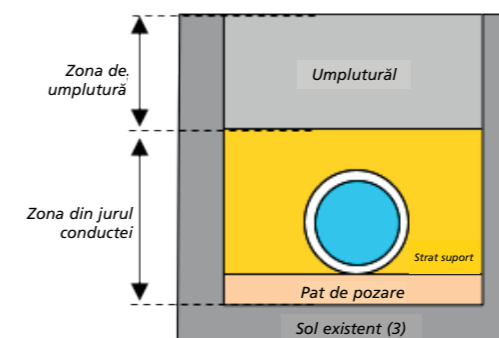
Agresivitatea solului

Adâncimile minime și maxime de îngropare depind de caracteristicile conductei și de condițiile de pozare.

Definiții

În reglementările franceze „Fascicule 70”, se face o distincție între:

- **Zona de umplură (1)**
- **Zona din jurul conductei (2):**
 - Patul de pozare și zona din jurul țevii se umple până la cel puțin 0,10 m deasupra crestei pentru conducte flexibile
 - Patul de pozare și zona din jurul țevii până la diametrul orizontal pentru țevi rigide.
- **Solul existent (3)**



În jurul conductei (2) protejează și/sau asigură stabilitate conductei.

Acesta trebuie executat în conformitate cu cerințe diferite, în funcție de:

- Caracteristicile conductei (rigide, semirigide sau flexibile)
- Sarcina exterioară (înălțimea acoperirii, trafic, etc.)
- Invariabil natura stâncoasă sau eterogenă a solului

Zona de umplură (1) variază în funcție de zona implicată (rural, semiurban sau urban) și trebuie să țină cont de stabilitatea drumului.

Alte constrângeri afectează, de asemenea, condițiile de instalare:

- Menținerea țevii ferită de îngheț (înălțimi minime de acoperire)
- Trecerea prin zone critice de siguranță (căi ferate, autostrăzi etc.), care necesită amenajări speciale
- Reglementările actuale și cerințele locale aplicabile drumurilor.

Diagramele înălțimii de acoperire

Următoarele diagrame prezintă înălțimile maxime și minime de acoperire pentru țevile din fontă ductilă (Clasele C40, C30 și C25) cu sau fără trafic.

Sunt reprezentate patru tipuri de tehnici de pozare care corespund celor mai bune practici actuale. În toate celelalte cazuri, contactați **PAM** sau consultați reglementările franceze „Fascicule 70”.

Ele se bazează pe următoarele ipoteze:

- Criterii de rezistență și deformare a conductelor conform EN 545
- Model de calcul conform reglementărilor franceze „Fascicule 70”

CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Înălțimea de acoperire

Patru tehnici de pozare

	Cazul 1	Cazul 2	Cazul 3 DN ≤ 1400	Cazul 4 DN ≤ 600
Patul de pozare al țevii	Baza nivelată	Baza nivelată	Pat realizat din mate-riale selectate și adecvate	Pat realizat din mate-riale selectate și adecvate
Zona de umplură (2) – Grupa de sol * – Compactare	G3 Necompactat	G3 Compactare controlată q5 t2	G2 Compactare q5 t1	G1 Compactare q4 t1
– Es (MPa) – 2 α (°)	0.5 60	1 90	1.2 90	2 90
Alegerea materialelor	Materialele de umplură utilizate (selectate sau altfel) care sunt direct în contact cu conducta trebuie să fie lipsite de pietre sau elemente corozive.			

* Vezi tabelul 1.

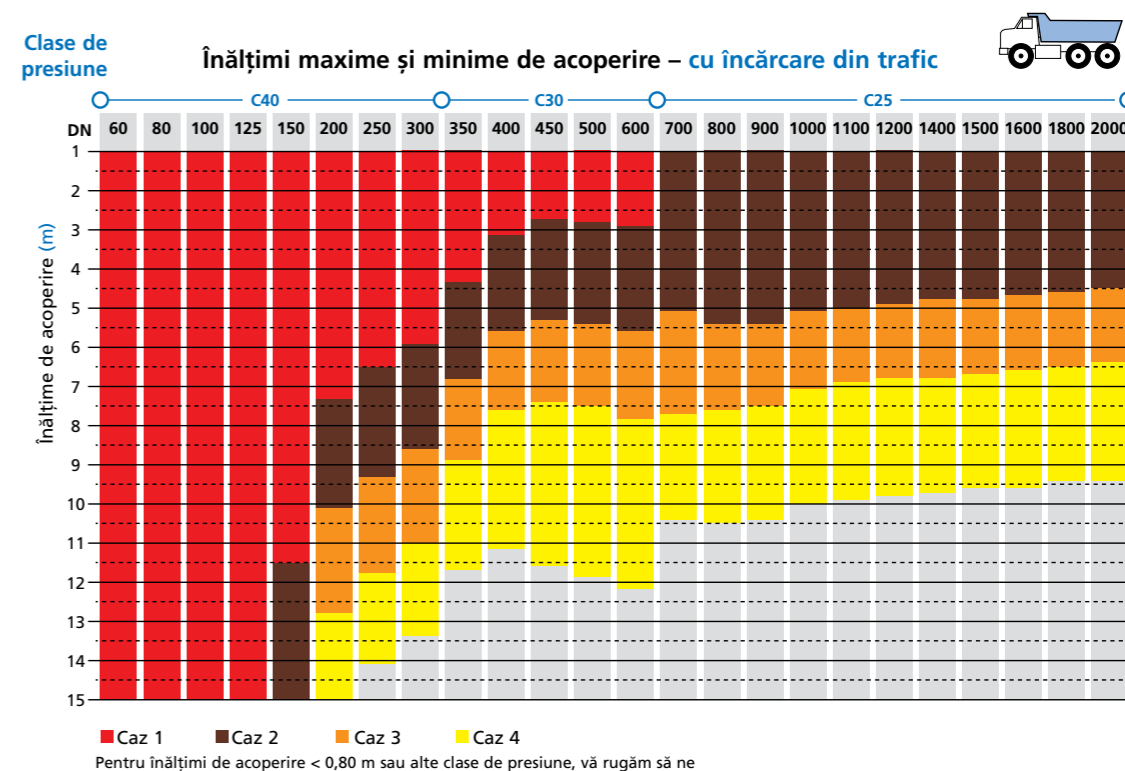
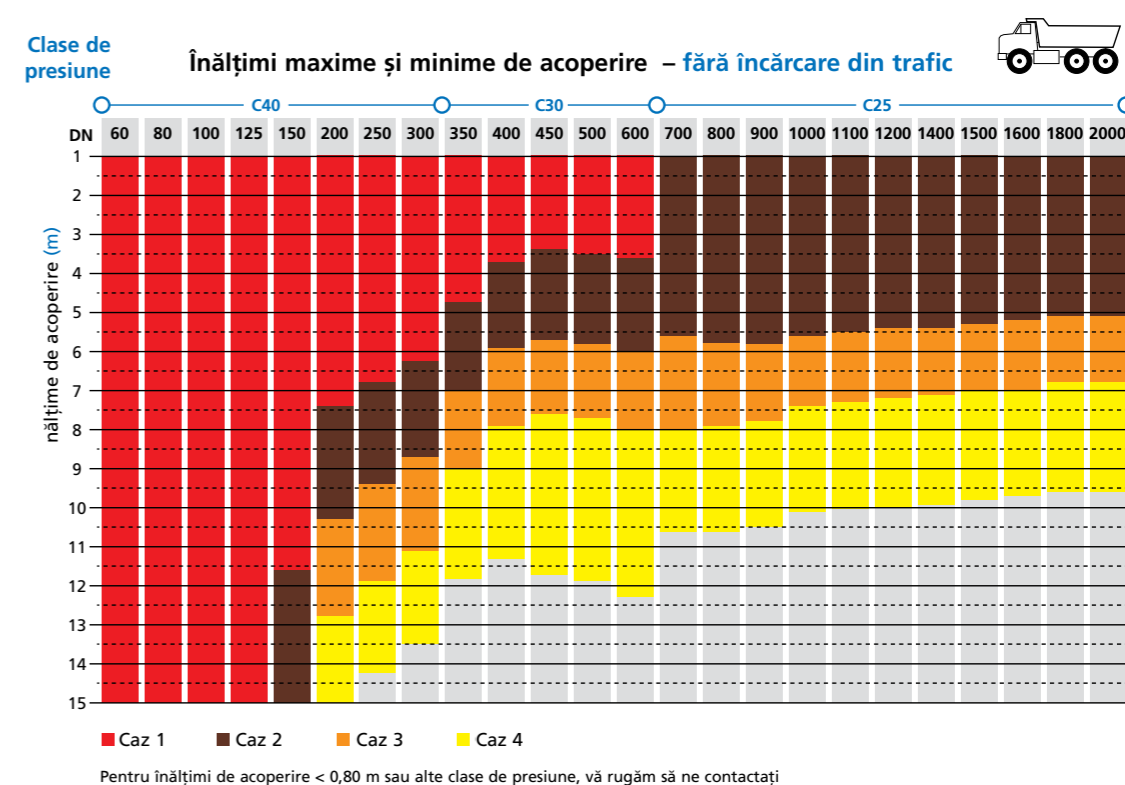
Cazurile definite mai sus exclud acviferele și șanțurile armate.

În toate celelalte cazuri (în spatele barierelor, ranforsărilor etc.), consultați reglementările franceze „Fascicule 70” sau contactați PAM.

CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Înălțimea de acoperire

Înălțimi maxime și minime de acoperire



CONDIȚII ÎN JURUL CONDUCTEI

Înălțimea de acoperire

Elemente din reglementările franceze "Fascicule 70"

Metoda de calcul utilizată ia în considerare:

- Cinci grupe de sol
- Trei niveluri de calitate a compactării și dacă este cazul, influența:
 - Acviferului asupra parametrilor solului
 - Condițiile de decopertare în funcție de lățimea șanțului
 - Încărcarea traficului (două camioane cu trei axe de 30 de tone care traversează)

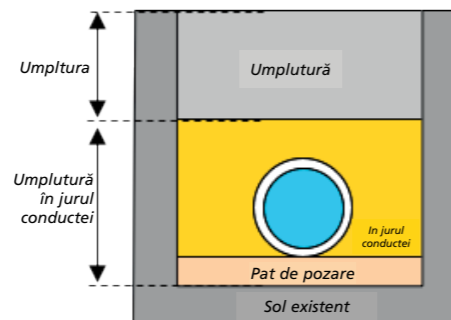
Grupa solului	Nivelul instalării		
	Țintele de densitate recomandate		
	$q_5-t_2^{(1)}$	$q_5-t_1^{(1)}$	$q_4-t_1^{(1)}$
		Valoarea medie minimă ⁽³⁾ : 90% din SPO ⁽²⁾	Valoarea medie minimă ⁽³⁾ : 90% din SPO ⁽²⁾
G1	2	5	10
G2	1.2	3	7
G3	1	2.5	4.5
G4	0.6	1.5	3
G5	-	-	2

(1) În conformitate cu standardul francez NF P 98-331:

- q_4 cel puțin 95% din SPO în medie
cel puțin 92% din SPO la stratul inferior
- q_5 cel puțin 90% din SPO în medie
cel puțin 87% din SPO la stratul inferior

(2) Standard Proctor Optimum

(3) Pe înălțimea stratului



Alte metode de calcul

Se pot folosi și alte metode de calcul:

- Anexa F (informativă) la standardul european EN 545 – Conducte, fittinguri, accesorii și îmbinările acestora din fontă ductilă pentru conductele de apă – Cerințe și metode de încercare
- Metoda de calcul pentru conducte îngropate, înălțimi de acoperire
- Standard SUA ANSI/AWWA C 150/A 21.50 – Proiectare grosime țevi din fontă ductilă
- ISO 10803 „Metoda de proiectare pentru țevi din fontă ductilă”
- ATV 127
- DIPRA

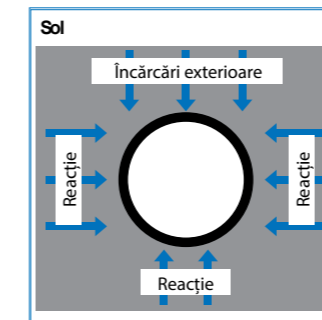
CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Încărcările din sol (performanța conductei)

Diferitele tipuri de conducte pot fi împărțite în trei categorii în funcție de modul în care reacționează la sarcinile externe:

- Conducte rigide
- Conducte flexibile
- Conducte semirigide

Țevile din fontă ductilă sunt țevi semirigide, asigurând valori optime de ovalizare sub acțiunea încărcărilor de suprafață prin mobilizarea straturilor laterale de umplutură.

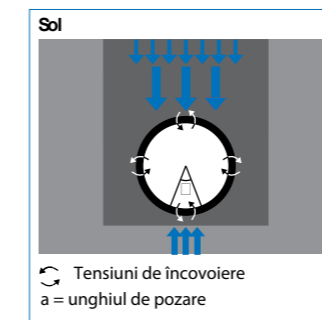


Sistem de conducte/sol

Singura modalitate de a înțelege performanța mecanică a unei țevi îngropate este să luăm în considerare sistemul țevă/sol: interacțiunea țevilor cu solul înconjurător depinde de rigiditatea sau flexibilitatea acestora, ceea ce determină diferite condiții de instalare.

Conductele pot fi împărțite în trei categorii în funcție de rezistența lor la sarcini externe:

- Conducte rigide
- Conducte flexibile
- Conducte semirigide



Conducte rigide

Exemple

Beton precomprimat.

Performanțe

Țevile rigide tolerează doar o foarte mică ovalizare înainte de a ceda.

Deformarea este insuficientă pentru a exploata rezistența laterală de rulare a umpluturii. Întreaga sarcină a solului este susținută de țevă, care exercită solicitări mari de încovoieră asupra pereților.

Criteriu de proiectare

De obicei, sarcina maximă de rupere.

Consecințe

Țevile rigide favorizează încărcările concentrate la generatoarea superioară a conductei. Performanța sistemului rigid de tip țevă/sol depinde în mare măsură de unghiul de pozare α și, prin urmare, de o bună pregătire a stratului, mai ales dacă există o încărcare din trafic.

CONDIȚII DE POZARE A CONDUCTELOR

Încărcările din sol (performanța conductei)

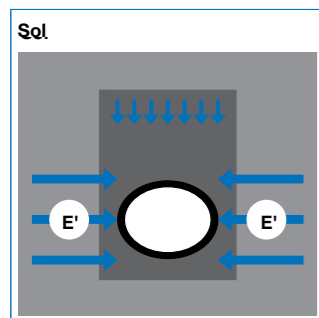
Conducte flexibile

Exemple

Plastic, oțel, etc.

Performante

Țevile flexibile pot rezista la o deformare verticală ridicată fără deteriorări. Prin urmare, sarcina de la partea superioară a solului este pur și simplu echilibrată de suportul lateral al conductei asigurat de umplutura din jur.



Criteriu de proiectare

Ovalizarea maximă admisă sau efortul maxim admis la încovoiere, precum și rezistența la flambaj.

Consecințe

Stabilitatea sistemului de conducte flexibile/sol depinde direct de capacitatea umpluturii de-a dezvolta rezistență pasivă de sprijin lateral, deci de modulul său de rezistență pasivă a solului E' și, în consecință, de calitatea umpluturii și compactarea acesteia

Conducte semirigide

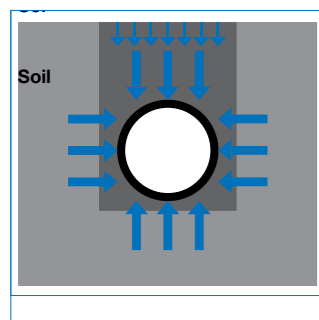
Exemple

Fontă ductilă.

Performante



Conductele semirigide permit o ovalizare suficientă pentru ca o parte a încărcării superioare a solului să antreneze suportul lateral al umpluturii. Forțele puse în joc sunt, prin urmare, suportul pasiv al umpluturii laterale și solicitările interne de încovoiere în peretele conductei. Rezistența la încărcările de suprafață este împărțită între rezistența în sine a conductei și cea a umpluturii, sub forma raportului de rigiditate a celor două componente.



Criteriu de proiectare

Încărcarea maximă admisă la încovoiere (pentru diametre mici) sau ovalizare maximă admisă (pentru diametre mari).

Consecințe

Prin distribuirea forțelor dintre țevă și rambleu, sistemul semirigid de țevă/sol oferă securitate împotriva oricăror modificări în timp ale solicitărilor mecanice sau a condițiilor de susținere.

STANDARDE ȘI CALITATE

Standarde de produs și conexiuni

Produsele **PAM** din fontă ductilă respectă cerințele standardelor franceze (NF), europene (EN) și internaționale (ISO).

Sistemele de conducte **PAM** respectă standardele aplicabile:

- Standarde franceze (NF) și europene (EN).
- Standarde internaționale (ISO sau EN ISO).

Respectarea standardelor europene sau internaționale reflectă gradul ridicat de calitate al sistemelor de conducte din fontă ductilă.

Specificatii	Standarde	
	Standarde europene EN	Standarde internaționale ISO
Specificatii tehnice pentru țevi din fontă ductilă	EN 545	ISO 2531
Țevi cu mufe	EN 545	ISO 2531
Fitinguri cu mufe	EN 545	ISO 2531
Țevi cu flanșe	EN 545	ISO 2531
Fitinguri cu flanșe	EN 545	ISO 2531
Țevi, fittinguri, accesorii din fontă ductilă și îmbinările acestora compatibile cu sistemele de conducte din plastic (PVC sau PE), pentru aplicații cu apă și pentru conexiuni de conducte din plastic, reparații și înlocuire		ISO 16631:2016
Teste de tip îmbinare	EN 545	ISO 2531
Teste de tip îmbinare zăvorâtă	EN 545	ISO 2531 ISO 10804-1
Protecție interioară de mortar de ciment	EN 545	ISO 4179
Acoperiri exterioare pe bază de zinc sau BIOZINALIUM pentru țevi	EN 545	ISO 8179
Protecție exterioară PE	EN 14628-1	-
Protecție exterioară Poliuretanic	EN 15189	-
Protecție exterioară ZMU	EN 15542	-
Protecție interioară Poliuretanic	EN 15655-1	-
Acoperire epoxidică Heavy-duty a fittingurilor	EN 14901-1	-
Țevi reizolate	-	ISO 9394
Folie PE	EN 545	ISO 8180
Metode de proiectare pentru conducte *	EN 545	ISO 10803
Testare în șantier	EN 805	ISO 10802
Rezerva de apă Cerințe pentru rețelele din afara clădirilor	EN 805	-
Garnituri de îmbinare – Cerințe de material	EN 681-1	ISO 4633
Dimensiunile flanșei	EN 1092-2	ISO 7005-2
Fitinguri din fontă ductilă pentru sisteme de conducte din PVC-U sau PE	EN 12842	-
Sisteme de management al calității – Cerințe	ISO 9001	ISO 9001
Sisteme de management de mediu – Cerințe	ISO 14001	ISO 14001
Sisteme de management al energiei	EN ISO 50001	ISO 50001

* "Fascicule 70" reglementările în Franța

STANDARDE ȘI CALITATE

Materiale în contact cu apa destinate consumului uman

Materialele în contact cu apa destinată consumului uman nu vor afecta în mod inacceptabil calitatea apei.

Regulamente și normative

Caracteristicile apei destinate consumului uman sunt definite într-o directivă europeană. Consultați APA DESTINATĂ CONSUMULUI UMAN la pagina 6.

Nu există o directivă sau un standard european care să definească cerințele tehnice pentru materialele în contact cu apa destinată consumului uman utilizate în instalațiile de producție, tratare și distribuție, și care au ca scop verificarea compatibilității acestora cu acest tip de apă.

Cu toate acestea, există un regulament francez care tratează acest subiect: Regulamentul din 29 mai 1997, astfel cum a fost modificat prin Regulamentul din 24 iunie 1998, și prin Regulamentul din 13 ianuarie 2000 și Regulamentul din 22 august 2002. Secțiunea 2 din prezentul Regulament (Materiale utilizate pentru țevi și fittinguri, rezervoare și accesorii) autorizează utilizarea materialelor a căror compoziție corespunde recomandărilor stabilite în anexe (tip și conținut maxim de componente) și prevede, după caz, pentru testare pentru a evalua efectul potențial asupra calității organoleptice, fizice, chimice și biologice a apei care intră în contact cu materialele relevante.

Materiale utilizate PAM în contact cu apa destinată consumului uman

Materialele ce îndeplinesc aceste cerințe de reglementare sunt enumerate în tabelul următor:

Material	Utilizare
Mortar de ciment	Protecție interioară țevă
Vopsea sintetică neagră	Acoperire în jurul îmbinărilor țevilor și a anumitor fittinguri
Vopsea epoxidică albastră	Acoperire pentru anumite fittinguri
Lac epoxidic poliuretanic aplicat prin cataforeza	Acoperire pentru anumite fittinguri
Pulbere epoxidică	Acoperire specială pentru anumite fittinguri
Elastomeri	Garnituri de etanșare pentru țevi și fittinguri
Pastă lubrifiantă	Asamblarea îmbinărilor
Vopsea Aquacoat	Acoperire pentru țevi NATURAL®
Ductan	Acoperire pentru țevi BLUTOP®

Conformitate

Toate materialele menționate mai sus utilizate de PAM în produsele sale sunt certificate de rapoarte ale autorităților sanitare franceze în conformitate cu Regulamentul francez din 29 mai 1997, care atestă conformitatea cu reglementările aplicabile definite în prezentul regulament. Toate materialele enumerate sunt total compatibile cu distribuția apei destinate consumului uman.

Aceste rapoarte, precum și documentația tehnică pentru produsele relevante (țevi și fittinguri pentru rețele de distribuție DN 60 până la 2000 pentru apă destinată consumului uman), au fost revizuite de o organizație independentă.

DEZVOLTARE SUSTENABILĂ

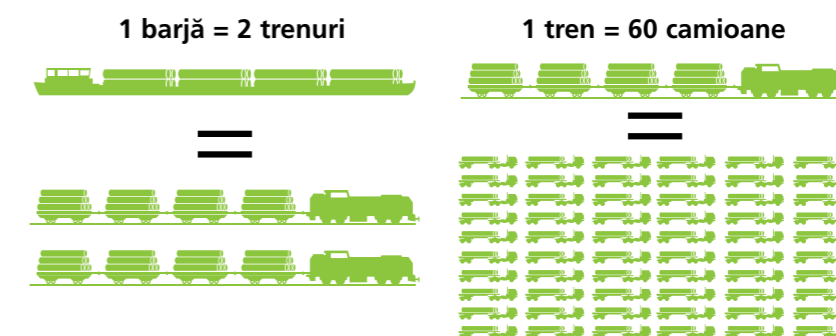
Transport și pozare

Transport

PAM folosește moduri de transport care emit niveluri scăzute de CO₂ pentru a aproviziona fabricile cu materii prime și pentru a livra produsele clienților săi.

Ambele site-uri PAM de producție și distribuție sunt în general interconectate prin cale ferată și căi navigabile. În Franța, de exemplu, amplasamentul din regiunea Lorraine de la Pont-à-Mousson primește majoritatea materiilor prime pe calea ferată sau pe căi navigabile. Produsele fabricate sunt apoi încărcate pe trenuri sau șlepuri și apoi mutate pe o navă într-un port, dacă este necesar.

5% din produsele fabricate sunt transportate pe căi navigabile, feroviare și maritime



Instalare

Oferind rezistență, soliditate și flexibilitate superioare, gama PAM de conducte din fontă ductilă permite reutilizarea pământului excavat ca umplutură pentru șanțuri.

Instalare simplă, rentabilă și ecologică!

Pozarea conductelor poate necesita excavarea unor cantități mari de pământ, care poate fi de la 5 până la 10 ori volumul conductei. Prea des, acest pământ este aruncat și înlocuit cu umplutură selectată.

Natura robustă și solidă a conductelor din fontă ductilă, împreună cu rezistența lor la fisurare și proprietățile active ale protecțiilor externe, permit reutilizarea solului excavat în majoritatea cazurilor (după curățarea pietrelor mai mari) ca umplutură pentru patul depozare a țevii.

● PAM ÉCOPOSE – soluția rentabilă!

Folosirea solului „excavat” pentru umplere reduce dependența de carierele de nisip și elimină transportul rutier inutil.

● PAM ÉCOPOSE – soluția ecologică!

Pe lângă reducerea emisiilor de CO₂, PAM ÉCOPOSE minimizează poluarea pentru locuitorii din zonă și protejează resursele naturale ale pământului

DEZVOLTARE SUSTENABILĂ

Evaluarea ciclului de viață

100% din materialele din fontă ductilă pot fi reciclate din nou și din nou fără pierderea performanței.

Luarea în considerare a tuturor operațiunilor, de la producție și instalare până la întregul ciclu de viață al instalației, este esențială pentru a asigura abordarea corectă a dezvoltării durabile.

PAM a efectuat o evaluare a ciclului de viață pentru produsele sale în conformitate cu ISO 14040 și 14044, ceea ce înseamnă că putem evalua impactul produselor noastre asupra mediului, asupra ciclului apei potabile și putem identifica oportunitățile de îmbunătățire și soluțiile cele mai potrivite.

Evaluarea ciclului de viață poate fi folosită și pentru a furniza clienților noștri declarații de mediu de produs în conformitate cu EN 15804 și ISO 21930 și pentru a-i ajuta să-și evalueze proiectele.



DEZVOLTARE SUSTENABILĂ

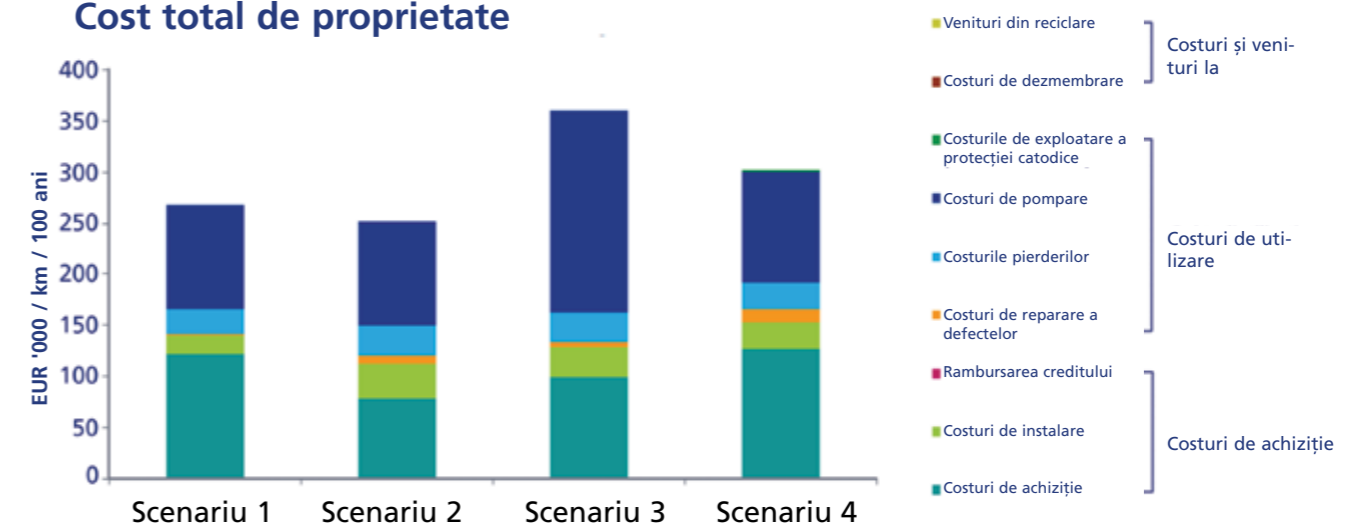
Cost total de proprietate

Deoarece dezvoltarea durabilă presupune identificarea soluției care oferă cea mai înaltă performanță de mediu combinată cu cel mai bun raport calitate-preț, PAM a fost pionier și a aprobat un instrument pentru cuantificarea costului ciclului de viață al unei conducte.

Chiar din faza de design a oricărui proiect, PAM oferă părților interesate cele mai bune soluții, menite să îmbunătățească performanța rețelelor care urmează să fie pozate și să faciliteze instalarea acestora, eficientizând în același timp costurile pe tot parcursul ciclului de viață.



Cost total de proprietate



DEZVOLTARE SUSTENABILĂ

Cost total de proprietate

Investiția banilor astăzi în conducte de înaltă calitate va reduce cheltuielile organizației dvs. în viitor.

Prețul de pompare a apei și costul pierderilor de apă pe toată durata de viață a sistemului depășește semnificativ costul inițial de achiziție.

Calculatorul PAM TCO este conceput pentru a evalua costul total de proprietate, subliniind în același timp cheltuielile imediate pentru investitor și costurile amânate pentru operator. Calculatorul include variabile precum:

- Costuri de achiziție (conducte, instalare, împrumuturi etc.)
- Costuri de exploatare (întreținere, pierderi de apă, energie de pompare etc.)
- Costuri la sfârșitul ciclului de viață (demontare, reciclare și așa mai departe)



ȚEAVĂ NATURAL® DN 200 PESTE 100 ANI



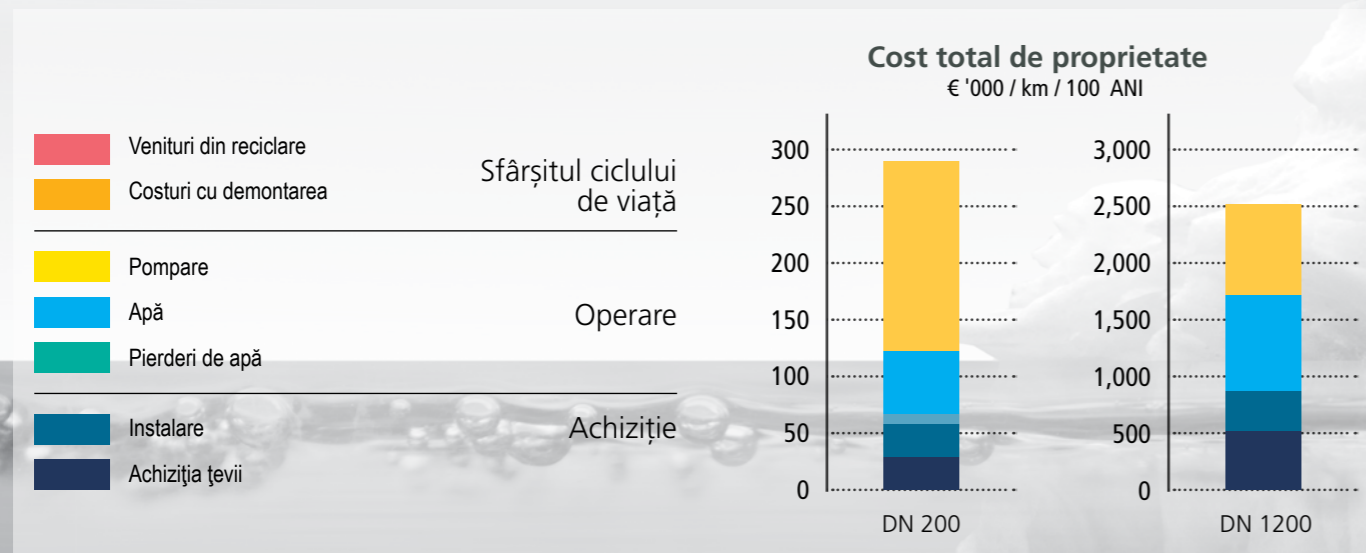
EXEMPLE DE EVALUĂRI TCO-LCA

Ipoteze utilizate pentru calculatorul PAM LCA-TCO:

- Țevi NATURAL® DN 200 și 1200
- Instalare în tranșee deschisă în condiții normale
- Transport rutier (600 km)
- Date tehnice și economice pentru Europa (2014)
- Durată de viață de 100 de ani

Următoarele valori sunt furnizate doar cu titlu orientativ, în măsura în care se bazează pe cazuri ipotetice și pe date medii. Ne declinăm orice răspundere cu privire la valori.

ANALIZA TCO (COST TOTAL DE PROPRIETATE)

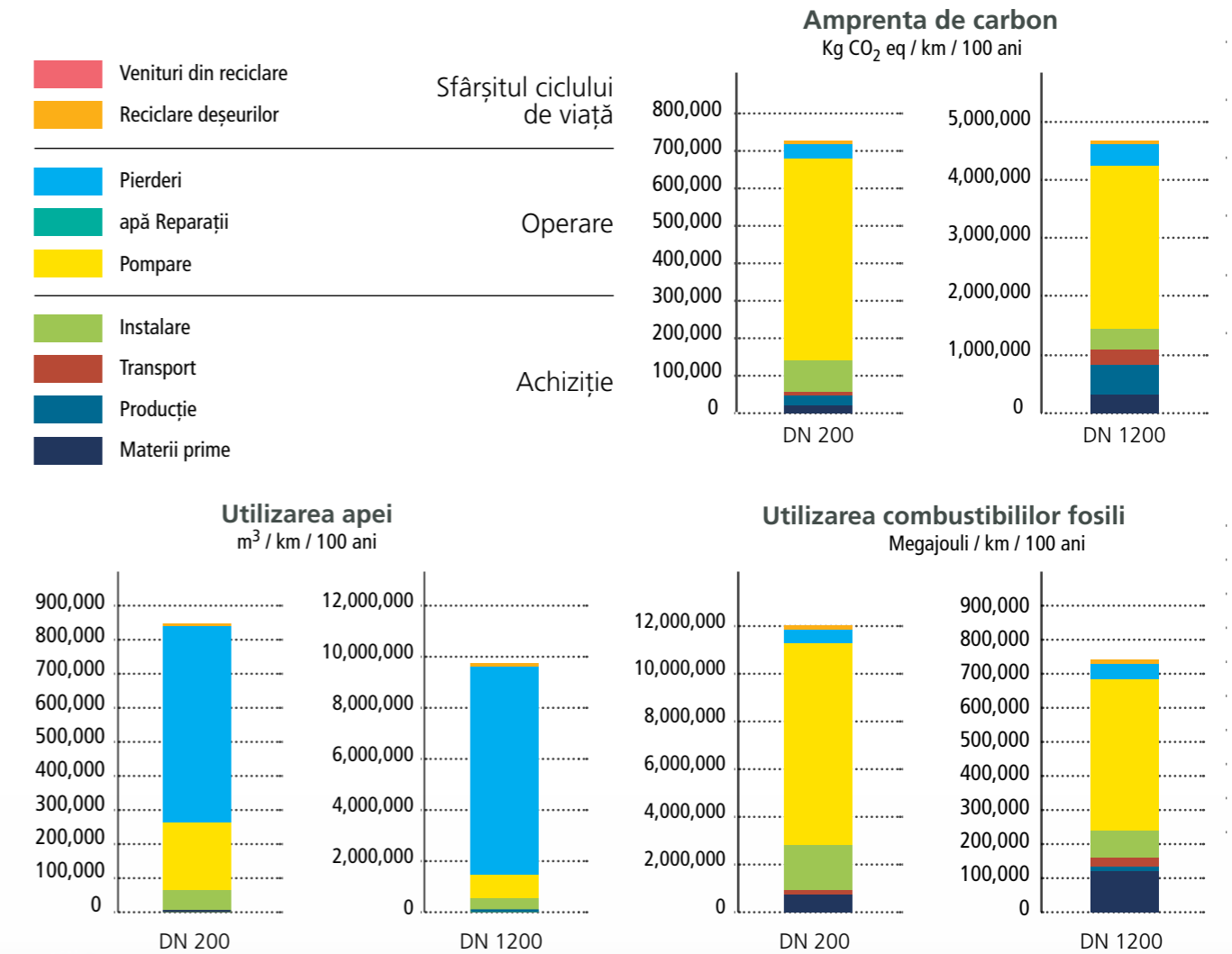


Contactați PAM pentru a vă evalua proiectul

DEZVOLTARE SUSTENABILĂ

Cost total de proprietate

EVALUAREA CICLULUI DE VIAȚĂ (LCA)



CONTACTAȚI PAM ÎN LUME

ARGENTINA

SAINT-GOBAIN PAM ARGENTINA

Boucharde y Enz
1836 - LLAVALLOL - BUENOS AIRES - Argentina
Tel.: + 54 11 42 98 9600

AUSTRIA

SAINT-GOBAIN AUSTRIA GMBH

Vertriebsbüro PAM
Archenweg 52
6020 Innsbruck
Tel.: + 43-512-341717-0

BELGIUM

SAINT-GOBAIN PAM BELGIUM S.A.

Raatshovenstraat, n°2
B-3400 - LANDEN - Belgium
Tel.: + 32 11 88 01 20

BRAZIL

SAINT-GOBAIN CANALIZACAO LTDA

7º Andar Condomínio do Edifício Praia de Botafogo
22250-040 - RIO DE JANEIRO - RJ - Brazil
Tel.: + 55 21 2128 1677

CHILE

SAINT-GOBAIN CANALIZACIÓN CHILE S.A.

Antilanca Norte 600
Parque Industrial Vespucio, Comuna de Pudahuel
SANTIAGO DE CHILE - Chile
Tel.: + (56-02) 24441300

CHINA

SAINT-GOBAIN PAM CHINA

Room 1808, 18th Floor, Building No.5
Zi Yun Wisdom Plaza, No. 19,
Ka Zi Men Avenue, Qinghuai District, 210022 - Nanjing,
China
Tel.: + 86 25 5791 8553

COLOMBIA

COLOMBIA, CENTRAL AMERICA, ECUADOR & DOMINICAN REPUBLIC

SAINT-GOBAIN PAM COLOMBIA
Km 20 Carretera Occidente, MOSQUERA, CUNDINAMARCA
- Colombia
Tel.: + 57 (1) 893 3993

CZECH REPUBLIC

SAINT-GOBAIN PAM CZ S.R.O.

Smrčkova 2485/4
180 00 Praha 8 - Czech Republic
Tel.: + 420 220 406 640

FINLAND

SAINT-GOBAIN PAM FINLAND

Strömberginkuja 2
FI-00380 HELSINKI
Tel.: +358,207,424,622

FRANCE & FRENCH OVERSEAS DEPARTMENTS AND TERRITORIES

SAINT-GOBAIN PAM CANALISATION (REGISTERED OFFICE)

21 avenue Camille Cavallier
54705 PONT-A-MOUSSON CEDEX - France
Tel.: +33 3 83 80 73 50

SAINT-GOBAIN PAM CANALISATION (SALES DIVISION FRANCE)

21 avenue Camille Cavallier
54705 - PONT A MOUSSON CEDEX - France
Tel.: +33 3 83 80 67 89

SAINT-GOBAIN PAM CANALISATION

(Sales Divisions Europe and international)
21 avenue Camille Cavallier
54705 - PONT A MOUSSON CEDEX - France
Tel.: +33 3 83 80 67 89

SAINT-GOBAIN PAM CANALISATION

(Caribbean Regional Agency)
Rue Alfred Lumière - ZI de Jarry - BP 2104
97122 - BAIE MAHAULT - Guadeloupe
Tel.: + 33 590 26 71 46

GERMANY

SAINT-GOBAIN PAM DEUTSCHLAND

Saarbrucker Strasse 51
66130 - SAARBRUCKEN - Germany
Tel.: + 49 681 87 010

GREECE

SAINT-GOBAIN HELLAS ABEE

5 Kleisouras Str.
Metamorfofi Athens 14452, Greece
Tel.: + 30 210 6147500

ITALY

SAINT-GOBAIN PAM ITALIA SPA

Via Romagnoli n°6
I-20146 - MILAN - Italy
Tel.: + 39 02 42 431

JORDAN

SAINT-GOBAIN PAM CANALISATION REGIONAL OFFICE

Abu Zaid Center - Office # 8
37 Saad Bin Abi Waqqas St., - PO BOX 831000
11183 AMMAN - Jordan
Tel.: + 962 6 551 4438

MEXICO

SAINT-GOBAIN PAM MEXICO

Legaria 549 Torre 1 Piso 14 • 10 de Abril •
11250, Ciudad de México - Mexico
Tel.: +(52) 55 5279 1665

MOROCCO

SAINT-GOBAIN MAROC DEVELOPMENT

Av Mly Ismail Route de Rabat Ain Sebaa
20250 - Casablanca
Tel.: + 212 522 665 731

NETHERLANDS

SAINT-GOBAIN PAM NL

Markerkant 10-17
1316 AB ALMERE - The Netherlands
Tel.: + 31 36 5333344

NORWAY

SAINT-GOBAIN BYGGEVARER AS, PAM

Brobekkveien 84
0582 Oslo
Tel.: + 47 23 17 58 60

PERU

SAINT-GOBAIN PAM PERU

Av. Javier Prado Oeste Nro. 2501 Int. 2101
(Edificio Bloom Tower) - Magdalena - Lima
Tel.: +(51) 1 2524034

POLAND

SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS POLSKA

SP. Z O.O.
ul. Okrezna 16, 44-100 Gliwice
Tel.: +48 600 421 996

PORTUGAL

SAINT-GOBAIN PAM PORTUGAL, S.A.

Rua das Marinhas do Tejo , n° 15
2690-361 - SANTA IRIA DE AZOIA - Portugal
Tel.: + 351 218 925 000

ROMANIA

SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS

ROMANIA S.R.L.
Calea Floreasca nr. 165, One United Tower,
etaj 10, Sector 1, cod 014459
Bucuresti România
Tel.: + 40 21 207 57 50

SINGAPORE

SAINT-GOBAIN PAM SINGAPORE

2 Venture Dr., #13-18 Vision Exchange,
Singapore 608526
Tel.: +65 6330 8288

SLOVAKIA

SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS

PAM Business Unit

Dlha 1780/6
90031 Stupava
Tel.: + 421 265 45 69 61

SOUTH AFRICA

SAINT-GOBAIN PIPELINES SOUTH AFRICA

300 Janadel Ave
Halfway House , Midrand
South Africa
Tel.: +27 (12) 657 2800

SPAIN

SAINT-GOBAIN PAM ESPANA

C/ Príncipe de Vergara, 132 planta 7
28002 - Madrid
Tel.: +34 91 397 20 00

UNITED KINGDOM

SAINT-GOBAIN PAM UK

Lows Lane - Stanton-by-Dale
ILKESTON - DERBYSHIRE - DE7 4QU
United Kingdom
Tel.: + 44 115 930 5000

VIETNAM

SG PAM HCM

8th Floor, SOFIC Tower,
10 Mai Chi Tho Street, Thu Thiem Ward, District 2
Ho Chi Minh City
Viet Nam
Tel.: +84 28 3776 1888



Saint-Gobain PAM Canalisation • Head office

21, avenue Camille Cavallier
54705 Pont-à-Mousson Cedex • FRANCE
Phone : +33 (0) 383 807 350
www.pamline.com