

# ROREX

## Catalog de prezentare generală



**DN 4000**

**50 m<sup>3</sup>/s**

## **ROREX PIPE SRL**

Str. Aviației, nr. 33, Buftea, Ilfov, RO

Telefon: +40 723 277 877

Fax: +40 376 206 509

[office@rorexpipeline.com](mailto:office@rorexpipeline.com)

[www.rorexpipeline.com](http://www.rorexpipeline.com)

# ROREX PIPE

**CATALOG DE PREZENTARE GENERALĂ**

**SISTEMUL DE CONDUCTE DIN GRP/PAFSIN**





## Cuprins

<b>A. Administrarea apei în Dacia</b>	<b>3</b>
<b>B. Profilul companiei</b>	<b>5</b>
<b>C. GRP/PAFSIN</b>	<b>7</b>
<b>C1. Compozitele GRP/PAFS</b>	<b>7</b>
<b>C2. Aplicațiile conductelor de GRP/PAFSIN</b>	<b>8</b>
<b>1. Proprietățile și avantajele produsului</b>	<b>10</b>
<b>1.1. De ce conducte de GRP/PAFSIN?</b>	<b>10</b>
<b>1.2. De ce conductele ROREX?</b>	<b>11</b>
<b>2. Standarde de performanță</b>	<b>14</b>
<b>3. Materii prime</b>	<b>16</b>
<b>3.1. Descriere</b>	<b>16</b>
<b>3.2. Controlul calității</b>	<b>17</b>
<b>4. Procesul de producție</b>	<b>19</b>
<b>5. Structura conductei finite</b>	<b>22</b>
<b>6. Gama de conducte</b>	<b>23</b>
<b>7. Proprietăți ale conductelor</b>	<b>26</b>
<b>8. Controlul calității pentru conductele finite</b>	<b>34</b>
<b>9. Considerații pentru proiectare și buna funcționare</b>	<b>36</b>
<b>10. Conducte pentru aplicații speciale</b>	<b>42</b>
<b>10.1 Conducte biaxiale</b>	<b>42</b>
<b>10.2 Conducte fără nisip</b>	<b>44</b>
<b>10.3 Jacking pipes</b>	<b>46</b>
<b>10.4 Relining</b>	<b>48</b>
<b>11. Elemente de îmbinare a conductelor</b>	<b>48</b>
<b>11.1 Elemente de îmbinare nerestricționate</b>	<b>49</b>
<b>11.1.1 Mufe Reka</b>	<b>49</b>
<b>11.1.2 Cuplaje mecanice</b>	<b>51</b>
<b>11.2 Elemente de îmbinare restricționate</b>	<b>52</b>
<b>11.2.1 Îmbinări laminate</b>	<b>52</b>
<b>11.2.2 Flanșe</b>	<b>52</b>
<b>11.2.3 Mufe lipite (COMBI)</b>	<b>53</b>
<b>12. Fitinguri</b>	<b>53</b>
<b>13. Instalarea conductelor din GRP/PAFSIN</b>	<b>55</b>
<b>13.1 Alegerea caracteristicilor conductei în funcție de condițiile din teren</b>	<b>55</b>
<b>13.2 Detalii despre tranșee</b>	<b>57</b>
<b>13.3 Tipuri de instalare</b>	<b>59</b>
<b>13.4 Considerații speciale</b>	<b>60</b>
<b>13.5 Deformarea conductelor instalate</b>	<b>60</b>
<b>13.6 Devierea unghiulară în îmbinare</b>	<b>60</b>
<b>14. Produse speciale din GRP/PAFSIN</b>	<b>62</b>



## A. Administrarea apei în Dacia

De la începutul timpurilor, apa a fost elementul esențial care a influențat migrația și așezarea oamenilor. Pe teritoriul României moderne, unde se afla cândva Dacia, se cunosc metode complexe de captare și distribuție a apei încă din antichitate, sub forma apeductelor. După cucerirea Daciei de către împăratul roman Traian (106 d.Hr.), romanii au construit orașe mari, cu incinte de apărare, forumuri, amfiteatre, thermae și apeducte. Rămășițe ale acestora din urmă au fost găsite nu numai în orașul-capitală Ulpia Traiana Sarmizegetusa, ci și în orașele mai mici, crescând în gradul de complexitate față de perioadele istorice precedente. Scriitorul antic Vitruvius vorbește despre știința apeductelor, marcând cât de importantă era stabilirea unei surse de apă cu o calitate superioară, mai întâi după tipul de roci și sol din care provenea și apoi verificată după criterii precum gust, limpezime, miros, aspect fizic<sup>1</sup>.

Apeductul roman era un râu artificial, a cărui pantă de curgere era meticolos calculată astfel încât să curgă, ajutat de gravitație, până la un punct de colectare - castellum - situat la o altitudine mai mare decât orașul. De acolo, apa era transportată prin diferite tipuri de conducte la un bazin de distribuție de la marginea orașului, mai departe fiind distribuită în interiorul orașului printr-o altă rețea de conducte. Apa putea fi dirijată către apeducte prin construirea unor șanțuri cu pereți din piatră sau zidărie, sau prin țevi de ceramică (Fig.1, pag. 4) sau plumb (Fig.2, pag. 4), în funcție de tipul pantei de curgere. Majoritatea lungimii apeductelor era reprezentată de canalele de zidărie, care urmau geografia terenului, având diverse forme și dimensiuni. Conductele de ceramică aveau de obicei un diametru de 20 - 25 cm și o lungime de 40 - 60 cm, fiind unite între ele prin îmbinări de forma unor manșoane prezente la unul din capete. Manșonul era introdus în altă conductă cu un capăt lărgit (Fig. 1, pag. 4). Conductele de plumb, de grosime 2 - 3,6 cm și 10 picioare lungime<sup>2</sup>, erau turnate pe o placă de marmură, iar plăcuțele rezultate erau îndoite în jurul unei forme de lemn și lipite între ele pe toată lungimea lor cu un aliaj denumit cositor (Fig. 3, pag. 4). Acestea erau folosite atât la sifoane, pentru că puteau face față presiunii, cât și la rețeaua de distribuție din interiorul orașului, ducând apă la locuințe private și fântâni publice.<sup>3,4</sup>

Astfel, construind pe cunoștințele strămoșilor noștri, suntem mândri să purtăm știința administrării apei mai departe, printr-o continuă evoluție și cercetare. Dezvoltăm și realizăm conducte din GRP/PAFSIN performante, bazate pe o tehnologie statornică și gândite să reziste timp de multe generații.

**De aici vine sloganul ROREX: "Succes prin calitate".**

1 Vitruvius IV

2 Vitruvius VI

3 *Istoria alimentării cu apă în Municipiul Turda*, www.caaries.ro

4 *Despre aprovizionarea cu apă potabilă a cetății Callatis în epoca romană*, Gh. Papuc  
Foto Fig. 1,2,3 pg 4 *Tehnici de aprovizionare/distribuție cu apă în Dacia Romană*, G. Băeșan



Fig. 1 Conducte de ceramică de la Sarmizegetusa (foto G. Băeșan)



Fig. 2 a) Țevi de plumb, b) Racorduri turnate separat - Sarmizegetusa (foto Piso, G. Băeșan 2000)

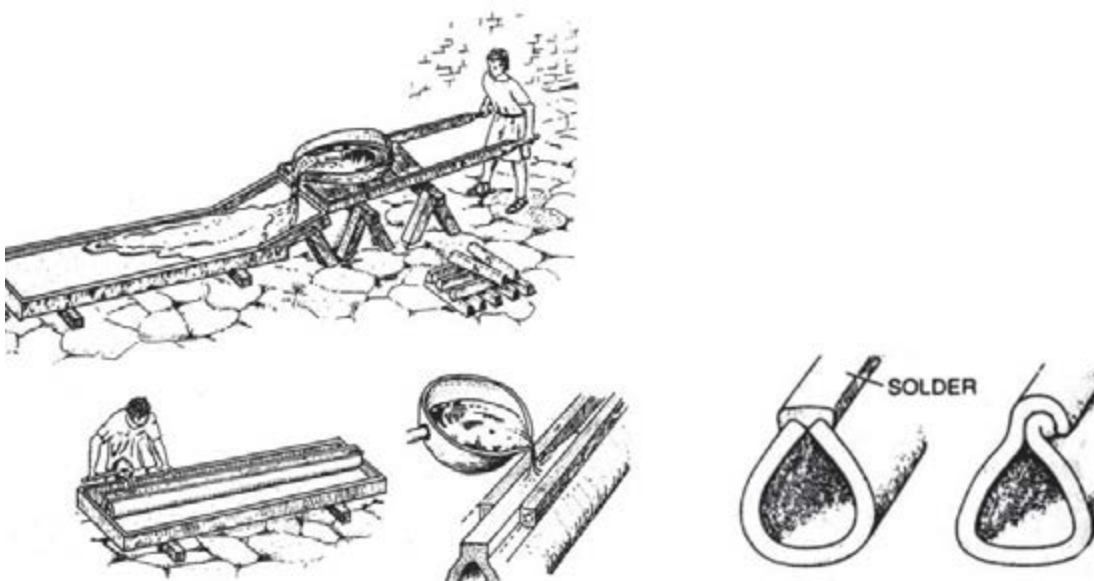


Fig. 3 Procesul de manufactură a conductelor de plumb în epoca romană  
(Roman aqueducts and water supply, T. Hodge 1995)





## B. Profilul companiei

ROREX ocupă o suprafață totală de 36.200 m<sup>2</sup>, cu o suprafață construită de 4.250 m<sup>2</sup>. Fabrica și birourile sunt situate în orașul Buftea, jud. Ilfov.



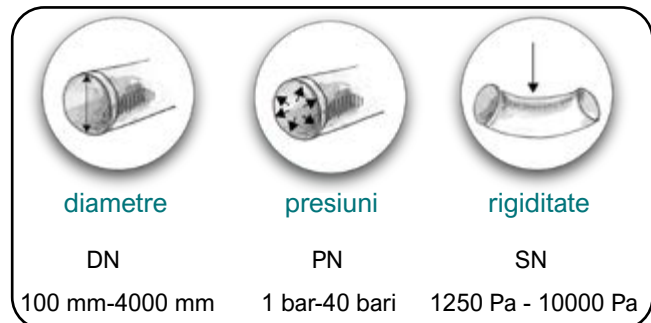


ROREX cooperează cu Faratec pentru sistemul de conducte și tehnologie, având vânzări și colaborări atât pe piața internă, cât și pe cea internațională.

Faratec s-a înființat în anul 1992 și are o experiență vastă în conducte de GRP/PAFSIN precum și în sectorul compozitelor. Conductele fabricate cuprind toate categoriile de apă transportată, categorii pentru aplicații în procese speciale și pentru transportul produselor petrochimice. Studiile R&D și tehnologia performantă dezvoltată în cadrul Centrului de Tehnologie Faratec au făcut ca Faratec să onoreze comenzi de peste 10.000 km de conducte în toată lumea - Europa, regiunea MENA, regiunea CIS și Asia.

Produsele ROREX îndeplinesc toate cerințele standardelor locale și internaționale precum: CEN, ISO, AWWA, ASTM, BSI. Pentru presiunile și clasele de rigiditate menționate în Fig. 4, toate produsele sunt garantate de ROREX.

Această gamă reprezintă producția standard. Pentru aplicații nestandardizate și produse speciale, vă rugăm să contactați Departamentul ROREX de Marketing.



*Fig. 4 Gama de conducte produse de ROREX - de diametre, presiuni și clase de rigiditate posibile*







## C. GRP/PAFSIN

### C1. Compozitele GRP/PAFS

Materialul numit PAFS (poliester armat cu fir de sticlă) sau GRP (eng., *glass reinforced polyester*) este un material compozit ce conține o matrice din rășini cu întărire termică (epoxi, poliesterice nesaturate, vinil-esterice sau bisfenolice) la care se adaugă fire de sticlă și, la anumite aplicații, și nisip cuarțos (min. 98% dioxid de siliciu). În funcție de aplicație și de procesul de fabricație, firele de sticlă pot fi aranjate la întâmplare, aplatizate într-o împâslitură (*mat*) sau țesute.

PAFS este mai flexibil decât fibra de carbon, având un punct de rupere final mai mare decât aceasta și deci un raport rezistență-greutate mai mare. Din punct de vedere al caracteristicilor electro-magnetice, este un material izolator, non-magnetic și radiotransparent. Este inert chimic în multe circumstanțe și poate fi modelat în forme complexe, putând avea o multitudine de aspecte diferite (Fig. 5).



acoperiș  
transparent  
din PAFS



ambarcațiuni  
din PAFS

Fig. 5 Diferite obiecte care  
au la bază PAFS



pale pentru  
turbine eoliene  
din PAFS



elice  
elicopter  
din PAFS

Astfel PAFS este folosit în multiple domenii precum: industria auto și aeronautică (elemente structurale, podele etc.), industria chimică (conducente), industria energetică (turbine eoliene etc.), produse sportive (plăci de surfing, căști de protecție, rachete de tenis etc.), produse electrice și electronice, construcții (ca material izolator, domuri, acoperișuri etc.).

În anul 2017, piața de PAFS a fost estimată la 17,1 miliarde USD. Costurile de producție ale acestui tip de material sunt relativ scăzute, procesul de producție este prietenos cu mediul și durata de viață este între 50 - 100 de ani, făcându-l astfel un produs sustenabil, a cărui cotă de piață este în continuă creștere.

## C2. Aplicațiile conductelor de GRP/PAFSIN

stații de tratare  
a apei potabile



exploatări miniere

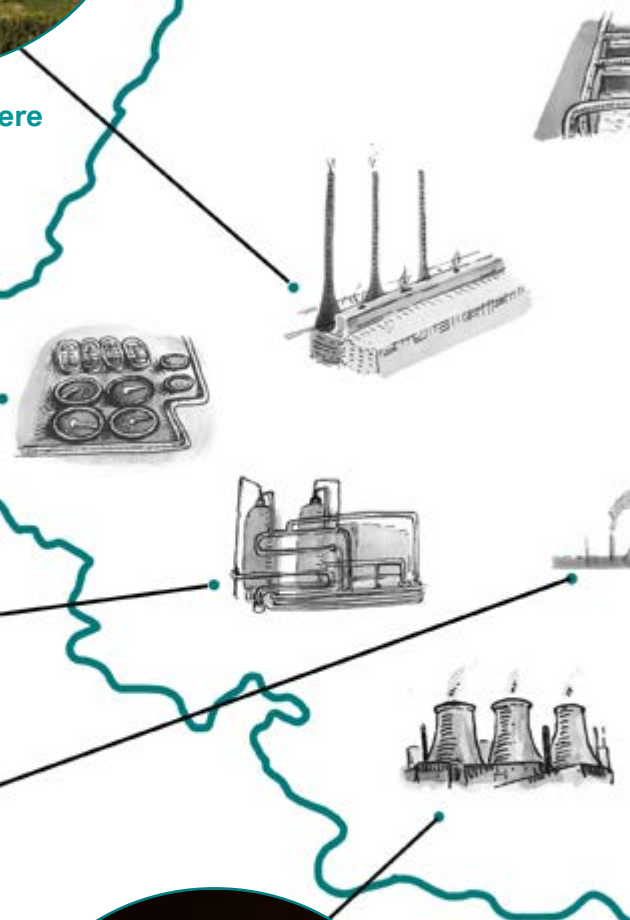
aducțiuni și rețele de  
distribuție apă potabilă



termocentrale

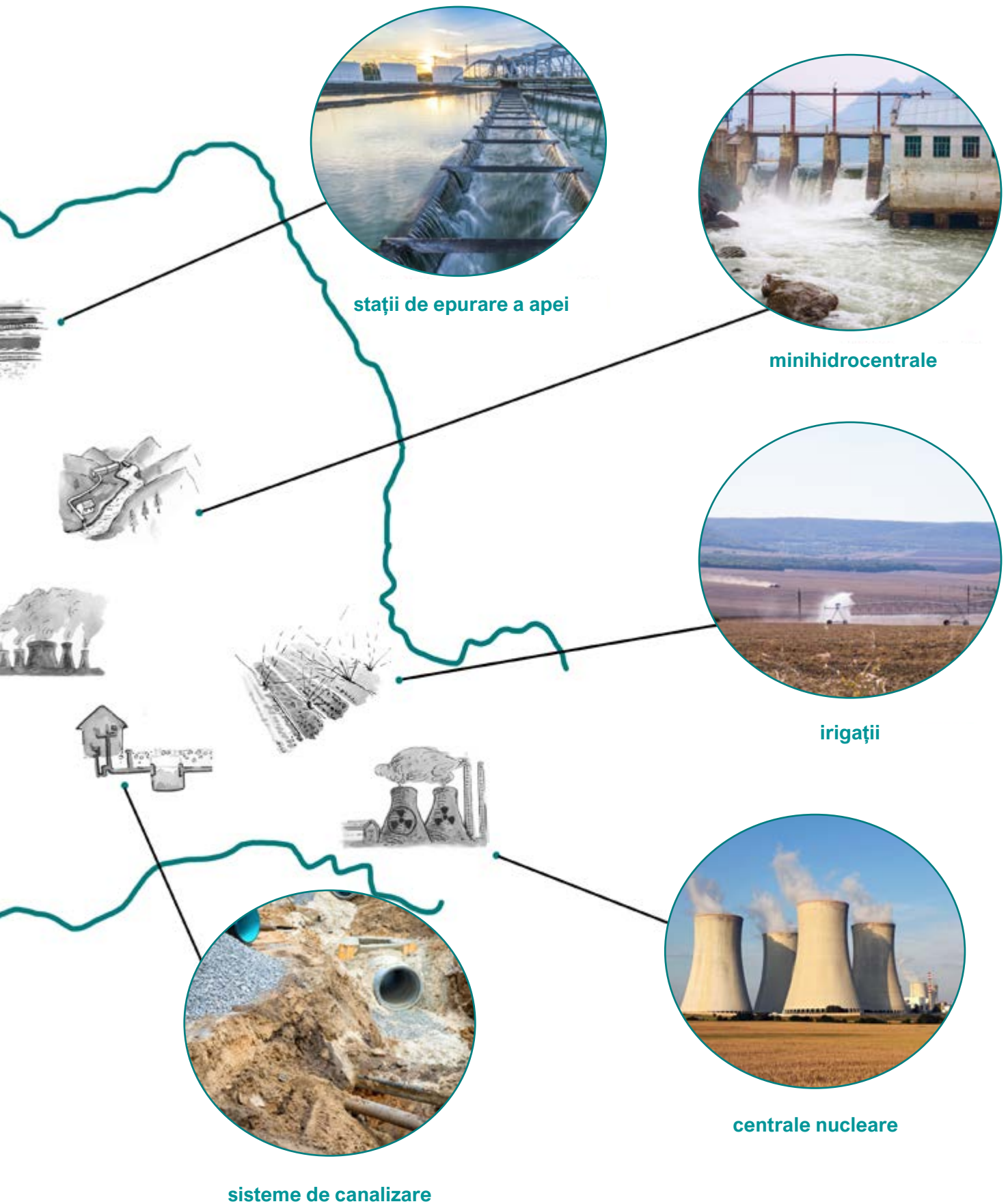


fabrici de produse chimice



În cadrul unei țări, conductele de GRP/PAFSIN (poliester armat cu fire de sticlă și inserție de nisip) au o varietate mare de întrebuințări. Fig. 6 prezintă câteva dintre domeniile principale unde se pot utiliza.

Fig. 6 Domenii de utilizare ale conductelor GRP/PAFSIN







## 1. Proprietățile și avantajele produsului

### 1.1. De ce conducte de GRP/PAFSIN?

Producția conductelor GRP/PAFSIN are la bază principiul **dezvoltării durabile**. Astfel, pe toată lungimea fluxului tehnologic, de la materia primă la produsul finit, amprenta de carbon este scăzută, iar conductele sunt făcute să țină timp de multe generații. Din punct de vedere al sustenabilității economice, costurile de producție sunt relativ mici, iar proprietățile lor fizico-mecanice precum greutatea scăzută, rezistența la abraziune și suprafața internă netedă reduc din costurile de transport, manipulare și mentenanță.

Principala problemă ce apare în timp la conductele instalate este **coroziunea**.

În 2017, costul coroziunii a fost estimat la 2,5 trilioane USD; 3% - 4% din PIB-ul fiecărei țări. Aceasta poate apărea din mai multe motive, cele mai comune fiind: pH-ul scăzut sau crescut al apei ce curge prin conductă sau al solului cu care este în contact la exterior, un nivel crescut al oxigenului dizolvat, existența unor terenuri mlăștinoase, sărăturate sau a curenților de dispersie (curenții exteriori sau curenți vagabonzi).

Coroziunea cauzează trei probleme distincte:

- » treptat se pierde din masa conductei,
- » se pot acumula depuneri formate din compuși rezultați de la degradarea conductei, ce conduc la pierderi de sarcină
- » calitatea apei potabile scade (de ex. apariția 'apei roșii' în cazul coroziunii conductelor care au în componență fier, sau creșterea pH-ului în cazul celor de beton).

Conductele GRP/PAFSIN oferă o superioritate netă comparativ cu orice alte materiale folosite la ora actuală în ceea ce privește coroziunea.



## 1.2. De ce conductele ROREX?

### Prietenoase cu mediul



- » au la bază materii prime cu un impact scăzut asupra mediului: **firele de sticlă** majoritar sticlă de borosilicat topită și extrudată în fire, **rășina** este un produs secundar din procesul de prelucrare a petrolului, **nisipul** este format din granule fine de siliciu;
- » atât procesul de fabricație al materiilor prime cât și al produselor finite nu emit compuși secundari toxici;
- » au o amprentă de carbon redusă - procesul de fabricație al conductelor consumă relativ puțină energie;
- » necesită o energie de pompare mai mică datorită suprafeței interne netede ce reduce pierderile prin frecare.

### Sustenabile



- » durată lungă de viață: > 50 de ani;
- » costuri reduse de transport și manipulare pentru că au o greutate redusă: la aceeași performanță sunt cu 75% mai ușoare decât fonta ductilă și cu 90% mai ușoare decât betonul;
- » costuri reduse de exploatare și mentenanță cu menținerea caracteristicilor chimice și hidraulice superioare.



## Caracteristici hidraulice superioare



- » suprafața internă foarte netedă - pierderi mici prin frecare;
- » rezistență mare la abraziune;
- » viteza undei de presiune mică - reduce suprapresiunea dată de lovitura de berbec;
- » conductele de GRP/PAFSIN suportă o suprapresiune cu 40% mai mare decât presiunea de lucru și lovitura de berbec este cu până la 50% mai mică decât la conductele din oțel sau fontă ductilă.

## Caracteristici fizico-chimice dezirabile



- » rezistente la coroziune pe o gamă largă de pH;
- » nu necesită căptușire interioară/exterioră sau protecție catodică;
- » au o perioadă de serviciu lungă și eficace;
- » caracteristicile hidraulice rămân constante pe termen lung;
- » flexibilitate mare; permit o deformare elastică cu până la 25% din diametru, păstrând intactă structura de rezistență;
- » coeficient de dilatare mic și rezistență la UV; sunt potrivite pentru instalarea supraterană.





## Lungimi standard mari



- » lungimi standard de 6 m sau 12 m, dar pe comandă se pot fabrica conducte de până la 18 m;
- » scade riscul de avarii;
- » timp scurt de instalare pentru că scade numărul de îmbinări necesare.

## Metode de îmbinare a conductelor personalizate



- » mufe cu garnituri din elastomer etanșe pentru aplicații îngropate și mufe lipite cu adeziv sau laminate pentru aplicații supraterane;
- » asigură prevenirea infiltrațiilor și a exfiltrațiilor;
- » timp de instalare scurt datorită ușurinței de îmbinare;
- » posibilitatea unor schimbări mici de direcție fără fittinguri sau tasări diferite.

## Tehnologie avansată de producție



- » producerea conductelor în conformitate cu standarde locale și internaționale precum ASTM, AWWA, BSI, DIN, CEN etc.;
- » stabilitate mare a produselor la scară mondială, asigurată de o producție performantă și de încredere;
- » proces de fabricație flexibil;
- » pot fi fabricate diametre la cerere pentru proiectele care pot fi reabilite prin relining.



## 2. Standarde de performanță

Standardele de performanță reprezintă documente, stabilite și aprobate prin consens de către un organism recunoscut, ce vizează elaborarea unor reguli, linii directoare sau caracteristici pentru activități sau rezultatele lor, cu scopul de a se îmbunătăți practicile de sănătate publică. Acestea sunt bazate pe experiență și sunt actualizate periodic, prin urmare vor reflecta întotdeauna performanța necesară pentru satisfacerea condițiilor reale din piață.

Conductele ROREX sunt proiectate să respecte multiple standarde internaționale de performanță: EN (elaborate de Comisia Europeană pentru Standardizare), ISO (elaborate de Organizația Internațională pentru Standardizare), ASTM (elaborate de Societatea Americană pentru Testarea Materialelor), AWWA (elaborate de Asociația Americană pentru Lucrări Hidrotehnice), ASME (Asociația Americană a Inginerilor Mecanici).



<b>EN 1796</b>	Sisteme de conducte din materiale plastice pentru transportul apei cu sau fără presiune - materiale plastice termorigide armate cu fire de sticlă (GRP) pe bază de rășină poliesterică nesaturată (UP)
<b>EN 14364</b>	Sisteme de conducte din materiale plastice pentru drenaj și canalizare cu sau fără presiune - materiale plastice termorigide armate cu fire de sticlă (GRP) pe bază de rășină poliesterică nesaturată (UP) - specificații pentru conducte, fittinguri și îmbinări
<b>ISO 10639</b>	Sisteme de conducte din materiale plastice pentru transportul apei cu și fără presiune - materiale plastice termorigide armate cu fire de sticlă (GRP) pe bază de rășină poliesterică nesaturată (UP)
<b>ISO 10467</b>	Sisteme de conducte din materiale plastice pentru drenaj și canalizare cu și fără presiune - sisteme de materiale plastice termorigide armate cu fire de sticlă (GRP) pe bază de rășină poliesterică nesaturată (UP)

În anul 2021, aceste standarde au fost unificate în standardul EN ISO 23856:2021.



## ATSM

Aceste standarde includ cerințele de performanță pentru controlul de calitate al testelor.

<b>ASTM D 3262</b>	Specificația standard pentru conductele de canalizare "fire de sticlă" (rășină termorigidă armată cu fire de sticlă)
<b>ASTM D 3517</b>	Specificația standard pentru conductele de presiune "fire de sticlă" (rășină termorigidă armată cu fire de sticlă)
<b>ASTM D 3754</b>	Specificația standard pentru conductele de presiune de canalizare și apă industrială uzată "fire de sticlă" (rășină termorigidă armată cu fire de sticlă)

## AWWA și ASME

AWWA are singurul manual de proiectare AWWA M45 care cuprinde multe capitole privind proiectarea conductelor de GRP/PAFSIN, atât pentru aplicații subterane cât și supraterane.

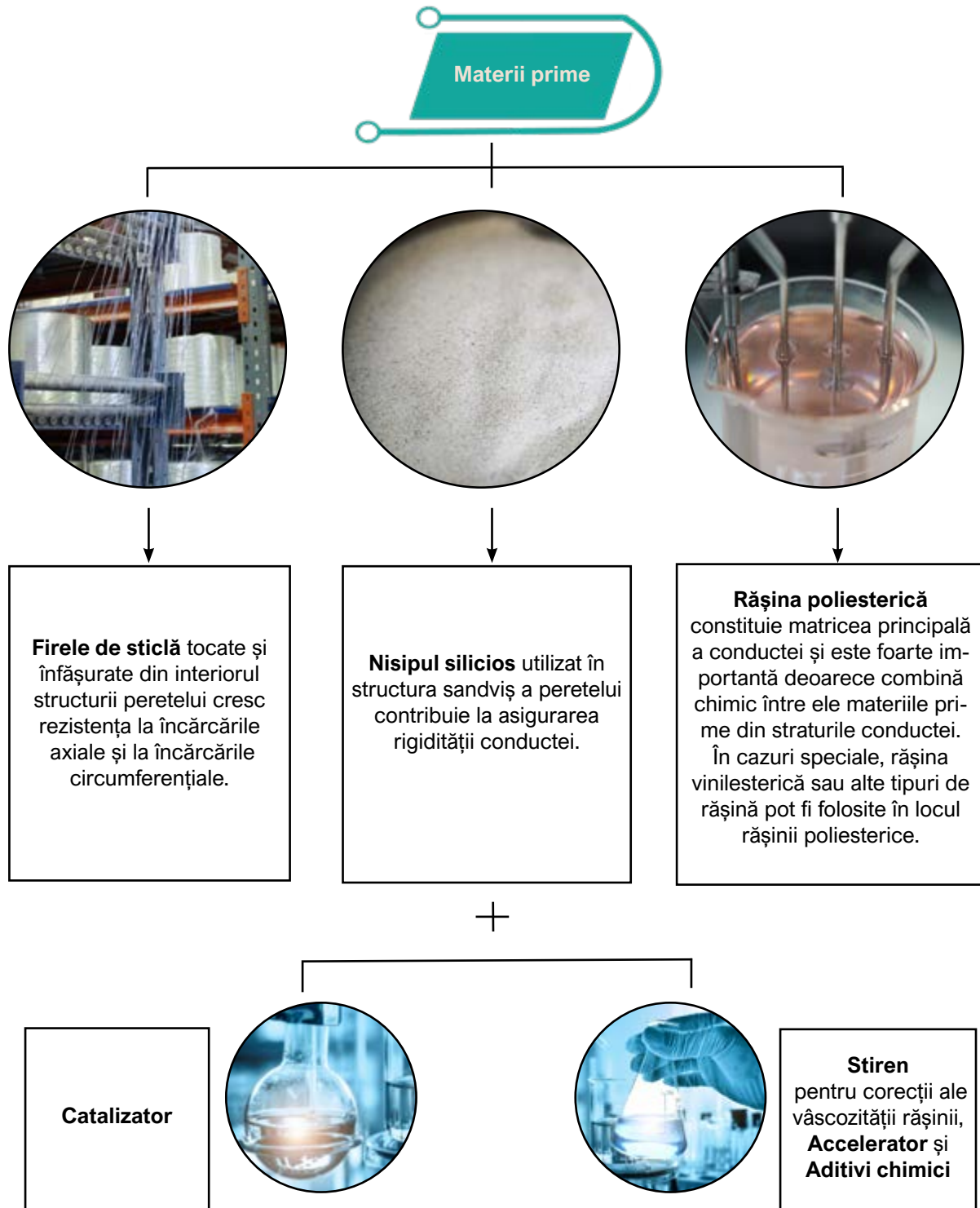
<b>ANSI/AWWA C950</b>	Conductele cu fire de sticlă de presiune - Acesta este unul din cele mai cuprinzătoare standarde de produs pentru conductele din GRP/PAFSIN. Conține cerințe extinse pentru conducte și îmbinări, cuprinzând controlul de calitate și testarea prototipurilor pentru certificare
<b>ASME B31</b>	Conducte de presiune
<b>ASME B31.3</b>	Conducte pentru aplicații industriale
<b>ASME B16.5</b>	Flanșe pentru conducte și fittinguri cu flanșe





### 3. Materii prime

#### 3.1. Descriere





## 3.2. Controlul calității

Toate materiile prime sunt achiziționate cu certificate de calitate ale furnizorului, iar fiecare lot este inspectat și testat în laboratoarele noastre înainte de a intra în procesul de producție, folosind teste specifice pentru fiecare tip de materie primă:



- » Determinarea conținutului de solide din rășină
- » Determinarea contracției volumetrice a rășinii la întărire
- » Determinarea indicelui de aciditate a rășinii
- » Determinarea vâscozității dinamice
- » Determinarea vâscozității cinematice
- » Testare la foc
- » Determinarea rezistenței la încovoiere
- » Determinarea reactivității
- » Determinarea rezistenței la tracțiune - rășină întărită
- » Determinarea timpului de gel



- » Determinarea conținutului de carbonat din nisip
- » Determinarea capacității de umectare a nisipului
- » Determinarea umidității nisipului
- » Determinarea distribuției particulelor
- » Determinarea pierderii la calcinare





## Fir de sticlă

- » Determinarea pierderii la calcinare a firelor de sticlă
- » Determinarea capacității de umectare a firelor de sticlă
- » Determinarea numărului de fire din țesătură
- » Determinarea umidității produselor din fire de sticlă
- » Determinarea greutateii per unitatea de arie a produselor din fire de sticlă
- » Determinarea TEX-ului
- » Determinarea proprietăților de tracțiune ale firelor de sticlă
- » Determinarea scămoșării și netezimii rovingului de înfășurare

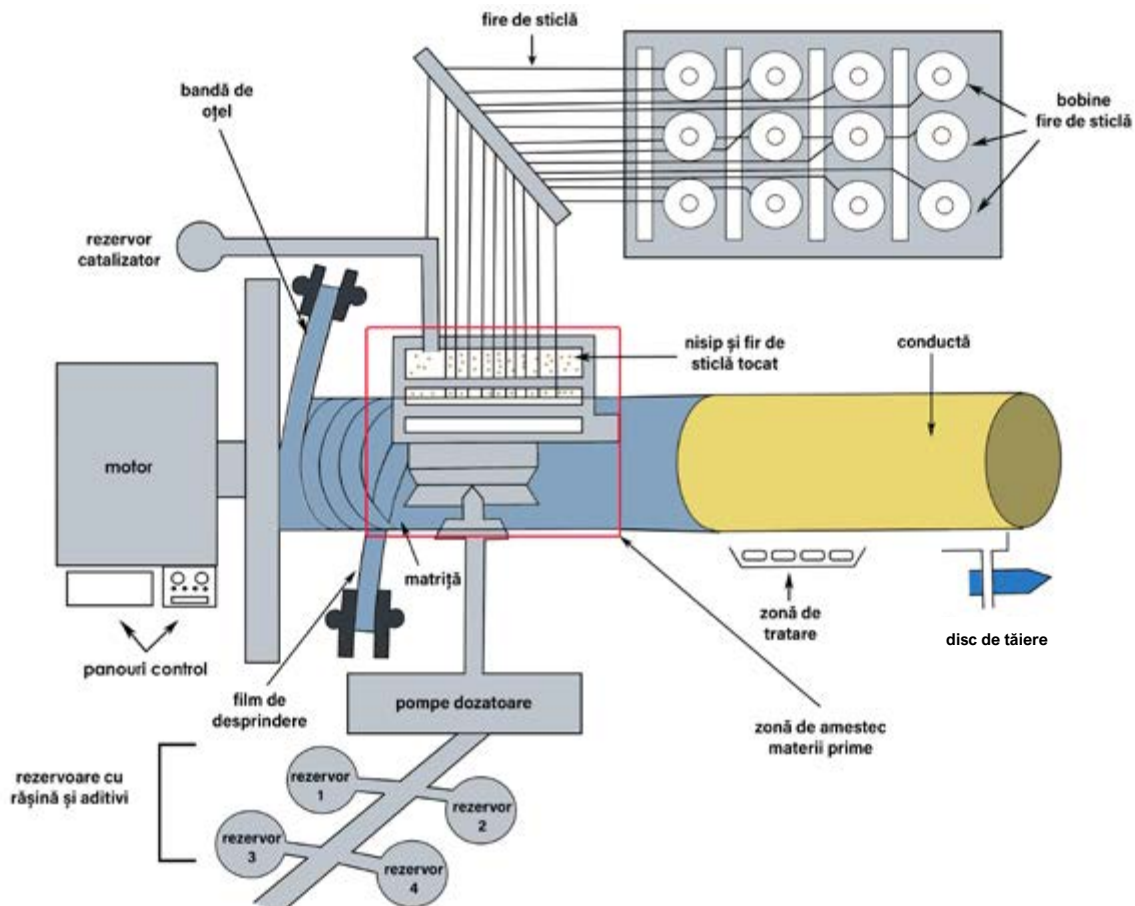






## 4. Procesul de producție

Fig. 7 Schema procesului de fabricație a conductelor de GRP/PAFSIN ROREX



Conductele ROREX sunt produse prin avansarea continuă a unei matrițe, metoda cea mai avansată tehnologic la ora actuală în producția de conducte GRP/PAFSIN. Acest proces produce o gamă de diametre de la 100 mm la 4000 mm.

Procesul de producție constă în aplicarea materiilor prime, într-o anumită ordine și în anumite cantități, pe exteriorul suprafeței unei matrițe de oțel ce avansează în mod continuu (Fig. 7). Pentru a proteja matrița și a putea desprinde produsul finit de aceasta, la început se aplică un film de desprindere, care este îndepărtat la sfârșit de pe interiorul conductei.

Principiul de bază al procesului de producție cu avansarea continuă a matriței implică folosirea firelor de sticlă înfășurate, ca armare pe direcția circumferențială a conductei, cât și a firelor de sticlă tocate, ca armare pe direcția axială a conductei. Aceste două tipuri de armare asigură rezistența conductelor de GRP/PAFSIN atât la încărcările interioare (presiune) cât și la încărcările exterioare.

Odată ce toate materiile prime au fost aplicate, începe procesul de polimerizare a răși-



nii, care se desfășoară sub influența încălzirii atât a matricei, cu un sistem de inducție, cât și a exteriorului peretelui conductei, cu un sistem cu radiații infraroșii. După polimerizarea rășinii, conductele sunt tăiate la dimensiunea dorită.











## 5. Structura conductei finite

Conductele ROREX din GRP/PAFSIN au o structură tip sandviș, formată din cinci straturi: linerul interior, stratul structural interior, stratul median, stratul structural exterior și linerul exterior. Atât grosimea cât și ponderea diferitelor materii prime în fiecare strat pot diferi în funcție de tipul de conductă fabricat. Spre exemplu, conductele uniaxiale au un grad de armare cu fire de sticlă mai mare pe direcție circumferențială, cele biaxiale sunt armate și pe direcția axială, iar conductele instalate fără tranșee deschise (*jacking pipes*) au o grosime a peretelui (în special a stratului median) mult mai mare decât a conductelor menționate anterior. Fig. 8 prezintă structura internă generală a unei conducte.

**Linerul interior** este stratul care intră în contact direct cu fluidul transportat. Are un conținut foarte ridicat de rășină, armată cu o împâslitură (*mat*) foarte subțire din fire de sticlă tip C - care constituie o barieră de rezistență chimică - și de asemenea cu fire de sticlă tocate. Linerul interior este proiectat pentru a asigura un coeficient de frecare minim și o rezistență maximă la coroziune și abraziune. Tipul de rășină poate diferi în funcție de fluidul transportat prin conductă.

**Straturile structurale interior și exterior** sunt compuse din rășină armată cu un conținut ridicat de fire de sticlă de înfășurare și fire de sticlă tocate. Acestea asigură integritatea structurală a conductei precum și rezistența la tracțiune (întindere) atât pe direcție circumferențială cât și pe direcție axială.

**Stratul median** este compus din rășină armată cu un conținut redus de fire de sticlă tocate și din nisip cuarțos. Acest strat contribuie în mod esențial la asigurarea clasei de rigiditate a conducte și preia astfel o mare parte din încărcările mecanice externe, care apar pe perioada exploatării, precum și la transport și instalare.

**Linerul exterior** este un strat subțire, cu un conținut ridicat de rășină armată cu împâslitură (*mat*) din fire de sticlă tip C. Acesta conferă un aspect neted și o rezistență crescută la agenții corozivi din mediu. Tipul de rășină și/sau aditivii utilizați pot diferi în funcție de mediul în care este instalată conducta.

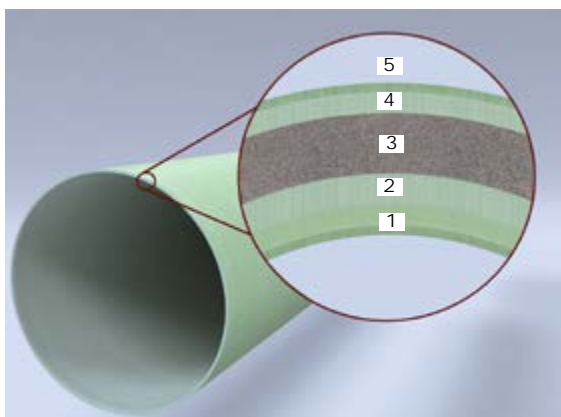


Fig. 8 Structura internă a conductelor standard ROREX din GRP/PAFSIN, unde:

- 1 - liner interior
- 2 - strat structural interior
- 3 - stratul median
- 4 - strat structural exterior
- 5 - liner exterior



## 6. Gama de conducte

În funcție de forța axială la care vor fi supuse și/sau de modalitatea de instalare, ROREX poate produce patru tipuri de conducte: uniaxiale, biaxiale, conducte fără nisip și *jacking pipes*.

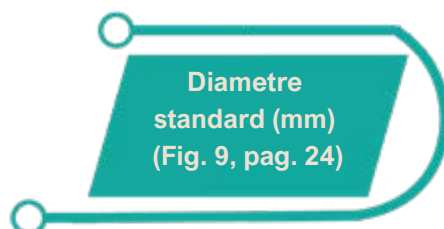
**Conducte uniaxiale (standard):** conductele cele mai comune, proiectate pentru instalări subterane unde sunt susținute de sol adiacent și de materialul de umplură. În acest tip de conductă, acțiunea forțelor axiale datorate schimbării de direcție este preluată de masive de ancoraj.

**Conducte biaxiale:** proiectate atât pentru aplicații supraterane, precum și subterane, în condițiile unde solul este slab și oferă foarte puțin suport. În acest tip de conductă, forțele axiale datorate schimbării de direcție a fluidului sunt preluate de conductă și de îmbinările sale. Mai multe detalii despre conductele biaxiale și instalarea acestora pot fi găsite în capitolul [10. Conducte pentru aplicații speciale, 10.1 Conducte biaxiale \(pag. 42\)](#).

**Conducte fără nisip:** au caracteristici fizico-mecanice și chimice net superioare celor cu nisip și se utilizează în aplicații speciale sau când presiunea de lucru este foarte mare. Mai multe detalii despre conductele fără nisip pot fi găsite în capitolul [10. Conducte pentru aplicații speciale, 10.2 Conducte fără nisip \(pag. 44\)](#).

**Jacking pipes (conducte instalate prin foraj orizontal):** proiectate pentru aplicații fără tranșee deschisă și instalate prin metoda *pipe jacking* sau foraj orizontal, adică prin împingerea în sol a conductelor cu un cric hidraulic, care stau în spatele unui scut ce sapă pe tot parcursul traseului. Mai multe detalii despre *jacking pipes* și instalarea acestora găsiți în capitolul [10. Conducte pentru aplicații speciale, 10.3 Jacking Pipes \(pag. 46\)](#).

Următoarele detalii precum și informațiile din capitolele 7 - 9 se referă în principal la conductele uniaxiale.



<b>Sistemul Matriță Multiplă</b>	100	150	200	250	300				
	300	350	400	450	500	600	700	800	900
<b>Sistemul de Avansare Continuă</b>	1000	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400
	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000	



Fig. 9 Conducte ROREX din GRP/PAFSIN de diferite diametre

Lungimi standard (m)

<b>diametre <math>\geq 300</math> mm</b>	12	<b>diametre <math>&lt; 300</math> mm</b>	6
--	----	--	---

ROREX poate produce la cerere conducte în gama de lungimi 0,3 - 15 m pentru diametre mai mari de 300 mm. La cerere se pot executa și alte diametre intermediare între 100 mm - 4000 mm.

Clase de presiune

<b>clasa de presiune (bari)</b>	32	25	20	16	15	12	10	9	6
<b>diametru maxim (mm)</b>	1600	1600	1600	4000	4000	4000	4000	4000	4000

Încadrarea conductelor în clase de presiune s-a făcut în concordanță cu specificațiile din *Manualul AWWA M45 de proiectare a conductelor armate cu fir de sticlă*. Evaluarea conductelor în clase de presiune s-a făcut la presiunea integrală de operare și la adâncimea maximă recomandată de îngropare. Alte clase de presiune pot fi furnizate la cerere.

Clase de rigiditate

Referință	Unitate de măsură	Clasa de rigiditate (SN)			
<b>ISO</b>	<b>Pa</b>	1250	2500	5000	10000
<b>AWWA</b>	<b>kPa</b>	62	124	248	496

GRP/PAFSIN este un material flexibil care, în combinație cu comportamentul pământului din jurul conductei, permite o bună preluare a încărcărilor exterioare. Spre deosebire de conductele rigide care se rup sub acțiunea încărcărilor mari, conductele flexibile de GRP/PAFSIN au rezistență ridicată și permit deformarea și redistribuirea încărcărilor la solul din





jurul lor.

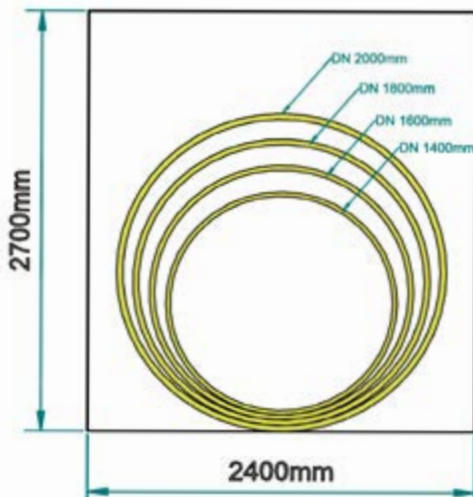
Definiția claselor de rigiditate ale conductelor din GRP/PAFSIN este dată pe baza aceluiași principiu atât în standardele ISO cât și cele AWWA, însă folosesc coeficienți diferiți.

Clasa de rigiditate este aleasă în concordanță cu doi parametri:

1. condițiile de îngropare care includ solul natural, tipul de umplutură și înălțimea de acoperire,
2. presiunea negativă.

La cerere pot fi executate și conducte cu rigidități mai mari de 10.000 Pa sau alte rigidități intermediare. **Pentru informații suplimentare despre conducte care au alte lungimi sau diametre decât cele standard sau alte clase de presiune sau rigiditate decât cele menționate mai sus, vă rugăm să contactați Departamentul ROREX de Marketing.**

Tir standard





## 7. Proprietăți ale conductelor

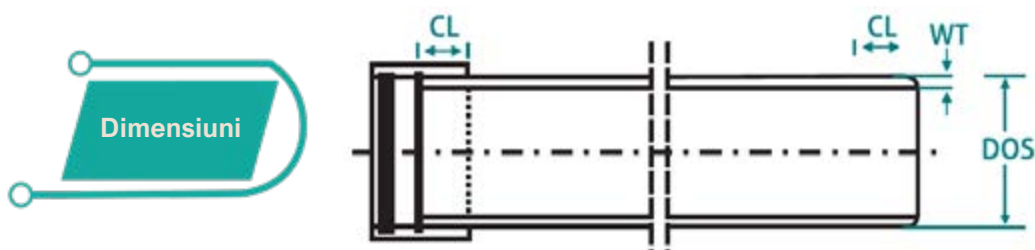


Fig. 10 Schema unei conducte de GRP/PAFSIN cu mufă montată

Tabelul 1: Diametrul nominal, diametrul exterior al conductei și greutatea acesteia pentru PN 1, PN 6, PN 10, PN 16 și PN 20, unde clasa de rigiditate este **SN 2500**

DN	DOS max	WT (mm)				Greutatea kg/m
		PN1-PN6	PN10	PN16	PN20	
300	324	4,1	3,9	3,8	3,8	8,0
350	362	4,7	4,6	4,4	4,4	10,6
400	413	5,1	4,9	4,8	4,7	12,5
450	464	5,8	5,4	5,3	5,2	15,7
500	515	6,4	5,9	5,8	5,7	19,2
600	617	7,8	7,0	6,7	6,7	27,0
700	719	8,9	8,0	7,7	7,6	37,0
800	821	10,1	9,1	8,6	8,6	48,0
900	923	11,3	10,1	9,6	9,5	60,0
1000	1025	12,5	11,1	10,5	10,5	74,0
1100	1127	13,7	12,2	11,5	11,4	89,0
1200	1229	14,8	13,2	12,5	12,3	106,0
1300	1331	16,0	14,2	13,4	13,3	124,0
1400	1433	17,1	15,2	14,4	14,2	144,0
1500	1535	18,2	16,2	15,3	15,1	164,0
1600	1637	19,4	17,3	16,3	15,9	187,0
1700	1739	20,8	18,3	17,2		210,0
1800	1841	21,9	19,3	18,2		235,0
1900	1943	23,0	20,3	19,1		261,0
2000	2045	24,2	21,4	20,1		290,0
2100	2147	25,4	22,4	21,0		319,0
2200	2249	26,5	23,4	22,0		349,0
2300	2351	27,7	24,4	22,9		382,0
2400	2453	28,9	25,4	23,9		415,0
2500	2555	30,0	26,5	24,9		450,0
2600	2657	31,2	27,5	25,9		486,0
2700	2759	32,5	28,5	26,8		523,0
2800	2861	33,7	29,5	27,6		553,0
2900	2963	35,0	30,5	28,6		604,0
3000	3065	35,9	31,5	29,7		654,0
3100	3167	36,0	31,7	29,9		665,0
3200	3269	37,1	32,6	30,8		710,0
3300	3371	38,3	33,6	31,8		790,0
3400	3473	39,4	34,6	32,7		800,0
3500	3575	40,5	35,5	33,6		845,0
3600	3677	41,6	36,6	34,6		895,0
3700	3779	42,8	37,5	35,5		945,0
3800	3881	43,9	38,5	36,5		995,0
3900	3983	45,1	39,5	37,4		1045,0
4000	4085	46,2	40,5	38,3		1100,0

Tabelul 2: Diametrul nominal, diametrul exterior al conductei și greutatea acesteia pentru PN 1, PN 6, PN 10, PN 16, PN 20 și PN 25 unde clasa de rigiditate este **SN 5000**

DN	DOS max	WT (mm)					Greutatea kg/m
		PN1-PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	
300	324	5,1	5,1	4,8	4,7	4,7	10,3
350	362	5,9	5,8	5,4	5,4	5,4	13,8
400	413	6,6	6,2	5,8	5,8	5,8	16,2
450	464	7,3	6,9	5,8	5,8	5,8	21,0
500	515	8,1	7,6	7,1	7,0	7,0	25,0
600	617	9,6	8,9	8,4	8,2	8,2	36,0
700	719	11,1	10,3	9,6	9,3	9,3	49,0
800	821	12,5	11,6	10,9	10,5	10,5	63,0
900	923	14,0	13,2	12,1	11,8	11,8	80,0
1000	1025	15,4	14,5	13,3	12,9	12,9	99,0
1100	1127	16,9	15,9	14,6	14,2	14,2	119,0
1200	1229	18,3	17,3	15,8	15,3	15,3	141,0
1300	1331	19,9	18,6	17,0	16,5	16,5	165,0
1400	1433	21,4	20,0	18,3	17,8	17,8	191,0
1500	1535	22,9	21,3	19,5	19,0	18,5	219,0
1600	1637	24,3	22,7	20,7	19,9	19,7	249,0
1700	1739	25,8	24,1	22,0			281,0
1800	1841	27,3	25,4	23,2			314,0
1900	1943	28,7	26,8	24,4			350,0
2000	2045	30,1	28,2	25,6			388,0
2100	2147	31,6	29,5	26,9			427,0
2200	2249	33,1	32,9	28,1			468,0
2300	2351	34,5	32,3	29,3			512,0
2400	2453	36,0	33,7	30,6			557,0
2500	2555	37,5	35,0	31,8			604,0
2600	2657	38,7	36,5	33			657,0
2700	2759	41,2	38,0	34,5			708,0
2800	2861	41,9	39,0	35,5			760,0
2900	2963	44,1	40,5	37			814,0
3000	3065	44,8	41,5	38			871,0
3100	3167	45,1	41,6	38,2			885,0
3200	3269	46,5	42,9	39,4			940,0
3300	3371	47,9	44,3	40,6			1000,0
3400	3473	49,3	45,6	41,8			1065,0
3500	3575	50,8	46,9	43,0			1125,0
3600	3677	52,2	48,2	44,2			1190,0
3700	3779	53,7	49,6	45,4			1260,0
3800	3881	55,1	50,9	46,6			1325,0
3900	3983	56,5	52,2	47,8			1400,0
4000	4085	57,9	53,5	49,0			1470,0



Fig. 10 (pag. 26) Schema unei conducte de GRP/PAFSIN cu mufă montată, unde:

**DOS (mm)** = diametrul exterior al conductei

**WT (mm)** = grosimea peretelui

**PN** = clasa de presiune

ex. PN 6 - presiunea maximă de lucru 6 bari

**DN (mm)** = diametrul nominal

**SN (kN/m<sup>2</sup>)** = clasa de rigiditate

**CL(mm)** = lungimea mufei

Tabelul 3: diametrul nominal, diametrul exterior al conductei și greutatea acesteia pentru PN1, PN6, PN10, PN16, PN20, PN25 și PN32 unde clasa de rigiditate este SN10000

DN	DOS max	WT (mm)						Greutatea kg/m
		PN1-PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32	
100	107,0	3,5	3,5	3,5	3,5			2,0
150	157,6	3,8	3,8	3,8	3,8			3,3
200	209,8	4,9	4,9	4,9	4,9			5,8
250	262,0	6,0	6,0	6,0	6,0			8,9
300	324,0	6,2	6,2	6,0	5,8	5,7	5,7	12,7
350	362,0	7,2	7,2	6,8	6,7	6,6	6,5	17,4
400	413,0	7,8	7,8	7,4	7,2	7,1	7,0	21,0
450	464,0	8,8	8,8	8,2	8,0	7,9	7,8	26,0
500	515,0	9,8	9,8	9,0	8,8	8,6	8,5	33,0
600	617,0	11,7	11,7	10,7	10,4	10,2	10,0	48,0
700	719,0	13,7	13,7	12,3	11,9	11,7	11,5	65,0
800	821,0	15,5	15,5	14,0	13,5	13,2	13,0	85,0
900	923,0	17,3	17,3	15,6	15,1	14,7	14,5	107,0
1000	1025,0	19,2	19,2	17,2	16,6	16,2	16,0	132,0
1100	1127,0	21,2	21,2	18,9	18,2	17,7	17,5	160,0
1200	1229,0	23,0	23,0	20,5	19,7	19,3	19,0	190,0
1300	1331,0	24,8	24,8	22,1	21,3	21,8	20,4	223,0
1400	1433,0	26,7	26,7	23,7	22,9	22,3	21,9	258,0
1500	1535,0	28,4	28,4	25,4	23,9	23,8	23,1	295,0
1600	1637,0	30,3	30,3	27,0	25,4	24,8	24,5	336,0
1700	1739,0	31,0	32,1	28,6				378,0
1800	1841,0	34,0	34,0	30,3				423,0
1900	1943,0	35,8	35,8	31,9				472,0
2000	2045,0	37,6	37,6	33,5				521,0
2100	2147,0	39,5	39,5	35,1				574,0
2200	2249,0	42,7	42,7	38,0				630,0
2300	2351,0	44,6	44,6	39,7				688,0
2400	2453,0	46,5	46,5	41,4				748,0
2500	2555,0	47,2	47,7	41,7				822,0
2600	2657,0	47,9	49,5	43,3				888,0
2700	2759,0	50,8	51,3	44,9				955,0
2800	2861,0	51,3	53,1	46,5				1025,0
2900	2963,0	54,5	55,0	48,2				1102,0
3000	3065,0	55,1	55,8	49,7				1176,0
3100	3167,0	56,4	56,0	49,8				1200,0
3200	3269,0	58,2	57,7	51,4				1275,0
3300	3371,0	60,0	59,5	53,0				1355,0
3400	3473,0	61,8	61,3	54,5				1440,0
3500	3575,0	63,6	63,1	56,1				1525,0
3600	3677,0	65,4	64,9	57,7				1615,0
3700	3779,0	67,2	66,7	59,3				1705,0
3800	3881,0	69,0	68,4	60,9				1800,0
3900	3983,0	70,7	70,2	62,4				1895,0
4000	4085,0	72,5	72,5	64,0				1995,0

Notă: Valorile din tabel sunt determinate pe baza standardelor de producție ROREX. Datorită materiilor prime diferite, aceste valori pot varia.



**Valorile  
capacității de  
încărcare  
(rezistența)**

La proiectare, se pot folosi valorile din Tabelul 4 pentru întinderea circumferințială și valorile din Tabelul 5 (pag. 29) pentru întinderea axială. Fig. 11 (pag. 29) prezintă diferitele tipuri de tensiuni la care este supusă o conductă odată ce este instalată.

*Tabelul 4: Capacitatea (rezistența) de încărcare pe inel (circumferință), în N/mm de circumferință*

<b>DN</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>32</b>
100	120	200	319	400	500	640
150	180	300	478	600	750	960
200	240	400	639	800	1000	1280
250	300	500	798	1000	1250	1601
300	360	600	957	1200	1500	1920
350	420	700	1117	1400	1750	2240
375	450	750	1197	1500	1876	2400
400	480	800	1276	1600	2000	2560
450	540	900	1436	1800	2250	2880
500	600	1000	1595	2000	2500	3200
550	660	1100	1755	2200	2750	3520
600	720	1200	1915	2400	3000	3840
700	840	1400	2234	2800	3500	4480
750	900	1500	2393	3000	3750	4801
800	960	1600	2553	3200	4000	5120
850	1020	1700	2712	3400	4250	5440
900	1080	1800	2871	3600	4500	5760
1000	1200	2000	3191	4000	5000	6400
1100	1320	2200	3510	4400	5500	7040
1150	1380	2300	3669	4600	5750	7360
1200	1440	2400	3829	4800	6000	7680
1300	1560	2600	4148	5200	6500	8320
1400	1680	2800	4467	5600	7000	8960
1500	1800	3000	4786	6000	7500	9600
1600	1920	3200	5105	6400	8000	10240
1700	2040	3400	5425	6800	8500	10880
1800	2160	3600	5743	7200	9000	11520
1900	2280	3800	6062	7600	9500	12160
2000	2400	4000	6381	8000	10000	12800
2100	2520	4200	6701	8400	10500	13440
2200	2640	4400	7020	8800	11000	14080
2300	2760	4600	7338	9200	11500	14720
2400	2880	4800	7658	9600	12000	15360
2500	3000	5000	7977	10000	12500	16000
2600	3210	5200	8296	10400	13000	16640
2700	3240	5400	8615	10800	13500	17280
2800	3360	5600	8934	11200	14000	17920
2900	3480	5800	9253	11600	14500	18560
3000	3608	6000	9572	12000	15000	19200
3100	3726	6200	9891	12400	15500	19840
3200	3844	6400	10210	12800	16000	20480
3300	3962	6600	10529	13200	16500	21120
3400	4080	6800	10848	13600	17000	21760
3500	4200	7000	11168	14000	17500	22400
3600	4320	7200	11487	14400	18000	23040
3700	4440	7400	11806	14800	18500	23680
3800	4560	7600	12125	15200	19000	24320
3900	4680	7800	12444	15600	19500	24960
4000	4800	8000	12763	16000	20000	25600

Notă: Valorile din acest tabel au fost raportate la standardele AWWA și ASTM



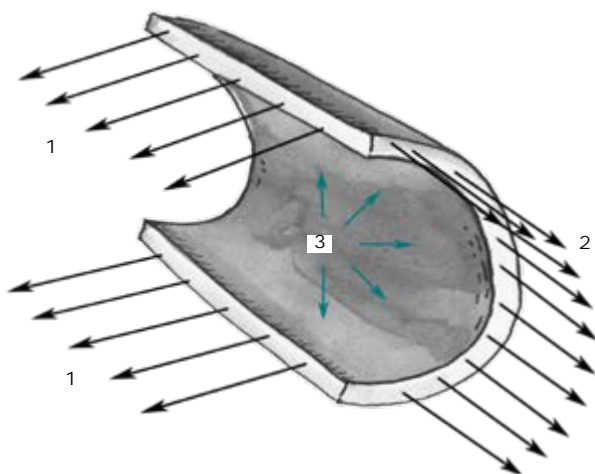


Fig. 11 Schemă ce ilustrează diferitele tipuri de tensiuni la care este supusă o conductă pe perioada de funcționare, unde:

1 - tensiune circumferențială,  
2 - tensiune longitudinală  
3 - presiune

Tabelul 5: Capacitatea (rezistența) de încărcare axială (longitudinală), în N/mm de lungime

DN	6	10	16	20	25	32
100	75	80	90	100	110	125
125	80	90	100	110	120	135
150	85	100	110	120	130	145
200	95	110	120	135	150	155
250	105	125	135	155	170	190
300	110	140	155	175	200	220
400	130	165	190	215	250	285
500	145	190	225	255	300	345
600	160	220	255	295	350	415
700	175	250	290	335	400	475
800	190	280	325	380	450	545
900	205	310	360	420	505	620
1000	225	340	395	465	555	685
1200	255	380	465	540	645	790
1400	290	420	530	620	745	915
1600	320	460	600	700	845	1040
1800	350	500	670	785	940	1160
2000	385	540	740	865	1040	1285
2200	415	575	810	945	1140	1410
2400	450	620	880	1025	1240	1530
2600	480	665	945	1110	1335	1655
2800	515	710	1015	1190	1435	1780
3000	545	755	1080	1270	1535	1900
3200	575	805	1150	1350	1630	2025
3400	610	850	1220	1430	1730	2150
3600	645	895	1290	1515	1830	2250
3800	680	940	1355	1595	1930	2400
4000	715	985	1425	1675	2025	2520

Notă: Valorile din acest tabel au fost raportate la standardele ISO și EN



## Coeficientul lui Poisson

Coeficientul lui Poisson este influențat de construcția conductei. Pentru conductele ROREX din GRP/PAFSIN, raportul dintre modificarea dimensiunilor pe circumferință, datorată încărcărilor inelare (circumferențiale) și a celor axiale este în gama 0,22 - 0,29. Pentru încărcarea axială și răspunsul circumferențial, coeficientul lui Poisson va fi puțin mai mic.

## Rezistența la radiațiile ultraviolete (UV)

Stabilitatea materialului PAFSIN la acțiunea razelor UV emise de soare este necesară cu precădere în cazul aplicațiilor suprațerane. Testele au arătat că degradarea la acțiunea razelor UV nu este o problemă semnificativă pe durata de viață a conductelor GRP/PAFSIN.

## Dilatarea

Coeficientul de dilatare/contractie termică pe direcția axială pentru conductele GRP/PAFSIN este de **24 - 30 x 10<sup>-6</sup> cm/cm/°C**.

## Rezistența la abraziune

Rezistența la abraziune este asociată cu efectul mișcării materialelor granulare pe suprafața interioară a conductei. Conductele ROREX GRP/PAFSIN au fost evaluate prin metoda Darmstadt (Fig.12). Folosind material granular abraziv, pierderea medie prin abraziune este de 0,34 mm/100.000 cicluri. Rezultatele pot varia în funcție de materialul abraziv folosit în test.

Fig. 12 Testul Darmstadt pentru determinarea rezistenței la abraziune



material granular abraziv

conductă test





**Proprietăți  
hidraulice**

Conform testelor, coeficienți de rugozitate pentru conductele GRP/PAFSIN sunt următorii:

- » coeficientul Colebrook - White,  $f = 0.029$ , căruia îi corespund:
- » coeficientul din formula Hazen-Williams,  $C = 150-160$
- » coeficientul de rugozitate Mannings,  $n = 0,009$
- » coeficientul de frecare din ecuația Darcy-Weisbach,  $f_D = 0,00518$

Aceste valori favorabile ale coeficienților de curgere se datorează suprafeței interioare extrem de netede a conductei. Datorită rezistenței la coroziune a conductelor, coeficienții de curgere nu se schimbă pe timpul duratei de funcționare.

Pentru un debit dat, se poate alege o conductă din GRP/PAFSIN de diametru mai mic în locul uneia din alt material. De exemplu, se poate demonstra că o conductă din GRP/PAFSIN de 1800 mm transportă același debit, cu aceleași pierderi de sarcină ca o conductă de oțel cu diametru de 2000 mm.

Formula  
 Hazen-Williams: 
$$HF = \frac{10.68 \times Q^{1,852} \times L}{C^{1,852} \times D^{4.87}}$$

HF - pierderi de sarcină (m),	$C_{\text{oțel}} = 110$	$Q_{\text{oțel}} = Q_{\text{GRP}}$
Q - debitul (m <sup>3</sup> /s),	$C_{\text{GRP}} = 150$	$L_{\text{oțel}} = L_{\text{GRP}}$
L- lungimea conductei (m),		$HF_{\text{oțel}} = HF_{\text{GRP}}$
D - diametrul conductei (m),		$D_{\text{oțel}} = 2000 \text{ mm}$
C - coeficientul de rugozitate		

Pierderile de sarcină (sau scăderile de presiune) apar în toate sistemele de conducte din cauza schimbărilor bruște de direcție sau a frecării ce apare în interiorul conductelor și mufelor. Pe pagina următoare sunt prezentate graficele valorilor pierderii de sarcină în funcție de debit în cazul conductelor de GRP/PAFSIN. Fig. 13 (pag. 32) se referă la conductele ce au ca valori PN 10 și SN 5000, iar Fig. 14 (pag. 32) se referă la conductele de diametre mici.





Fig. 13 Pierderile de sarcină în funcție de debitul transportat și diametrul conductei GRP/PAFSIN cu PN 10 și SN 5000

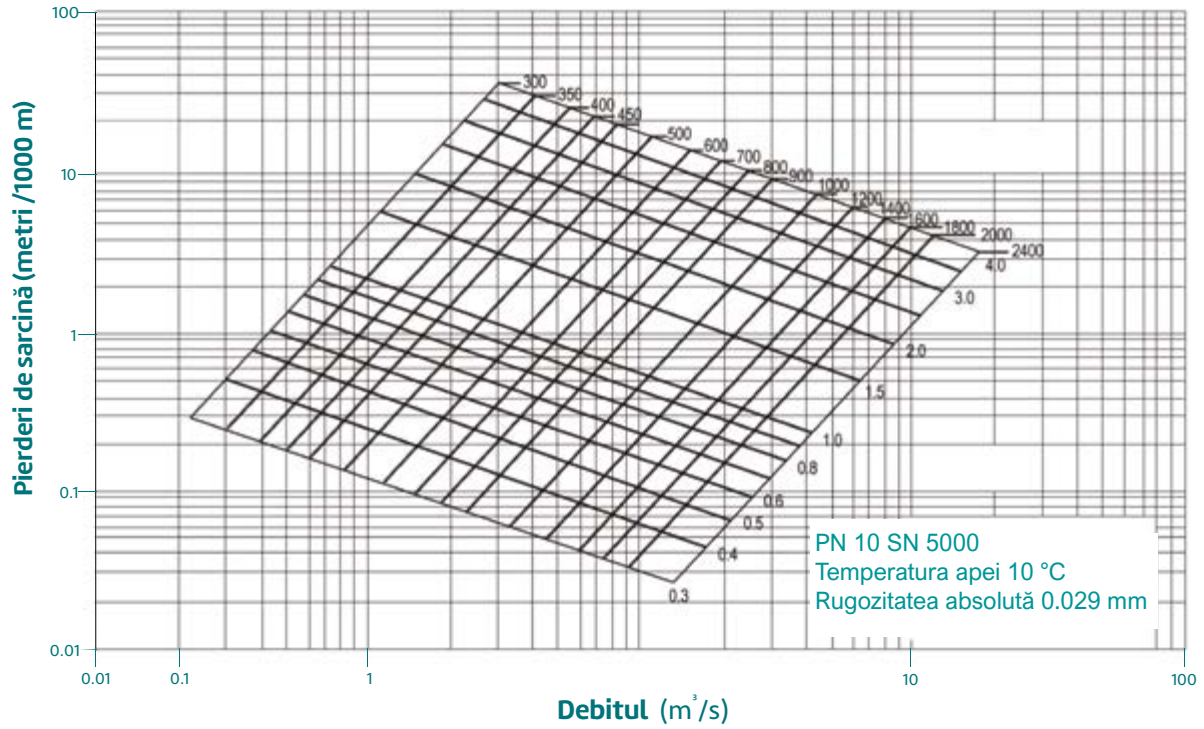
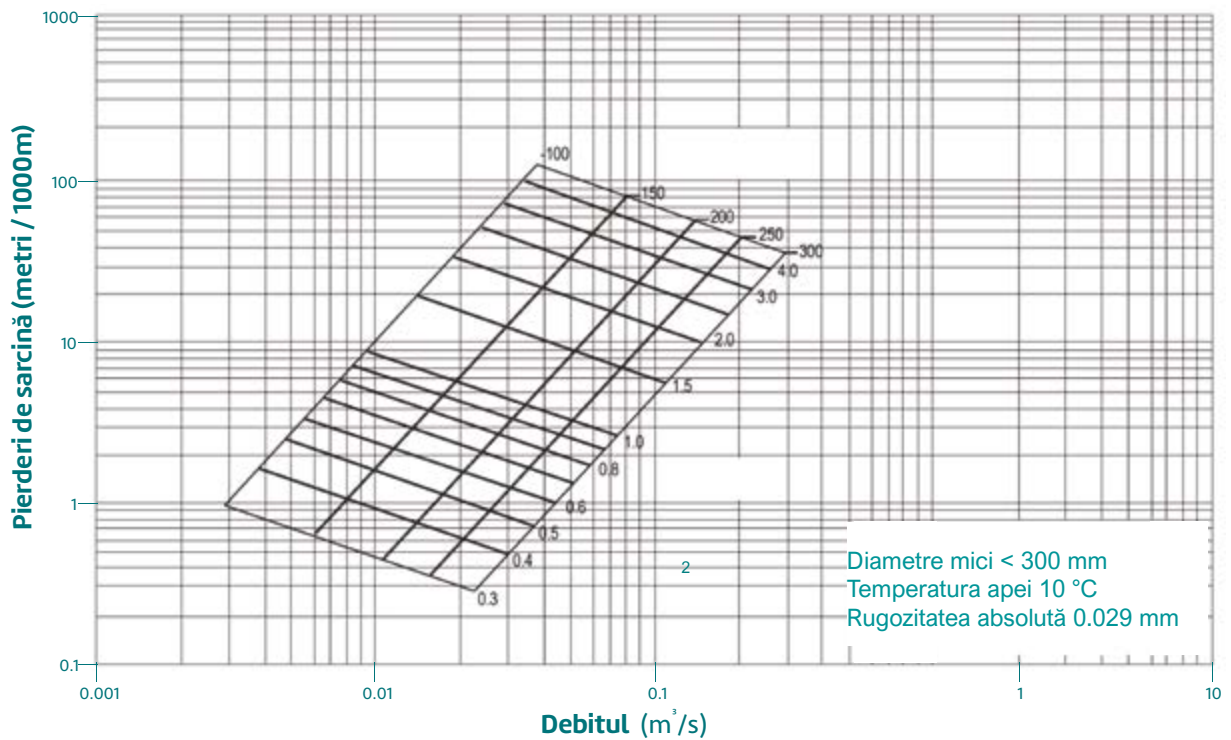


Fig. 14 Pierderile de sarcină în funcție de debitul transportat și diametrul conductei GRP/PAFSIN cu DN < 300 mm









## 8. Controlul calității pentru conductele finite

Toate conductele finite uniaxiale din GRP/PAFSIN sunt supuse la următoarele etape de control:

- » Inspecție vizuală
- » Duritate Barcol
- » Grosimea peretelui
- » Măsurarea lungimii
- » Măsurarea diametrului
- » Testul hidrostatic de presiune (2x presiunea nominală)

Ulterior se execută un control în trepte, pe eșantioane. Acesta arată proprietățile fizice inițiale ale conductelor și cuprinde următoarele teste:

- » Rigiditatea conductei
- » Controlul suprafeței interioare sub sarcină de deformare
- » Analiza structurii compozite și verificarea modelului
- » Rezistența la întindere inelară (circumferențială)
- » Rezistența la întindere axială (longitudinală)
- » Spălare cu jet de apă la 120 atm (numai pentru conducte de canalizare)

Cele mai importante teste sunt cele care vizează performanța conductelor pe termen lung. Luând în considerare câteva condiții diferite de exploatare, se efectuează următoarele teste:

- » Rigiditatea specifică inelară pe termen lung
- » Deformarea inelară pe termen lung
- » Baza de proiectare hidrostatică (HDB)
- » Solicitarea la coroziune pe termen lung

Pentru conducte speciale se efectuează în plus următoarele teste:

- » Rezistența la ultraviolete (UV)
- » Rezistența la abraziune
- » Viteza de curgere
- » Rezistența la diferite temperaturi de operare
- » Rezistența la foc







## 9. Considerații pentru proiectare și buna funcționare



**Presiunea max. de testare în fabrică:** 2,0 x PN (Presiunea Nominală)

**Presiunea max. de testare în teren:** 1,5 x PN (Presiunea Nominală)

Efectuarea unui test de presiune corect și în condiții de siguranță necesită alegerea și instalarea corectă a echipamentelor și a celorlalte construcții din teren.



**Presiunea maximă** 1,4 x PN (Presiunea Nominală)

Lovitura de berbec, sau unda de presiune, este creșterea sau scăderea bruscă a presiunii cauzată de schimbarea rapidă a vitezei fluidului în sistemul de conducte.

Cauzele cele mai frecvente ale acestei schimbări de debit sunt: i. deschiderea sau închiderea rapidă a vanelor, ii. pornirea sau oprirea bruscă a pompelor ca urmare a unei căderi de tensiune.

Cei mai importanți factori care influențează lovitură de berbec sunt: variațiile de viteză ale fluidului, compresibilitatea lichidului, rigiditatea inelară a conductei și profilul longitudinal al sistemului de conducte. Suprapresiunea din lovitură de berbec în conductele GRP/PAFSIN este cu până la 50% mai mică decât în cele de fontă ductilă sau oțel.

Suprapresiunea ce apare într-o secțiune a conductei pozată în aliniament drept, cu neglijarea pierderilor de sarcină prin frecare este descrisă de următoarea relație:

$$\Delta H = \frac{W \cdot \Delta V}{g}$$

$\Delta H$  = diferența de presiune (m)

$W$  = viteza undei de presiune (m/s)

$\Delta V$  = schimbarea de viteză a lichidului (m/s)

$g$  = accelerația gravitațională

Viteza undei de presiune în conducte GRP/PAFSIN (m/s) pentru diferite clase de rigiditate este dată în Tabelul 6, pag. 37.



Tabelul 6: Viteza undei de presiune în conducte GRP/PAFSIN (m/s) pentru clasele de rigiditate SN2500, SN5000, SN10000

SN 2500				SN 5000			
DN	300-400	450-800	900-2500	DN	300-400	450-800	900-2500
PN6	365	350	340	PN6	405	380	370
PN10	435	420	405	PN10	435	420	410
PN16	500	490	480	PN16	505	495	485
				PN25	575	570	560

SN 10000								
DN	100	125	150	200	250	300-400	450-800	900-2500
PN6	580	560	540	520	500	420	415	410
PN10	590	570	560	540	520	435	425	415
PN16	640	620	610	600	590	500	495	485
PN25						580	570	560
PN32						620	615	615

### Viteza fluidului

Viteza maximă recomandată a debitului este de 3,0 m/s. Viteze de până la 5,0 m/s pot fi admise dacă apa este curată și nu conține material abraziv.

### Considerații despre temperatură

Temperatura maximă permisă a fluidului fără presiune este de 45°C.

ROREX recomandă coborârea clasei de presiune atunci când temperatura este între 46°C și 60°C. De exemplu conducte de PN 16 vor fi folosite pentru o presiune de PN 10.

Rezistența conductelor poate fi crescută la 100°C prin folosirea unor tipuri adecvate de rășină.





*Instalarea unui sistem de  
conducte uniaxiale de  
GRP/PAFSIN DN 2800*















*Instalarea unui sistem de conducte cu trecere metal-GRP*







## 10. Conducte pentru aplicații speciale

Pe lângă conducte standard, uniaxiale, ROREX produce și conducte pentru aplicații speciale precum: conductele biaxiale, conducte fără nisip, *jacking pipes* (conducte instalate prin foraj orizontal).

### 10.1 Conducte biaxiale

Conductele biaxiale sunt conducte armate cu fire de sticlă și pe direcția axială, astfel rezistând atât forțelor circumferențiale cât și celor axiale. Această armare necesită o construcție a peretelui diferită față de conductele uniaxiale, având mai puțin nisip și mai multe fire de sticlă.

Acest tip de conducte sunt proiectate pentru aplicații supraterane, precum și pentru condiții unde solul este slab și oferă foarte puțin suport, sau în amplasamentele unde nu pot fi executate masive de ancoraj. De asemenea, acest tip de conducte se folosesc pentru aplicații submarine. Exemple de aplicații (Fig. 15) pot fi: apă de răcire, desalinizare. În acest tip de conductă, acțiunea forțelor axiale datorate schimbării de direcție este preluată de conductă și de îmbinările sale.



Fig. 15 Exemple de aplicații supraterane care folosesc conducte supraterane biaxiale



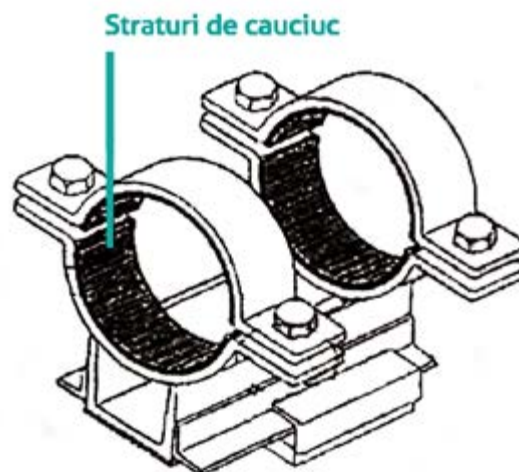
Conductele biaxiale pot fi îmbinate între ele doar cu tipuri de mufe restricționate (blocate): mufe lipite, îmbinări lipite cu cep și mufă, îmbinări laminate, flanșe. Mai multe detalii despre toate tipurile de îmbinări se găsesc în capitolul [11 Elemente de îmbinare ale conductelor, pag 48](#). Tabelul 7 arată proprietățile fizice ale conductelor biaxiale ROREX, împreună cu cele ale îmbinărilor laminate recomandate.

*Tabelul 7: Proprietățile fizice ale conductelor biaxiale ROREX și ale îmbinărilor laminate ROREX recomandate*

Proprietăți fizice	Conducte biaxiale		Îmbinări laminate	
	Inelar	Axial	Inelar	Axial
$E_T$ , modulul de întindere (GPa)	20,0	13,10	-	10,3
$E_F$ , modulul de încovoiere (GPa)	18,6	12,00	-	10,3
$\sigma_{UTS}$ efortul ultim de întindere (MPa)	380,0	158,00	-	138,0
$\nu$ , coef. Poisson	0,2	0,25	-	0,3
$\alpha$ , coef. de dilatare termică (cm/cm/C°)	9,0	12,60	-	27,0
G, modulul de forfecare (GPa)	3,3	3,30	-	3,1
$\tau_{ULT}$ , efortul ultim de forfecare (MPa)	46,9	19,00	-	138,0
Rezistența admisibilă la întindere (MPa)	62,0	26,40	23,0	23,0
Rezistența admisibilă la încovoiere (MPa)	62,0	26,40	23,0	23,0
Rezistența admisibilă la forfecare (MPa)	7,8	7,80	5,7	5,7

În multe aplicații supraterește, conductele biaxiale instalate sunt laminate (sau monolitizate) la capete pentru a rezista forțelor de întindere din fiecare conductă datorate presiunii interne sau schimbărilor de direcție.

Conductele biaxiale supraterește din GRP/PAFSIN se montează pe suportți speciali (Fig. 16). Spațiul dintre suportți se poate determina analizând deformarea conductei.



*Fig. 16 Suportți speciali pentru conducte biaxiale*





## 10.2 Conducte fără nisip

Cel mai mare avantaj al conductelor GRP fără nisip (Fig. 17) îl constituie proprietățile mecanice superioare datorită conținutului ridicat de fire de sticlă. Acesta duce la un factor de siguranță mult mai mare în exploatare.

Exemplu pentru o conductă DN 800, PN 10, SN 5000 :

» **Rezistență superioară la impact, rezistență mult mai bună la lovituri în timpul manipulării și instalării.**

Prin măsurători, s-a constatat că rezistența la impact a conductelor fără nisip este mult mai mare decât a conductelor cu nisip, deoarece ele absorb mult mai bine energia, existând o legătură chimică foarte puternică între straturile individuale din structura peretelui conductei. Tabelul 8 prezintă diferențele dintre diferite proprietăți mecanice aparținând conductelor cu și fără nisip.

*Tabelul 8: Proprietățile mecanice ale conductelor GRP/PAFSIN cu și fără nisip*

Proprietatea mecanică	Cu nisip	Fără nisip	Diferență
Rezistența la tracțiune circumferențială [MPa]	180,0	683,0	379%
Rezistența la tracțiune axială [MPa]	30,5	58,2	191%
Modulul de întindere circumferențială [GPa]	13,1	38,5	294%
Modulul de întindere axială [GPa]	6,8	12,7	187%



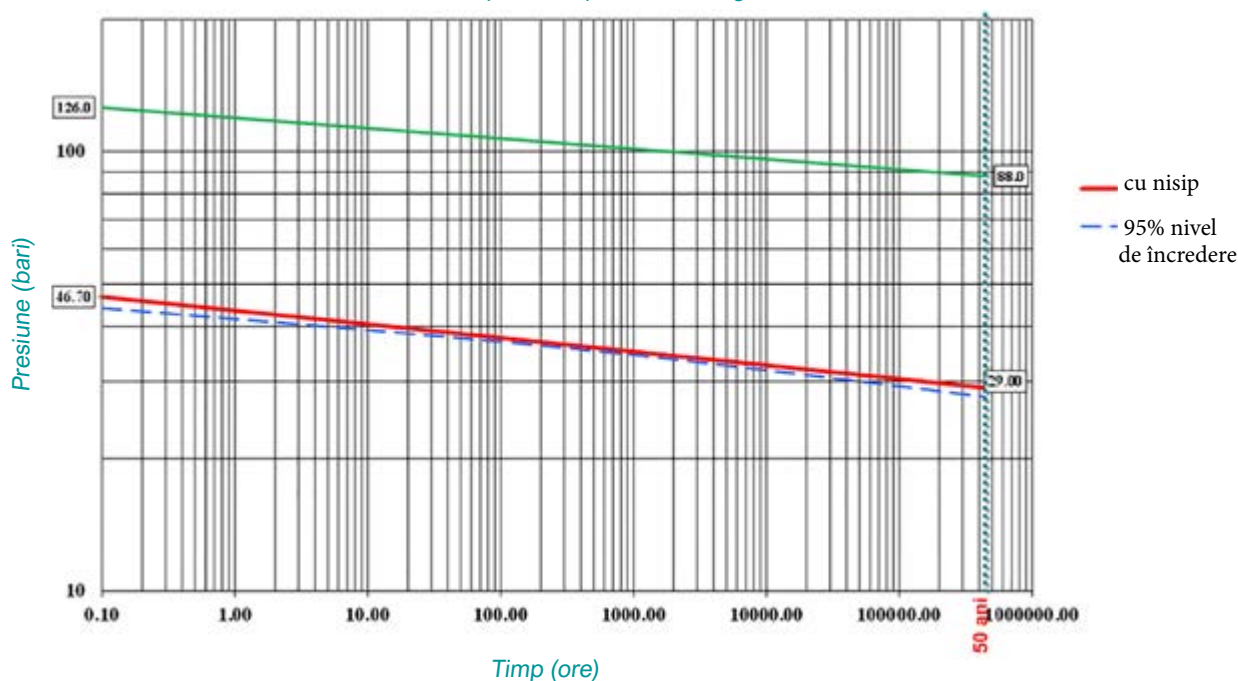
*Fig. 17 Conductă fără nisip*



- » **Durata de exploatare mai mare, datorită creșterii proprietăților de comportare pe termen lung ale tuburilor.**

Conductele fără nisip corespund unei rețete pentru o conductă de 32 bari, prin urmare factorul de siguranță în exploatarea pe termen lung este de 3 ori mai mare decât al unei conducte normale cu nisip de 10 bari. Durata de viață estimată este deci de 3 ori mai mare (Fig. 18).

Fig. 18 Baza de proiectare hidrostatică (HDB) conform ASTM D- 9229 pentru conducte DN600, PN10, SN 5000 Testul de presiune pe termen lung



- » **Risc mai scăzut de apariție a defectelor de fabricație, deoarece procesul de producție are cu un parametru mai puțin de controlat, deci este un proces mai bine controlat.**

Tabelul 9 prezintă lista de materii prime pentru conducte GRP/PAFSIN DN 700, SN 10.000, cu nisip (PN 10) și fără nisip (PN 32).

Tabelul 9: Materiile prime ale unor conducte GRP/PAFSIN DN 700, SN 10.000 cu și fără nisip

Materia primă	Cu nisip (PN 10)		Fără nisip (PN 32)	
	Kg/m	%	Kg/m	%
Fire de sticlă	11,53	17,65	36,54	72,88
Rășină	16,41	25,11	13,60	27,12
Nisip	37,40	57,24	-	-
<b>Total</b>	<b>65,34</b>	<b>100,00</b>	<b>50,14</b>	<b>100,00</b>



» **Pierderi hidraulice mai mici pentru același diametru nominal**

Tabelul 10 prezintă diametrele și grosimea pereților unor conducte GRP/PAFSIN DN 700, SN 10.000, cu nisip (PN 10) și fără nisip (PN 32).

*Tabelul 10: Diametrele și grosimea pereților unor conducte GRP/PAFSIN DN 700, SN 10.000 cu și fără nisip*

	<b>Cu nisip (PN 10)</b>	<b>Fără nisip (PN 32)</b>	<b>Diferență</b>
<b>Dimensiuni</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>
Diametrul exterior	719,0	719,0	-
Grosimea peretelui	13,70	10,50	3,20
Diametrul interior	691,60	698,00	(6,40)

**Pierderi hidraulice cu 5% mai mici**

### 10.3 Jacking pipes

*Jacking pipes* (conducte instalate prin foraj orizontal, Fig. 19) sunt făcute să reziste unei forțe mari de împingere (700 - 1000 tone), pe distanțe lungi (30 - 100 m). Aceasta înseamnă un perete mult mai gros decât la conductele standard uniaxiale. În general, lungimea acestora este de max. 3 m pentru a putea fi manevrate cu ușurință pe tot parcursul procesului, cu precădere în puțul vertical ce conduce la baza de lucru (Fig. 20).



*Fig. 19 Jacking pipe pregătită pentru instalare*



*Fig. 20 Jacking pipe coborâtă în baza de lucru*

Sistemul de instalare a conductelor prin metoda *pipe jacking* sau foraj orizontal fără tranșee deschise se folosește în principal pentru instalarea conductelor în zone cu trafic intens, metropolitane sau dens populate unde instalarea conductelor prin excavarea tranșeelor ar duce la pierderi economice și sociale semnificative. În aceste cazuri, metoda este eficientă din punct de vedere financiar, scăzând costurile proiectului semnificativ față de metoda clasi-







## 10.4 Relining

Conductele GRP/PAFSIN pot fi utilizate și pentru reabilitarea conductelor vechi prin relining - inserarea unei conducte de diametru mai mic în dreptul zonei afectate dinăuntru conductei ce necesită reabilitare (Fig. 23). Conductele de GRP/PAFSIN sunt candidate excelente datorite flexibilității mari ce permite realizarea lor la o dimensiune foarte apropiată de cea a conductei originale.

Fig. 23 Reabilitarea conductelor vechi prin relining cu o conductă GRP/PAFSIN



## 11. Elemente de îmbinare a conductelor

Îmbinările reprezintă piese speciale (mufe) folosite pentru îmbinarea a două conducte. Există două tipuri principale de îmbinări: nerestricționate și restricționate (Fig. 24). Mufele nerestricționate nu sunt lipite de conducte, prin urmare, acestea oferă conductelor grade de libertate de mișcare axială și radială.

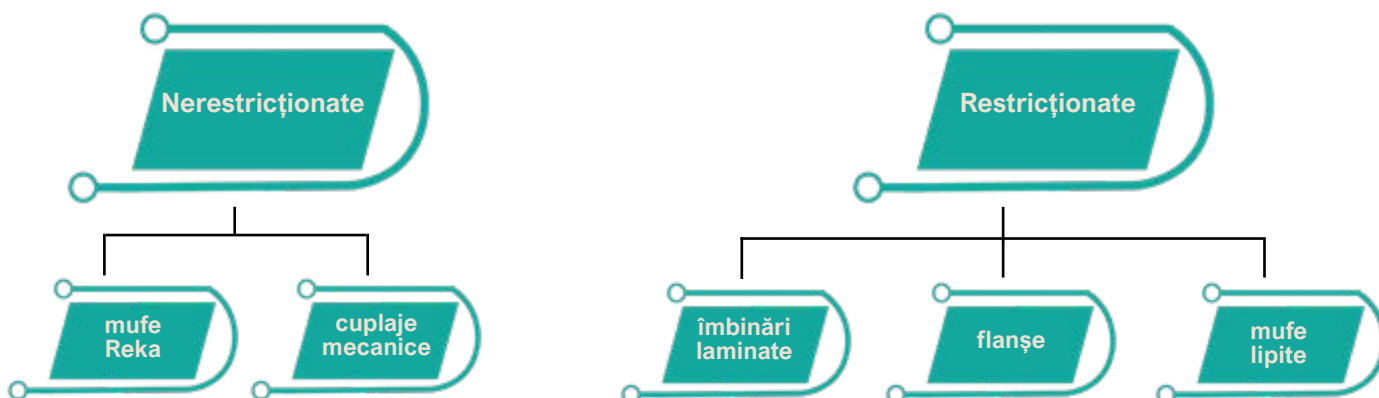
Mufele restricționate sunt lipite de conducte, prin urmare conductele nu au niciun grad de libertate de mișcare după ce mufarea (conectarea) a fost finalizată.

Pentru conductele uniaxiale se utilizează de obicei numai îmbinari nerestricționate și este necesară folosirea masivelor de ancoraj, care preiau sarcinile (încărcările) ce apar la schimbările de direcție.

Pentru conductele biaxiale se utilizează numai îmbinări restricționate.

Rorex oferă mai multe tipuri îmbinare a conductelor de GRP/PAFSIN. Mai jos vă prezentăm modelele cele mai folosite. Pentru informații suplimentare despre acestea, instalarea și pregătirea lor sau despre alte tipuri de îmbinări, vă rugăm consultați departamentul Rorex de Marketing.

Fig. 24 Elemente de îmbinare a conductelor





## 11.1 Elemente de îmbinare nerestricționate

### 11.1.1 Mufe Reka

Mufele Reka (Fig. 25 a) și b), Fig. 26) sunt produse din GRP/PAFSIN și se folosesc la îmbinarea conductelor uniaxiale, etanșarea făcându-se cu garnituri din cauciuc elastomeric (EPDM). Sunt folosite cu succes de peste 50 de ani și se pot instala în pantă sau în diferite condiții de sol. Sunt disponibile pentru o gamă largă de diametre (DN 100 mm - DN 4000 mm) și clase de presiune (PN 1 bar - PN 32 bar) - Tabelul 11 (pag. 50). Aceste mufe permit o deflecție unghiulară de până la 3° depinzând de diametrul conductei, și de clasa de presiune, astfel reducând numărul de coturi necesare în rețeaua de conducte.

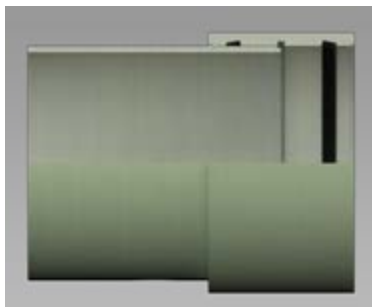
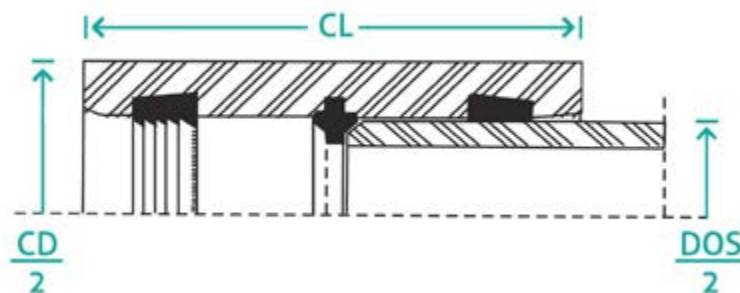


Fig. 25 a) Mufă Reka



Fig. 25 b) Mufă Reka în pregătire pentru montaj la capătul unei conducte din GRP/PAFSIN

Fig. 26 Schema unei mufe Reka cuplată la o conductă din GRP/PAFSIN



**CD (mm)** = diametrul mufei  
**DOS (mm)** = diametrul exterior al conductei

**CL (mm)** = lungimea mufei





Tabelul 11: Dimensiunile mufelor Reka

DN	DOS max (mm)	Mufe ID min (mm)	CD (mm)						CL (mm)
			PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32	
100	107,0	107,6	133,6	133,6	134,0	134,4	134,8	138,6	150
150	157,6	158,2	184,2	184,2	184,8	185,2	185,8	189,6	150
200	209,8	211,4	249,6	249,6	250,6	251,2	252,0	257,4	175
250	262,0	263,6	301,8	301,8	303,2	304,0	304,8	310,4	175
300	324,0	327,0	366,0	367,0	368,1	368,6	369,2	375,9	270
350	362,0	363,5	403,3	404,9	406,7	407,6	412,7	447,9	270
400	413,0	414,5	454,1	456,1	458,1	462,4	463,7	468,7	270
450	464,0	465,5	504,9	506,5	508,7	513,0	513,9	519,3	270
500	515,0	516,5	555,7	557,7	559,3	563,4	564,3	571,1	270
600	617,0	618,5	664,1	665,9	668,1	673,2	675,9	683,7	330
700	719,0	720,5	765,9	768,3	772,5	778,2	781,1	792,1	330
800	821,0	822,5	867,7	871,7	876,7	882,8	883,7	896,9	330
900	923,0	924,5	970,7	975,1	980,9	984,8	988,7	1001,7	330
1000	1025,0	1026,5	1073,5	1078,5	1084,7	1089,2	1098,1	1106,5	330
1100	1127,0	1128,5	1176,3	1181,5	1183,0	1193,4	1208,0	1121,7	330
1200	1229,0	1230,5	1278,9	1284,5	1289,9	1299,4	1315,3	1316,7	330
1300	1331,0	1332,5	1318,3	1387,3	1393,3	1407,4	1421,1	1422,1	330
1400	1433,0	1434,5	1483,9	1490,1	1497,5	1515,6	1527,1	1527,1	330
1500	1535,0	1536,5	1586,3	1592,9	1602,7	1621,2	1632,9	1646,0	330
1600	1637,0	1638,5	1688,7	1695,5	1707,3	1722,3	1739,1	1750,0	330
1700	1739,0	1740,5	1791,1	1798,3	1812,1				330
1800	1841,0	1842,5	1893,5	1900,9	1916,1				330
1900	1943,0	1944,5	1995,9	2003,3	2020,0				330
2000	2045,0	2046,5	2098,3	2105,9	2123,5				330
2100	2147,0	2148,5	2200,5	2208,9	2226,9				330
2200	2249,0	2250,5	2302,9	2311,9	2330,3				330
2300	2351,0	2352,5	2405,3	2414,7	2433,3				330
2400	2453,0	2454,5	2507,5	2517,9	2536,3				330
2500	2555,0	2556,5	2559,7	2620,9	2639,3				330
2600	2657,0	2658,5	2690,0	2695,0	2701,0				360
2700	2759,0	2760,5	2792,5	2797,8	2803,2				360
2800	2861,0	2862,5	2895,0	2900,0	2906,5				360
2900	2963,0	2964,5	2997,5	3002,2	3009,3				360
3000	3065,0	3066,5	3099,5	3104,4	3112,0				360
3100	3167,0	3168,5	3246,5	3253,5	3274,3				400
3200	3269,0	3270,5	3348,7	3356,1	3377,7				400
3300	3371,0	3372,5	3451,1	3458,5	3481,5				400
3400	3473,0	3474,5	3553,3	3560,9	3589,1				400
3500	3575,0	3576,5	3655,5	3663,3	3692,7				400
3600	3677,0	3678,5	3757,9	3765,5	3796,7				400
3700	3779,0	3780,5	3860,3	3867,9	3900,9				400
3800	3881,0	3882,5	3962,7	3970,3	4004,7				400
3900	3983,0	3984,5	4065,1	4072,5	4106,9				400
4000	4085,0	4086,5	4167,7	4174,7	4213,3				400

Notă. Pentru clasa de presiune PN 1, CL are următoarele valori: 240 mm pentru DN 300 - DN 500, 290 mm pentru DN 600 - DN 2500 și 400 mm pentru DN 2600 - DN 4000.



### 11.1.2 Cuplaje mecanice

De obicei, cuplajele mecanice (Fig. 27) sunt folosite atunci când se îmbină o conductă PAFSIN/GRP cu o conductă din alt material sau când se fac intervenții pe o conductă gata instalată și spațiul este insuficient pentru instalarea unei mufe Reka. În exemplul din urmă se folosesc cuplaje mecanice flexibile. Instalarea acestora necesită personal calificat.

Aceste cuplaje sunt formate dintr-o manta metalică exterioară cu manta interioară de etanșare din cauciuc elastomeric. Mantaua metalică poate fi din inox, din oțel galvanizat sau cu protecție epoxidică.

Cuplajele mecanice se fabrică în trei variante: **INSTAL**, **REP** și **TRANS**.

- » cuplaje mecanice cu o balama - cuplajele nu se deschid, montaj pe la capătul conductei (ARPOL INSTAL);
- » cuplaje mecanice pentru reparații prevăzute cu două balamale care permit desfacerea cuplajului și trecerea acestuia peste conductă în zona de reparat (ARPOL REP);
- » cuplaje mecanice pentru îmbinarea conductelor cu diametre exterioare diferite (ARPOL TRANS).

Pentru cuplaje mecanice ROREX colaborează cu firma ARPOL din Spania.

O alternativă este folosirea unei piese metalice speciale de îmbinare, făcută pe comandă (Fig. 28). Ștuțul de oțel este prelucrat la strung astfel încât să aibă același diametru exterior ca al conductei GRP/PAFSIN. Unul dintre capetele acestei piese se sudează de conducta de oțel, iar capătul prelucrat se îmbină cu o mufă Reka.



Fig. 27 Cuplaj mecanic,  
vedere laterală



Fig. 28 Piesă metalică specială de îmbinare tuburi de oțel  
cu tuburi GRP/PAFSIN



## 11.2 Elemente de îmbinare restricționate

### 11.2.1 Îmbinări laminate

Îmbinările laminate (Fig. 29) sunt fabricate din GRP/PAFSIN. Numărul de straturi din componența îmbinării precum și lungimea, configurația sau tipul acestora variază în funcție de diametrul și presiunea nominală a conductei. Sunt utilizate în special unde îmbinarea conductelor trebuie să preia forțele axiale din presiunea internă la schimbările de direcție, fără masive de ancoraj, sau ca metodă de reparații. Instalarea acestora necesită personal calificat.

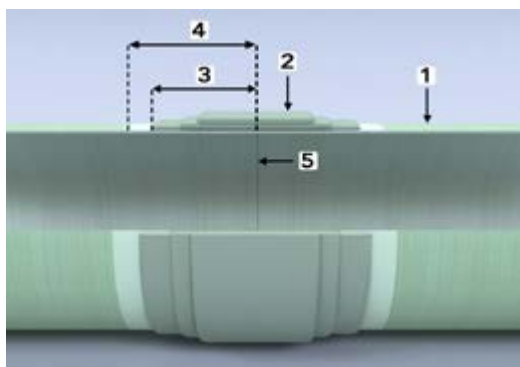


Fig. 29 Îmbinare laminată, unde:  
1 - conductă  
2 - laminare  
3 - lungimea laminării de la marginea conductei  
4 - lungimea de șlefuire  
5 - marginea conductei

### 11.2.2 Flanșe

Flanșa (Fig. 30 a) și b)) este o metodă de îmbinare mecanică, utilizată la îmbinarea dintre conducte, conductă cu fitting sau conductă cu vană. De asemenea, poate conecta GRP cu GRP sau GRP cu alte materiale. Flanșele sunt folosite pentru a crea o conexiune etanșă care poate fi dezamblată și reasamblată dacă este necesar. Discul flanșei este o suprafață circulară care are un model standard pentru fixarea în șuruburi, bazat pe diametrul exterior al conductei și pe clasa de presiune nominală.



Fig. 30 a) Flanșă



Fig. 30 b) Flanșe montate pe conducte





### 11.2.3 Mufe lipite (COMBI)

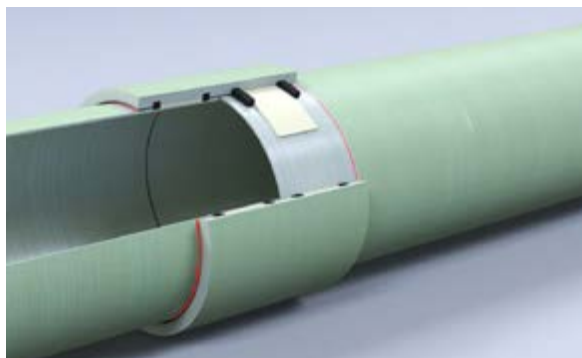
Mufele lipite (Fig. 31) sunt folosite pentru a conecta două conducte biaxiale de GRP și sunt prevăzute cu patru garnituri de etanșare. De obicei sunt instalate pe unul din capetele conductei din fabrică. Lungimea și diametrul lor variază în funcție de diametrul nominal și presiunea nominală a conductei (Tabelul 12 și Tabelul 13). Spațiul dintre cele două garnituri de etanșare de pe fiecare capăt al conductei este umplut cu o rășină specială care lipește mufa de conductă.

*Tabelul 12: Lungimea mufei lipite în funcție de diametrul nominal și presiunea nominală a conductei*

PN (mm)	DN (mm)	CL (mm)
6	1100	566
6	1200	596
10	1100	746
10	1200	776

*Tabelul 13: Diametrul exterior al mufei lipite în funcție de diametrul nominal și presiunea nominală a conductei*

PN (mm)	DN (mm)	DOS max (mm)
6	1100	1190
6	1200	1291
10	1100	1205
10	1200	1306



*Fig. 31 Mufă lipită (COMBI)*

## 12. Fitinguri

Fitingurile completează conducta dreaptă și trebuie să fie compatibile din punct de vedere chimic și mecanic cu aceasta. Fitingurile au forme diferite și sunt concepute pentru trei cazuri principale, anume: atunci când are loc o schimbare de direcție, atunci când are loc o schimbare a diametrului exterior al conductei, sau la joncțiunea dintre două conducte. Spre exemplu:

- » Pentru schimbări de direcție pe conducte de același diametru se pot folosi coturi de diferite unghiuri;
- » Pentru reducere în dimensiunea conductei se pot folosi reducții concentrice sau excentrice;
- » Pentru reducere în dimensiunea conductei cu schimbare de direcție se pot folosi ramificații.

ROREX utilizează metode standardizate de fabricație pentru fittingurile de GRP/PAFSIN (Tabelul 14, pag. 54), acestea putând fi fabricate într-o gamă largă de dimensiuni standard sau non-standard, pentru aplicații cu sau fără presiune, în funcție de cerințele clientului. Fitingurile cu dimensiuni până la DN 900 mm pot fi fabricate mecanic prin înfășurarea pe matriță.

Fig. 32 - 36 (pag. 54) arată diferite tipuri de fittinguri.



Tabelul 14: Fitinguri standard ROREX

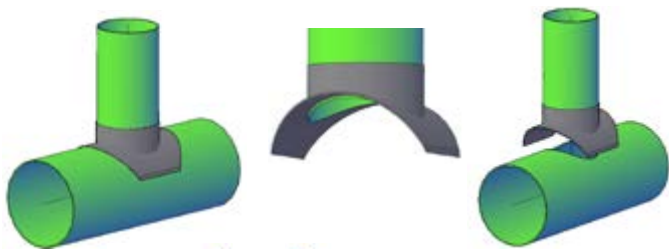
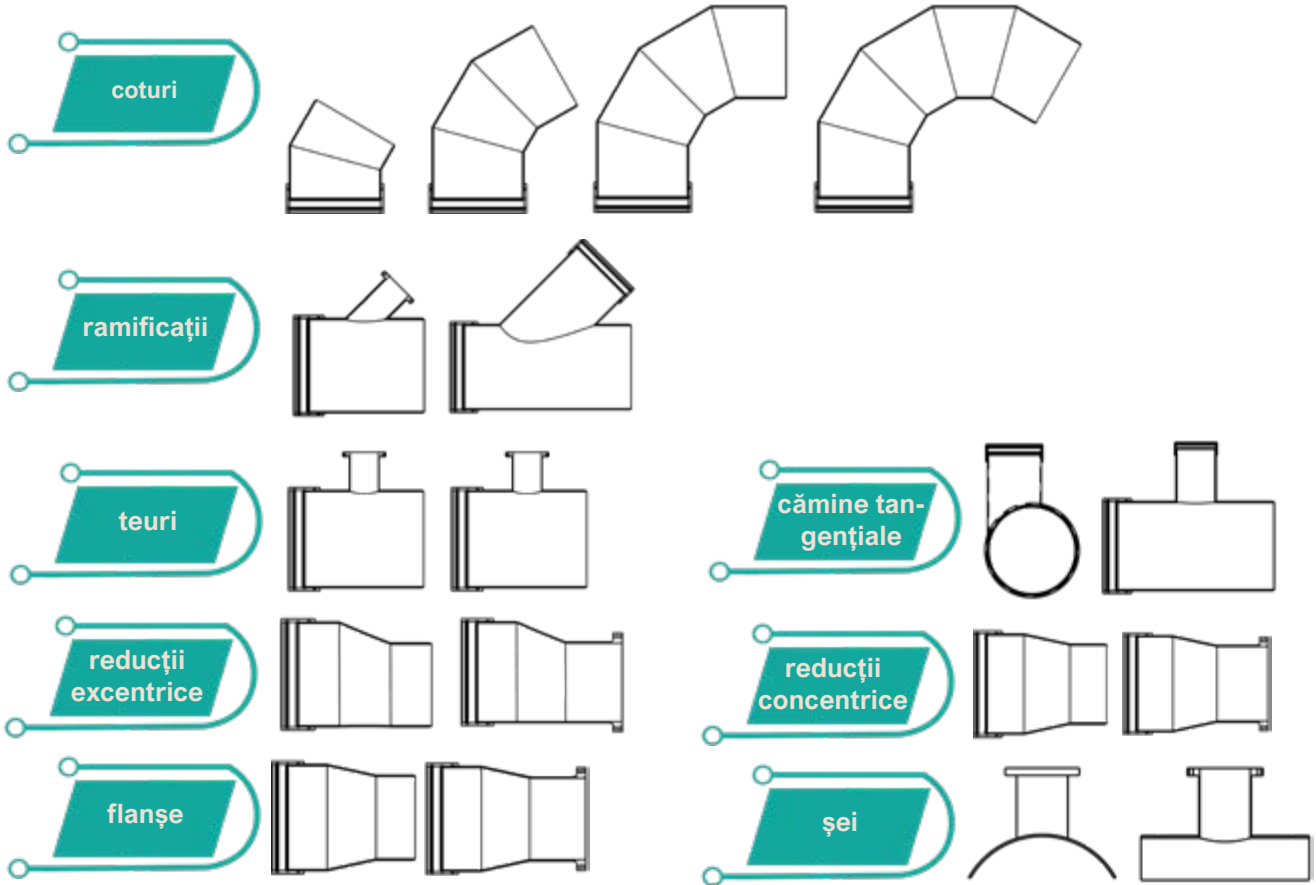


Fig. 32 Șei

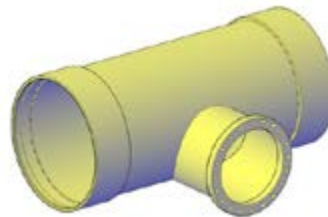


Fig. 33 Teuri cu flanșă

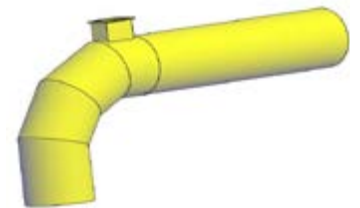


Fig. 34 Conductă GRP cu cămin în cot 90°

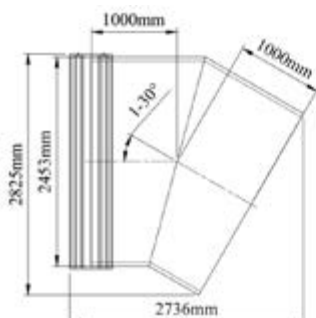


Fig. 35 Cot GRP/PAFSIN DN 2400, 1 - 30°

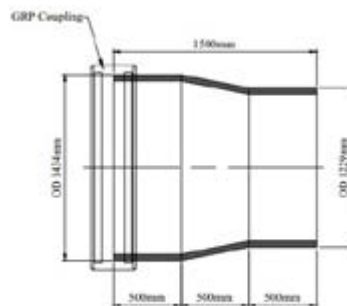
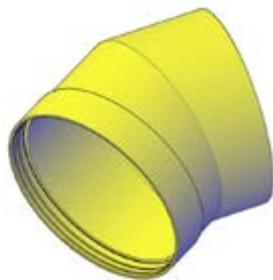
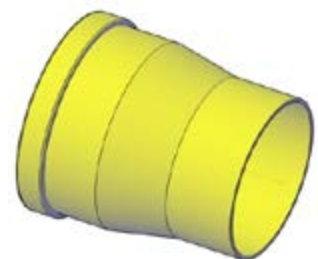


Fig. 36 Reducție GRP/PAFSIN DN 1400 - DN 1200





## 13. Instalarea conductelor din GRP/PAFSIN

### 13.1 Alegerea caracteristicilor conductei în funcție de condițiile din teren

Cei mai importanți parametri de care trebuie ținut cont pentru instalarea conductelor subterane sunt rigiditatea și clasa de presiune. Fig. 37 prezintă instalări subterane standard.

Clasele de rigiditate ale conductelor ROREX din GRP/PAFSIN și clasele de presiune corespunzătoare sunt menționate în Tabelul 15. Clasa de rigiditate reprezintă rigiditatea minimă inițială  $EI/D^3$  în  $N/m^2$  (Pa).

Tabelul 15: Clasele de rigiditate și de presiune ale conductelor

SN	ISO Pa	ASTM kPa
2500	2500	124
5000	5000	248
10000	10000	496

După cum este menționat și în [capitolul 6 \(pag. 25\)](#), clasa de rigiditate este aleasă în concordanță cu trei parametri:

1. condițiile de îngropare care includ solul natural, tipul de umplutură și înălțimea de acoperire;
2. condițiile de trafic;
3. presiunea negativă.

Caracteristicile solului natural sunt evaluate folosind testul de penetrare din standardul ASTM D 1585 - standard pentru testul de penetrare. Descrierea și proprietățile solurilor necoezive și coezive sunt date în Tabelul 16, pag. 56. Numărul de lovituri se referă la testul standard de penetrare ce clasifică solurile în funcție de cât de compacte sunt, iar E este modulul de elasticitate al solului.



Fig. 37: Instalarea subterană standard a unui sistem de conducte uniaxiale de GRP/PAFSIN DN 2800





Tabelul 16: Caracteristici și proprietăți ingineresti ale solurilor necoezive și coezive

Grupă sol natural	Nr. lovituri	E'n (MPa)	Soluri necoezive		Soluri coezive	
			Descriere	Unghiul de frecare (°)	Descriere	Rezistența la compresiune (KPa)
1	>15	34,5	compact	33	very stiff	192-384
2	8-15	20,7	slightly compact	30	stiff	96-92
3	4-8	10,3	loose	29	medium	4-96
4	2-4	4,80	very loose	28	soft	24-48
5	1-2	1,40	very loose	24	very soft	12-24
6	0-1	0,34	very, very loose	26	very, very soft	0-12

Tabelul 17 prezintă acoperirea maximă admisă pentru o gamă largă de umpluturi, trei clase diferite de rigiditate și șase grupe de soluri naturale. Aceste valori se aplică în condițiile unei tranșee standard și a unei deformații admisibile pe termen lung de 5% (DN 300 mm - 4000 mm) - 4% (DN 100 mm - 250 mm), luând în considerație încărcările din trafic. În cele mai multe cazuri, pământul natural din tranșee poate fi utilizat ca pământ de umplură, dar inginerii noștri recomandă materialul granular compactat pentru aceasta.

Tabelul 17: Grupele de sol natural și modulul umpluturii pentru trei clase de rigiditate

Grupă sol natural	SN 2500						SN 5000						SN 10000					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Modulul umpluturii (MPa)																		
20,7	23,0	18,0	11,0	7,0	-	-	23,0	18,0	12,0	7,0	3,0	-	24,0	19,0	12,0	8,0	3,5	-
13,8	18,0	15,0	10,0	6,0	-	-	18,0	15,0	10,0	6,5	2,4	-	19,0	16,0	11,0	7,0	3,5	-
10,3	15,0	13,0	9,0	5,5	-	-	15,0	13,0	9,0	6,0	2,4	-	15,0	13,0	10,0	6,5	3,0	-
6,9	11,0	10,0	7,5	5,0	-	-	11,0	10,0	8,0	5,0	-	-	12,0	10,0	8,5	5,5	3,0	-
4,8	8,5	7,5	6,0	4,0	-	-	8,5	7,5	6,5	4,5	-	-	9,5	8,5	7,0	5,0	2,5	-
3,4	6,0	5,5	5,0	3,5	-	-	6,0	6,0	5,0	4,0	-	-	7,0	6,5	5,5	4,5	-	-
2,1	3,5	3,5	3,5	-	-	-	4,0	4,0	3,5	3,2	-	-	4,5	4,5	4,0	3,5	-	-
1,4	-	-	-	-	-	-	2,4	2,4	2,2	-	-	-	3,0	3,0	3,0	2,8	-	-

Adâncimea maximă de îngropare se stabilește în urma unui calcul static complex care ține cont de caracteristicile geotehnice și hidrogeologice ale terenului natural, de natura și gradul de compactare ale materialului de umplură și de clasa de rigiditate a conductei.

Al doilea parametru pentru stabilirea clasei de rigiditate a conductei este presiunea negativă. Pentru cazurile în care aceasta este prezentă, Tabelele 18 și 19 (pag. 57) indică rigiditatea necesară pentru diferite valori ale presiunii negative și acoperiri maxime în condiții de sol mediu natural și de umplură.

Rigiditatea selectată poate fi mai mare decât cea indicată de valorile presiunii negative și a adâncimii de îngropare.

Pentru a asigura o performanță bună și de lungă durată, conductele ROREX de GRP/PAFSIN necesită o manipulare și instalare corespunzătoare. Este necesară respectarea condi-



țiilor de instalare recomandate, precum și folosirea unui material corespunzător pentru umplutură și patul suport.

Pentru instrucțiuni de instalare complete, vă rugăm să consultați Departamentul Tehnic ROREX.

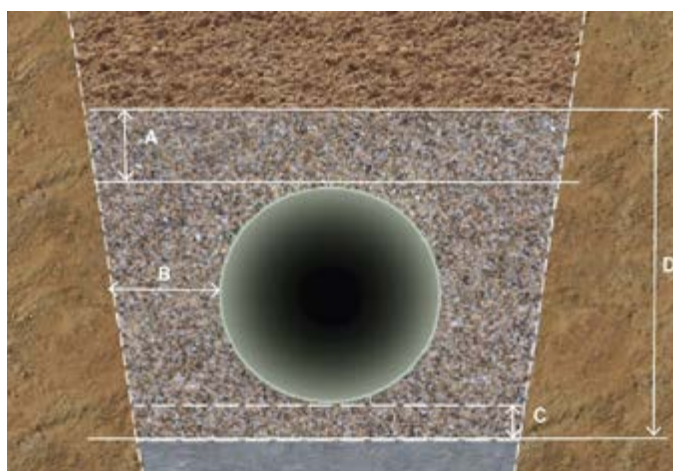
*Tabelul 18: Solul Natural grupa 3 ( $E'n=10,3$  MPa)  
Umplutura compactată la 90% Proctor ( $E'b=14$  MPa)  
Nivelul apei freatice sub cota tranșeei*

*Tabelul 19: În condiții de soluri saturate*

Vac (bar)	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Vac (bar)	SN 2500	SN 5000	SN 10000
-0,25	10,0	10,0	11,0	-0,25	5,5	5,5	6,0
-0,50	8,5	10,0	11,0	-0,50	0,4	5,5	6,0
-0,75	6,5	10,0	11,0	-0,75	1,8	5,5	6,0
-1,00	4,0	10,0	11,0	-1,00	N/A	4,0	6,0

## 13.2 Detalii despre tranșee

Tranșeea trebuie să fie întotdeauna suficient de largă pentru a permite accesul și compactarea materialului de umplutură din jurul conductei și pentru a putea să se asigure un suport corespunzător. Înălțimile de acoperire prezentate în tipurile de instalare (pag. 59) au la bază o lățime luată în calcul a tranșeei de  $x1,75$  diametrul nominal. În cazuri speciale, se pot realiza și lățimi mai mici de  $x1,5$  din diametrul nominal, în acest caz limitele de îngropare putând fi afectate. Fundul tranșeei, patul de pozare, trebuie să fie dintr-un material corespunzător care să asigure un sprijin uniform și continuu pentru conductă. Spre exemplu, grosimea patului de pozare trebuie crescută atunci când apar roci, blocuri tari, sau soluri moi, slabe, instabile sau foarte compresibile. Fig. 38 prezintă o tranșee standard, unde dimensiunea B, distanța de la conductă la marginea tranșeei, trebuie să permită manevrarea echipamentului de compactare și așezarea corectă a umpluturii sub vutele conductei.



*Fig. 38 O tranșee standard unde:*

- A - umplutură,*
- B - distanța de la conductă la marginea tranșeei,*
- C - patul de pozare,*
- D - zona conductei*



Materialele de umplutură trebuie să fie alese corespunzător pentru a asigura un sistem satisfăcător conductă-sol. Multe soluri granulare (clasificate în conformitate cu Sistemul de Clasificare Unificat) sunt acceptate pentru patul suport și umplutura din zona conductei. În cazul folosirii solurilor naturale ca umplutură, nu se admite materialul organic, iar dimensiunea maximă a materialului de umplutură este determinată de diametrul conductei. Tabelul 20 indică materialele de umplutură acceptabile.

*Tabelul 20: Materiale de umplutură și clasificarea acestora*

<b>Material de umplutură</b>	<b>Descriere</b>	<b>Sistemul de clasificare unificat</b>
A	Piatră spartă și pietriș < 12% parte fină	GW, GP, GW-GM, GP-GM
B	Pietriș cu nisip, nisip <12% parte fină	GW-GC, GP-GC, SW, SP, SW-SM, SP-SM, SW-SC, SP-SC
C	Pietriș și nisip mâlos, 12-35% parte fină, LL<40%	GM, GC, GM-GC, SM, SC, SM-SC
D	Argilă nisipoasă măloasă <12-50% parte fină, LL<40%	GM, GC, GM-GC, SM, SC, SM-SC
E	Nisip argilos mâlos <50-70% parte fină, LL<40%	CL-ML
F	Soluri fine granulare cu plasticitate mică LL<40%	CL-ML

Toată umplutura va fi compactată la gradul de compactare cerut conform traficului continuu prezent în acea zonă (Tabelul 21). Restricțiile de acoperire minime pot fi reduse în condiții de instalare speciale precum: înglobare în beton, placă de acoperire din beton, galerii etc.

*Tabel 21: Încărcarea în trafic (roata) - înălțimea minimă de acoperire, sarcina și tipul convoiului*

<b>Înălțimea minimă de acoperire</b>	<b>Sarcina (lbs)</b>	<b>Sarcina (kN)</b>	<b>Tipul convoiului</b>
1,0	16000	72	AASHTOH20(C)
1,5	20000	90	BS153HA(C)
1,0	9000	40	ATVLKW12(C)
1,0	110000	50	ATVSLW(C)
1,5	22000	100	ATVSLW60(C)
3,0	Cale ferată	-	Cooper E80

Notă: Considerând un modul de compactare al umpluturii de min. 6,9 MPa





### 13.3 Tipuri de instalare

#### Tipul 1 de instalare

- » Patul de fundare executat îngrijit;
- » Umplutura până la 300 mm peste creasta conductei se execută cu materialul specificat și compactat la gradul de compactare prevăzut (Fig. 39).

Notă: pentru aplicațiile fără presiune și fără încărcări din trafic nu este necesar să se compacteze cei 300 mm peste creasta conductei.

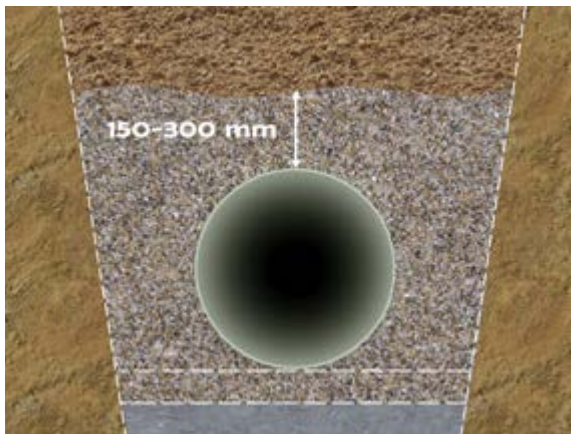


Fig. 39 Tipul 1 de instalare

#### Tipul 2 de instalare

- » Umplutura până la 60% din diametrul conductei se execută cu materialul specificat și se compactează la gradul de compactare prevăzut (Fig. 40);
- » Umplutura de la 60% din diametru până la 300 mm peste creastă se compactează atât cât este necesar pentru a asigura un modul de deformație al solului de minim 1,4 MPa.

Notă: instalarea de tipul 2 nu se aplică la conductele cu diametre mici, în zone cu trafic intens, în zone mlăștinoase sau cu soluri sărace sau necorespunzătoare.

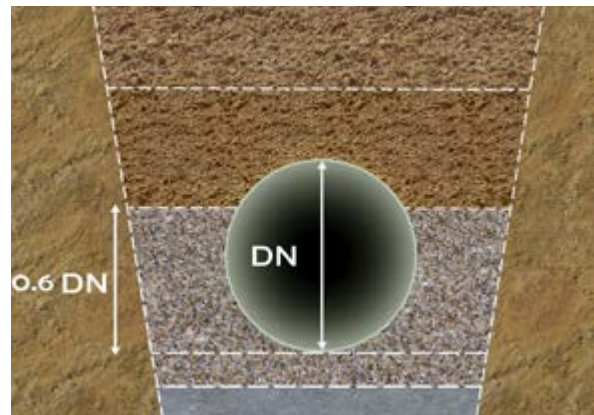


Fig. 40 Tipul 2 de instalare

În funcțiile de condițiile din teren, se pot face instalări alternative ce includ spre exemplu tranșee mai largi sau sprijiniri. Pentru folosirea altor elemente precum pământ stabilizat, materiale geotextile etc., vă rugăm să consultați Departamentul Tehnic ROREX.

Conductele din GRP/PAFSIN ROREX se pot instala în diferite condiții incluzând instalări supraterane, în mediu acvatic, fără tranșee deschisă sau în pantă. Aceste aplicații necesită o planificare inițială specială și mai multă atenție decât la instalarea conductelor îngropate. Pentru mai multe detalii, vă rugăm să consultați Departamentul Tehnic ROREX.



### 13.4 Considerații speciale

» **Presiunea mai mare de 16 bari** necesită o îngropare mai adâncă pentru a preveni ridicarea și mișcarea conductei. Conductele cu DN 300 și mai mari vor fi îngropate la minim 1,2 m, iar cele cu diametre mai mici la minim 0,8 m.

» În cazul unui **nivel ridicat al apei subterane**, o acoperire minimă de x0,75 din diametru (densitatea în grămadă a materialului de min. 1900 kg/m<sup>3</sup>) este necesară pentru a preveni flotația conductei goale. Alternativ, conductele se pot ancora. În acest caz, benzile de fixare vor fi din material neted de minim 25 cm lățime, plasate la un interval de 4 m. Pentru detalii legate de ancorare și înălțimea minimă de acoperire în cazul ancorării vă rugăm să consultați Departamentul Tehnic ROREX.

### 13.5 Deformarea conductelor instalate

Deformarea inițială max.	DN < 300	2,5%	DN ≥ 300	3,0%
	DN < 300	4,0%	DN ≥ 300	5,0%

Aceste valori sunt valabile pentru toate clasele de rigiditate. Nu sunt permise umflături, zone plate sau alte schimbări bruște ale curburii peretelui conductei. Conductele instalate în afara acestor limite nu îndeplinesc cerințele necesare.

### 13.6 Devierea unghiulară în îmbinare

Mufele îmbinărilor sunt testate corespunzător în conformitate cu EN 1119, ASTM D 4161 și ISO 8639. Conductele pot fi îmbinate în aliniament drept, însă pentru cazurile în care acest lucru nu este posibil, apare o deviere unghiulară (Fig. 41 și Fig 42 pag. 61). Devierea maximă pentru fiecare mufă de îmbinare nu trebuie să depășească valorile din Tabelul 22, pag 61.



Fig. 41 Conducte îmbinate cu deviere unghiulară

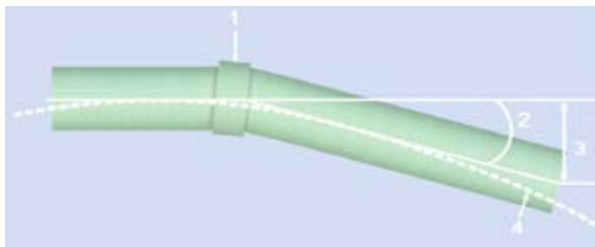


Fig. 42 Devierea unghiulară la două conducte îmbinate cu o mufă unde:  
1 - mufă, 2 - unghiul de deviere,  
3 - devierea, 4 - raza de curbură

Tabelul 22: Unghiul de deviere maxim admis, devierea la capăt și raza de curbură maxime admise în funcție de diametrul nominal al conductei și de lungimea conductei

DN conductă (mm)	Unghiul de deviere (°)	Devierea la capăt (mm)			Raza de curbură (mm)		
		Lungimea conductei (m)			Lungimea conductei (m)		
		3	6	12	3	6	12
DN ≤ 500	3	157	314	628	57	115	229
500 < DN ≤ 900	2	107	209	419	86	172	344
900 < DN ≤ 1800	1	52	105	209	172	344	688
DN > 1800	0,5	26	52	78	344	688	1376

Atunci când sistemul de conducte GRP/PAFSIN este exploatat la presiuni > 16 bari, maxima devierilor unghiulare admise scade. Tabelul 23 prezintă valorile admise în acest caz.

Tabelul 23: Unghiul de deviere maxim admis în funcție de diametrul nominal al conductei și de presiunea la care este exploatat sistemul de conducte

DN conductă (mm) /	Unghiul de deviere (°)		
	P (bari)		
	20	25	32
DN ≤ 500	2,5	2,0	1,5
500 < DN ≤ 900	1,5	1,3	1,0
900 < DN ≤ 1800	0,8	0,5	0,5





## 14. Produse speciale din GRP/PAFSIN

Pe lângă conducte și fittinguri, ROREX furnizează și o gamă largă de produse speciale din GRP/PAFSIN, precum:

- » cămine de vizitare ape uzate (Fig. 43, Fig. 44 pag. 63 și Fig. 45 pag. 63)
- » cămine stații de pompare ape uzate (Fig. 46 și Fig. 47, pag. 64)
- » bazine de retenție ape pluviale (Fig. 48, pag. 65)
- » module biologice (Fig. 49, pag. 65)

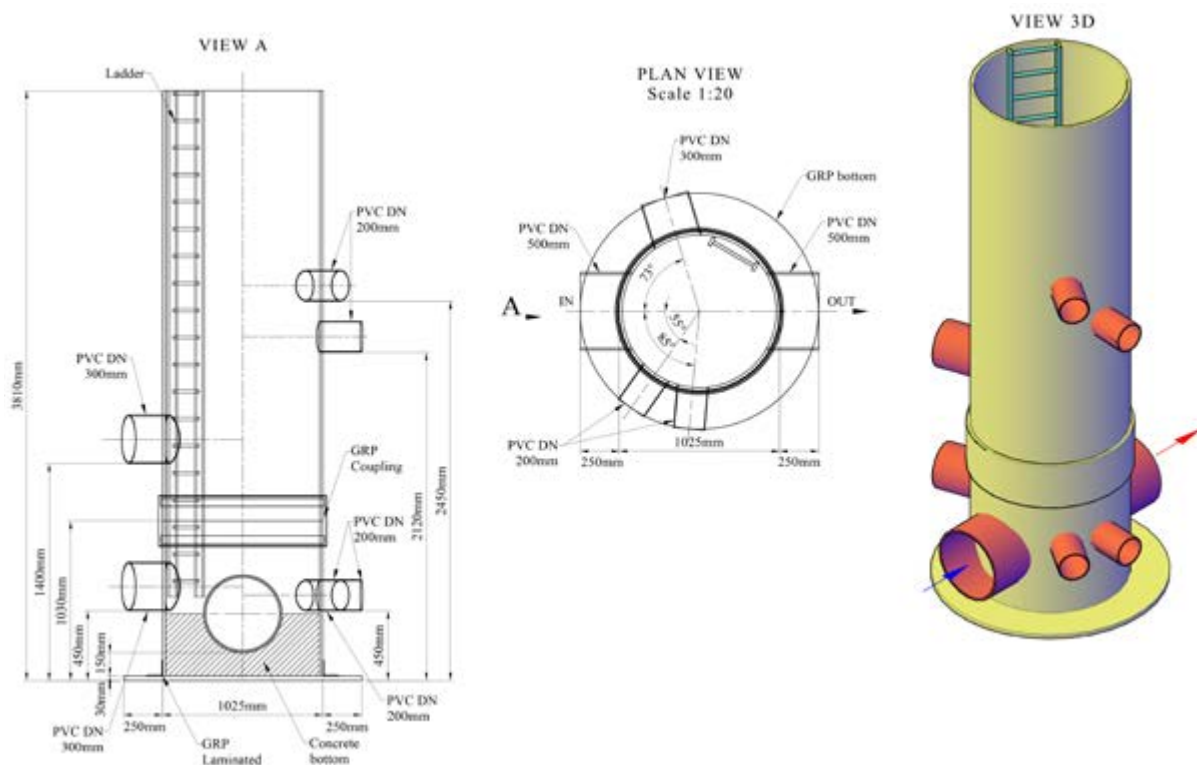


Fig. 43 Cămin de vizitare DN 1000

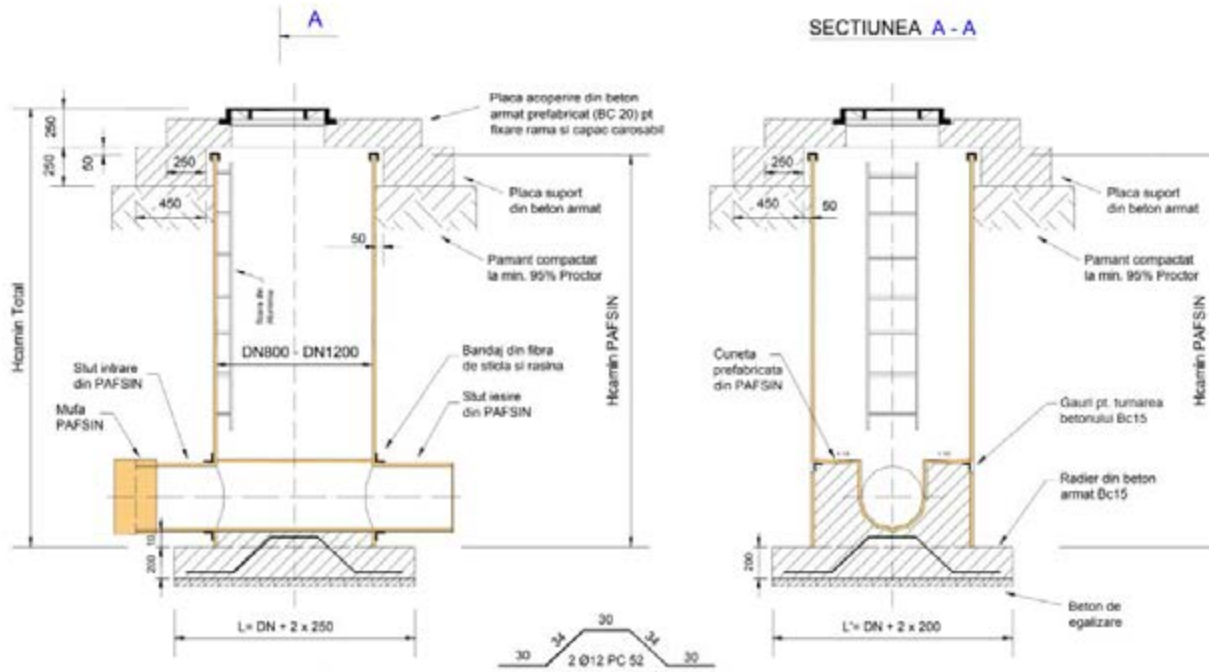


Fig. 44 Cămin de vizitare de linie

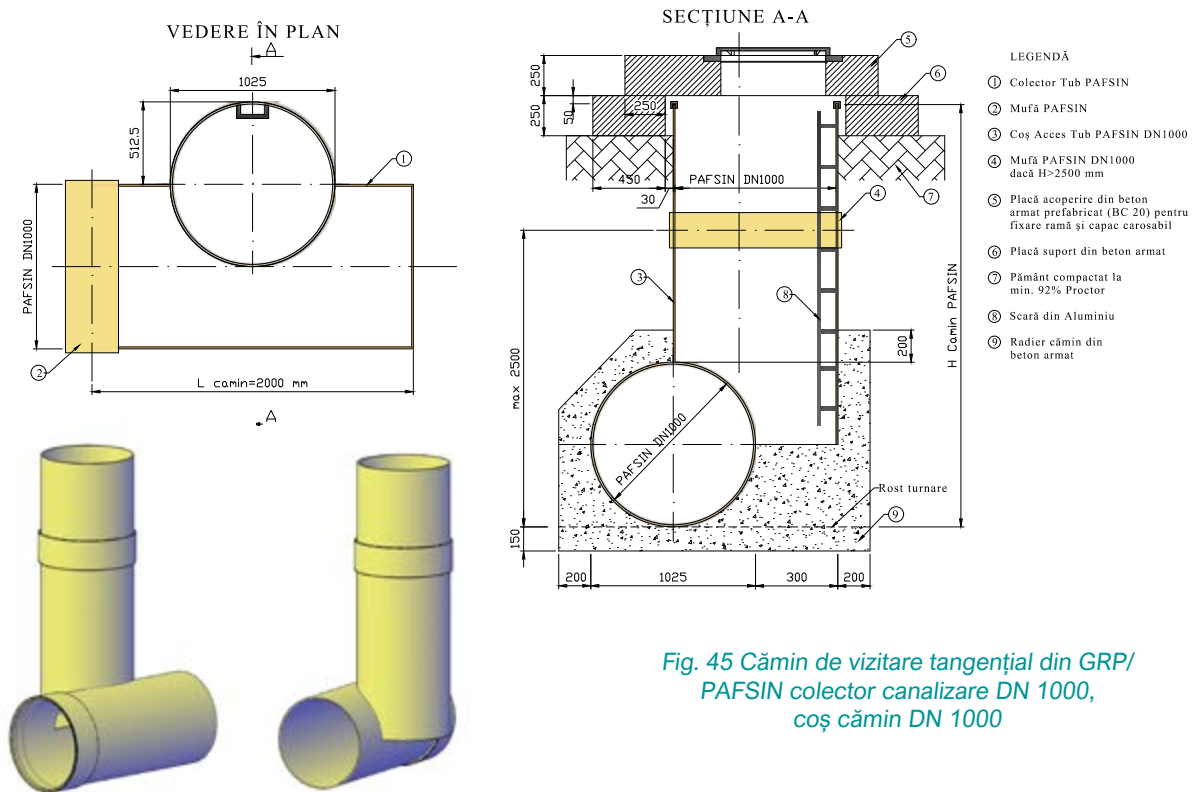


Fig. 45 Cămin de vizitare tangențial din GRP/PAFSIN colector canalizare DN 1000, coș cămin DN 1000

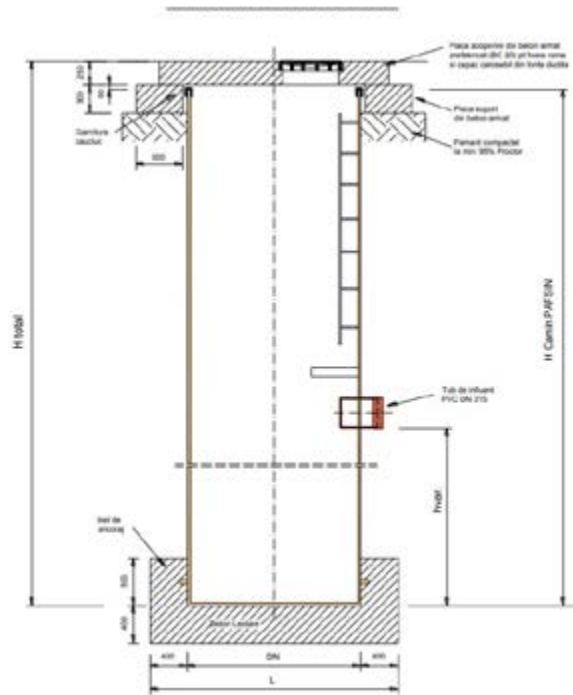


Fig. 46 Cămin stație de pompare din GRP/PAFSIN

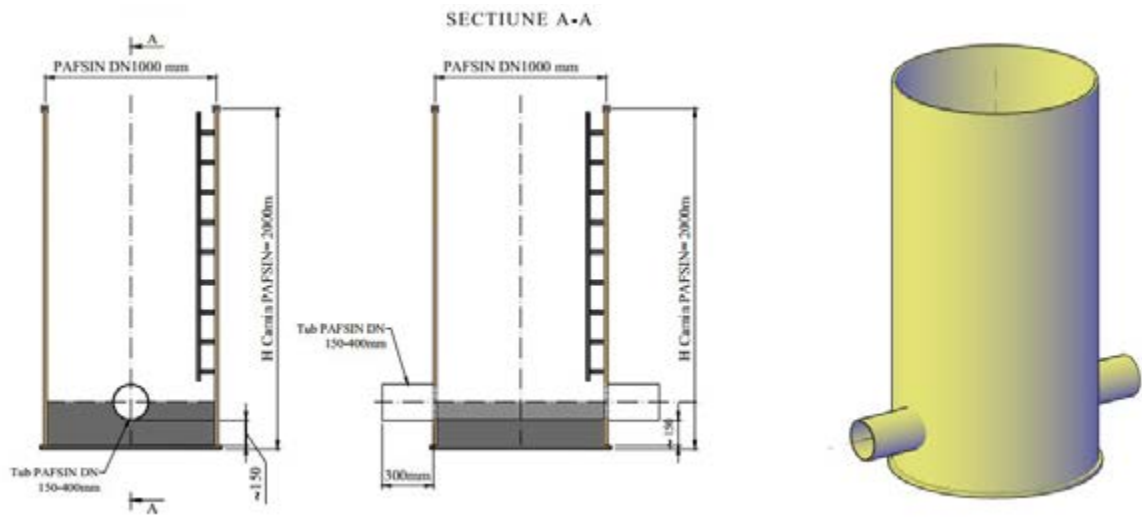


Fig. 47 Cămin de vizitare de linie coș GRP/PAFSIN



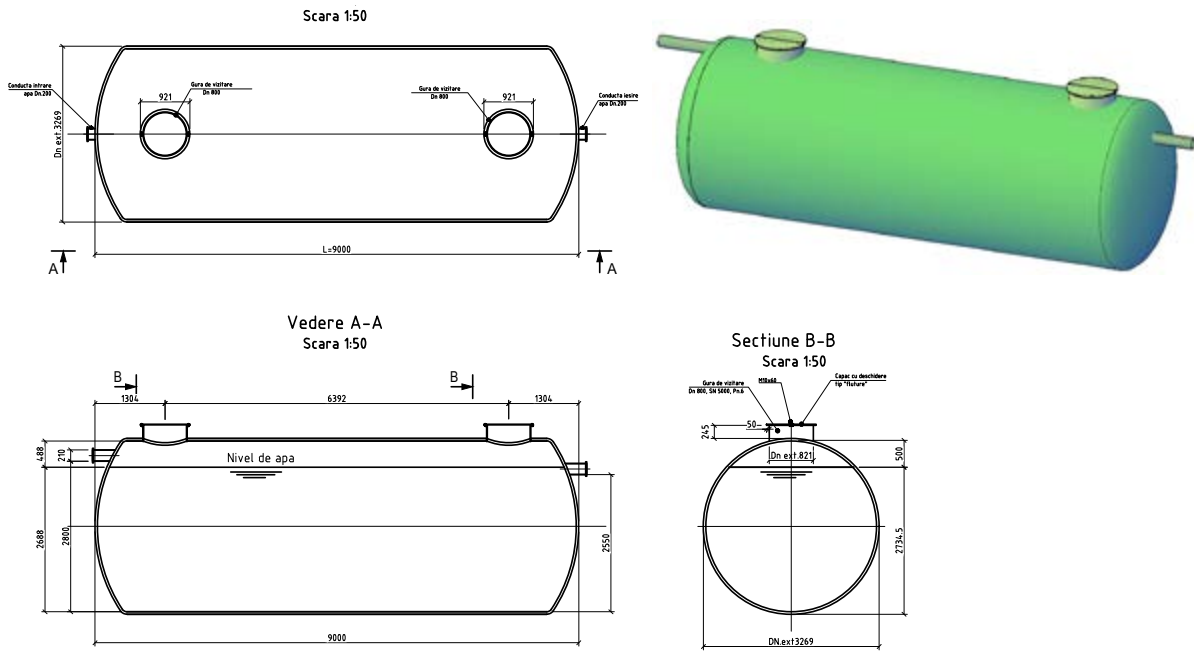


Fig. 48 Bazin de retenție ape pluviale din GRP/PAFSIN



Fig. 49 Module biologice din GRP/PAFSIN



ROREX furnizează și o gamă de produse care se folosesc ca interfață între conducte din GRP/PAFSIN și alte componente din materiale diferite. De exemplu:

- » mufe de încastrare pentru canalizare din beton (Fig. 50)



*Fig. 50 Mufe de încastrare*



**DIN EN ISO 9001:2015**  
**DIN EN ISO 14001:2015**  
**DIN EN ISO 45001:2018**



**SR EN ISO 23856:2021**





## ROREX PIPE SRL

Str. Aviației, nr. 33, Buftea, Ilfov, RO  
 Telefon: +40 723 277 877  
 Fax: +40 376 206 509  
 office@rorexpipeline.com  
 www.rorexpipeline.com