

**Recomandări specifice pentru proiectarea și punerea în operă a sistemelor de canalizare : ape uzate, ape pluviale și a levigatului.**

Sisteme realizate din materiale plastice( PVC-U ; PP ; PEID )

**A.Sistemele de canalizare ape uzate, se compun din :**

- 1.Rețele de canalizare :
  - conducte de canalizare
  - fittinguri de conexiune
- 2.Cămine de inspecție și de vizitare
- 3.Cămine de racord (limita de proprietate)
- 4.Stații de pompare ape uzate (SPAU)

**B.Rețelele de canalizare ape pluviale, pot avea în componență, în afară de elementele enumerate la „A” și:**

- 5.Sisteme de infiltrare a apei în sol

**C.Rețelele de canalizare a levigatului, rezultat în urma procesului de fermentare a deșeurilor din gropile de gunoi, se compun din :**

- 6.Conducte de drenaj și de canalizare
- 7.Cămine de levigat

**A.1.Rețelele de canalizare**

După predimensionarea hidraulică a rețelei, de unde rezultă diametrele conductelor de canalizare, se alege tipul de conductă (SN ; material ; configurație) ce se va utiliza, de regulă, ținând cont de următoarele aspecte:

- traseul rețelei : zona verde sau, are și porțiuni cu solicitări dinamice (trafic)
- condiții de pozare :
  - adâncimi minime/maxime de pozare;
  - performanța constantă a patului de pozare, ce se poate realiza în condiții normale și cu costuri de execuție reale.

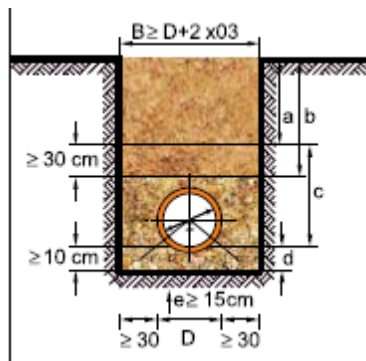
**1.1.Pozarea sistemului de conducte din material plastic**

**1.1.1.Realizarea patului de așezare**

- in soluri stâncoase sau măloase
- in soluri ușoare
- in orice alte condiții când documentația de execuție prevede așa ceva

**Pozare conducte de canalizare (vezi figura).**

Ca material de pozare în zona conductei se va utiliza pietriș cu conținut de nisip cu granulația de maxim 20mm



- a-umplutura principala
- b-adâncimea de acoperire
- c-zona țevii
- d-pat de așezare
- e-fundație (daca este necesar)

### 1.1.2.Acoperirea conductei

Criteriile pe baza cărora se aleg materialele potrivite pentru umplerea șanțului pe lateralele conductei și primul strat pe deasupra generatoarei conductei, sunt bazate pe ipoteza obținerii unui pat de pozare adecvat, în vederea respectării deformației inițiale și ulterioare și implicit a condiției de etanșeitate.

Tipul de material adecvat este cel cu particulele care nu depășesc 10% din diametrul nominal al conductei sau maxim 60mm. (vezi tabel)

Material	Diametru particule(mm)	Recomandat
Pietriș,piatră spartă	8-22,4-16 8-12,4-8	maxim 5-20% particule de 2mm
Pietriș	2-20	maxim 5-20% particule de 0,2mm
Nisip,pietriș de rau	0,2-20	maxim 5% particule de 0,02mm

### 1.1.3.Compactarea materialului in zona conductei

Realizarea unui grad de compactare necesar și suficient, este funcție de rigiditatea sistemului conductă-pat pozare și de îndeplinire a condiției de deformație < 5%.

Aceste condiții, de regulă se realizează cu valori ale gradului de compactare cuprinse între 85% și 90% indice Proctor, funcție și de materialele utilizate .

Trebuie avută în vedere utilizarea compactării manuale în zona conductei (zona c din fig) după care se poate trece la compactarea mecanică.

Conductele tip multistrat, cu peretele exterior corugat (datorită configurației), comparativ cu cele cu peretele exterior lis ,se comportă mult mai bine chiar și în cazul neconformităților de execuție pe parcursul lucrărilor de pozare ( material de pozare, granulație constantă, indice de compactare, etc).

### 1.2.Predimensionarea conductelor pentru deformare și turtire

La predimensionarea conductelor, pentru a obține rigiditatea inelară necesară, trebuie verificată respectarea condițiilor de deformare și de turtire, ca urmare a solicitărilor statice și dinamice preconizate.

**1.2.1. Rigiditatea sistemului, conductă - pat de pozare**

-rigiditatea sistemului trebuie determinată pe de o parte pentru starea inițială a sistemului

si pentru o stare ulterioară (se consideră de regulă o stare la 25-50 de ani)

-folosind formula lui Voellmy

$$n = \frac{2}{3} \times \frac{E_c}{E_t} \times (e_n/d_n - e_n)^3$$

unde :  $E_c$  -este modulul de elasticitate al conductelor din plastic

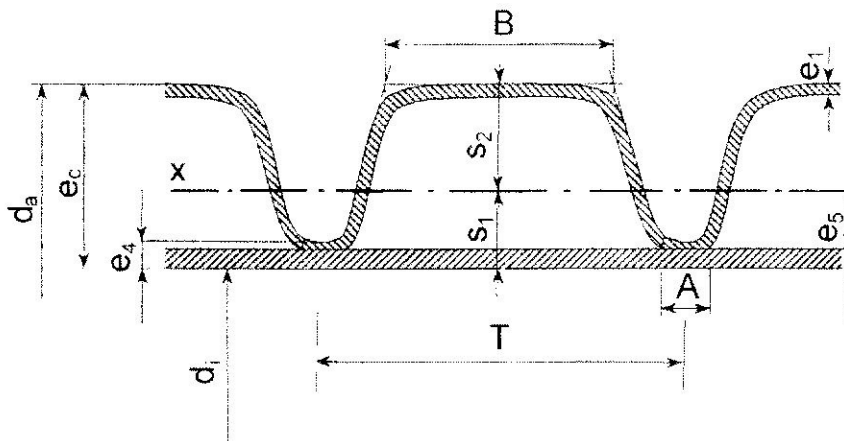
$e_n$  - grosimea de perete a conductei

$d_n$  - dimensiunea nominală medie a conductei

$E_t$  - este modulul de compresie a solului în care se pozează conducta

-determinarea rigidității sistemului in situația utilizării conductelor cu perete structurat se realizează utilizând următoarea formulă modificată :

$$n = \frac{2}{3} \times \frac{E_c}{E_t} \times (e_k/d_i + 2s_1)^3$$



unde :  $e_k$  -este grosimea de perete de înlocuire, a cărei valoare se poate considera, ca va fi :  $e_k = 75\% e_c$

$d_i$  -este diametrul interior al conductei cu perete structurat

$e_c$  -este înălțimea totală a peretelui structurat

$s_1$  -este distanța măsurată din interiorul conductei, până la centrul de greutate al peretelui structurat, care va fi :  $s_1 = 37\% e_c$

$E_c$  -este modulul de elasticitate al conductelor din plastic

$E_t$  -este modulul de compresie a solului în care vin pozate conductele

In tabelul de mai jos se prezintă valoarea lui  $E_t$ , funcție de gradul de compactare al solului, pentru patru tipuri de soluri uzuale, caracteristice și in regiunile țării noastre :

TIPUL SOLULUI		MODUL DE COMPRESIE(Et) in (N/mmp) funcție de gradul de compactare(T)			
Nr.	Denumire	85%	87%	90%	95%
1	Pietriș	2.5	3.5	6.0	16.0
2	Nisip	1.2	1.5	3.0	8.0
3	Coeziv, amestecat	0.8	1.0	2.0	5.0
4	Coeziv (mâl, argilă)	0.6	0.8	1.5	4.0

Dacă valorile determinate ale lui (n) pentru cele două stări, inițial și ulterior, sunt < de 0,083, rezultă că, conducta se va comporta flexibil în pământ, pe toată durata de viață.

## 1.2.2.Determinarea solicitărilor

### 1.2.2.1.Sarcina geostatica a pământului

Luăm în considerare, de regulă, numai sarcina geostatică a pământului, fiindcă până la o adâncime de pozare  $H \leq 2m$  aceste sarcini sunt cele care predomină, iar la  $H > 2m$  sarcina globală oricum este mai mică decât sarcina geostatică determinată anterior, din cauza frecărilor ce intervin pe pereții gropii de pozare

$$Q_{sp} = \delta \times H \quad (N/mmp)$$

unde:  $\delta$  -este greutatea volumică a materialului folosit la acoperire (umplutură) care de regulă se ia în calcul la o valoare de 20 KN/mc  
H-adâncimea de pozare

Sarcini pentru adâncimi de pozare în intervalul  $H=0,80m; H=4,30m$

### 1.2.2.2.Sarcini dinamice (de trafic)

De regula se ia în calcul greutatea unei roți (100 KN) repartizată pe patul de pozare, după un unghi de 45gr, și un factor dinamic între  $1 < \mu \leq 1,4$

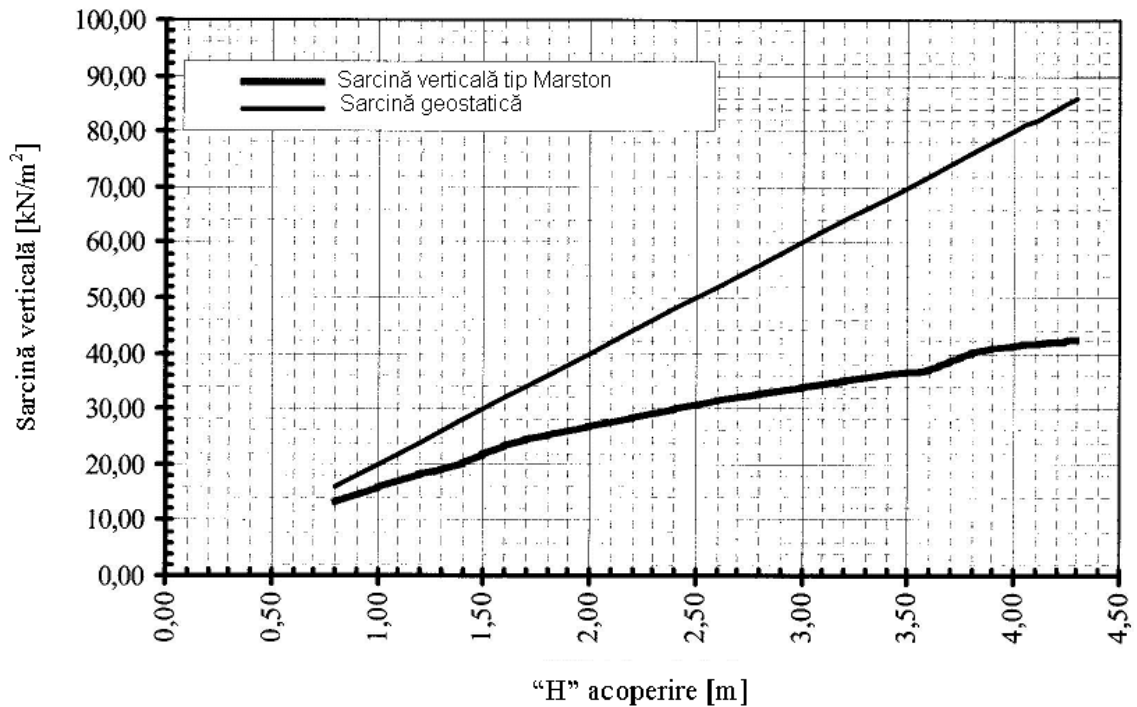
$$Q_{sa} = \mu 100 / (0,2 + 2H)(0,8 + 2H)$$

unde: H -adâncimea de pozare  
 $\mu$ - factorul dinamic

### 1.2.2.3.Sarcini globale

$$Q_{mv} = Q_{sp} + Q_{sa}$$

Sarcinile globale, pentru categoriile de soluri uzuale, pot fi vizualizate și în graficul de mai jos :



Se poate observa că solicitarea maximă apare întotdeauna în situația adâncimii de pozare minime, deci pentru aceste situații se recomandă efectuarea calculului de verificare la deformare a conductelor.

### 1.2.3. Verificarea deformațiilor

Trebuie determinate pentru starea inițială și pentru o stare ulterioară a sistemului (similar ca rigiditatea sistemului)

$$\zeta = (0,125/n + 0,06 \times Q_{mv}/E_{tc}) \times 100 \quad (\%)$$

unde : Etc -este modulul de compresie corectat al patului de pozare

Această corecție este necesară mai ales în cazul în care solul de bază este mai comprimabil decât patul de pozare și nu asigură sprijinirea suficientă a acestuia.

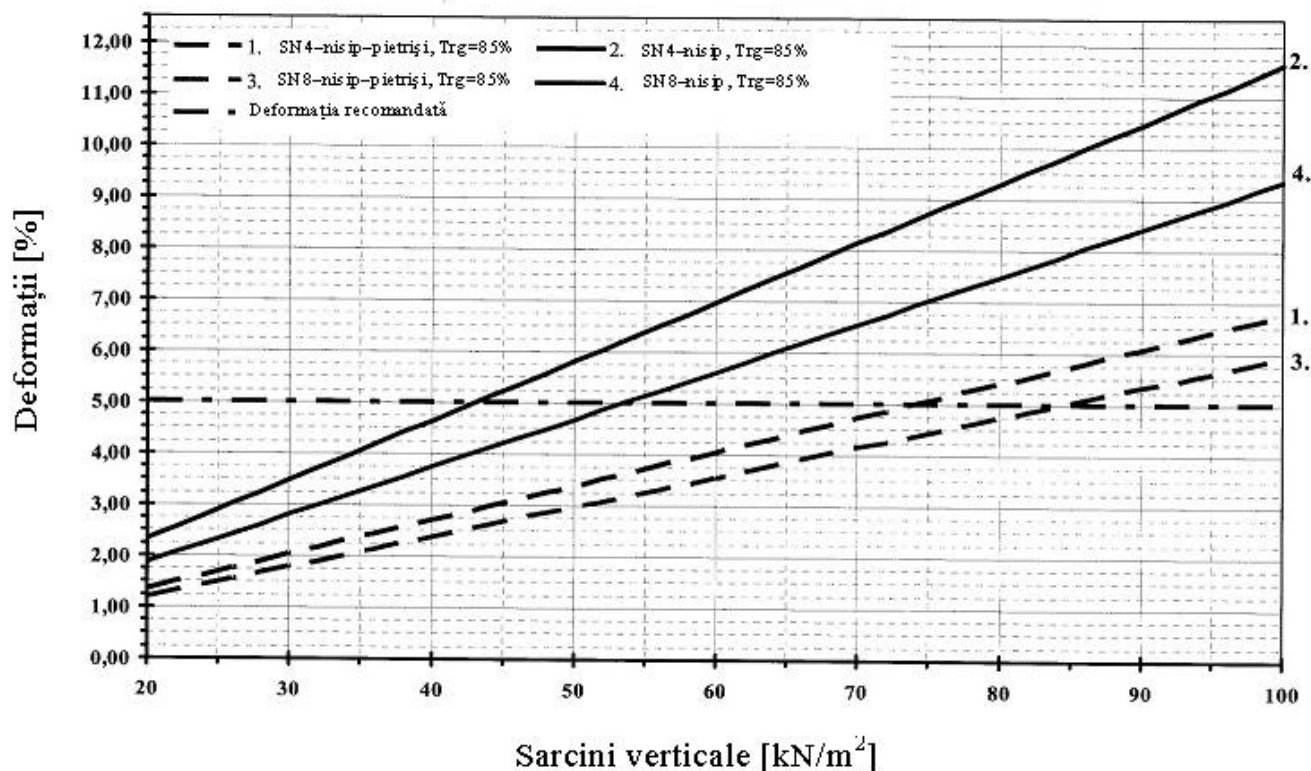
$$E_{tc} = \alpha \times E_t$$

$\alpha$  -coef de corecție,

Valorile lui  $\alpha$ ,  $E_t$  și  $E_{tc}$  pentru două tipuri de soluri uzuale și două variante de paturi de pozare, realizate din nisip sau pietriș, în tabelul de mai jos :

Modul compresie sol de baza	grad comp. %	PAT POZARE		$\alpha$	PAT POZARE CORIGAT		
		Modul compresie(Et) Nisp N/mmp	Pietriș N/mmp		Modul compresie(Etc) Etc nisip N/mmp	$\alpha$	Etc pietriș N/mmp
2	85	1.6	2.5	1.14	1.6	0.87	2.2
2	87	2.2	3.5	0.94	2.1	0.69	2.4
2	90	4.0	6.0	0.63	2.5	0.45	2.7
16	85	1.6	2.5	2.17	1.6	2.03	2.5
16	87	2.2	3.5	2.07	2.2	1.88	3.5
16	90	4.0	6.0	1.82	4.0	1.60	6.0

Deformațiile conductelor, în cazul paturilor de pozare uzuale se pot vizualiza și în



graficul de mai sus . **Deformarea calculată, trebuie sa fie sub 5%.**

#### 1.2.4. Verificarea rezistenței la turtire

$$Q_b = 8 \text{ SN } (n_p - 1), \text{ care trebuie sa fie } > Q_{mv}$$

unde : n -este numărul valurilor de turtire (la conducte de canalizare; n= 2 - 2,5)

##### -Adâncimile de îngropare :

- minime, funcție de diametrul nominal al conductei:
  - 0,8 m pentru conducte cu DN > 300mm
  - 1,2 m pentru conducte cu DN < 300mm

-maxim : 3 m, fără a fi necesar să se ia în calcul deformațiile cauzate de sarcinile geostatice ale umpluturii în faza inițială sau eventualele suprapresiuni (> 0,5 bar) ale apei freactice prezente în zonă.

**-Fitingurile de conexiune :**

Fitingurile injectate SN4 se pot utiliza și în rețele realizate din conducte de SN8, cea ce este bine de menționat în partea scrisă a proiectului (vezi standardul EN1401-1 referitor la acest aspect)

**-Condițiile în care un anumit tip de conductă de canalizare se poate utiliza ca și conductă de subtraversare - de exemplu pentru podețe**

Pentru vizualizarea acestui aspect vom lua un exemplu concret și vom determina deformarea admisibilă a conductei, în cazul de față (de tip corugat ; min.SN8kN/mp)

- sarcina geostatica a umpluturii, ce acționează asupra conductei

$$Q_{sp} = \delta \times H = 20 \times 0,25 = 5 \text{ (KN/mp)}$$

unde:  $\delta$  -este greutatea volumica a materialului folosit la acoperire (pământ) care de regulă se ia în calcul la o valoare de 20 KN/mc  
H- grosimea umpluturii pe generatoarea conductei (acoperire)

- sarcini dinamice, datorate circulației

se ia în calcul greutatea unei roți (100 KN) repartizată pe patul de pozare, după un unghi de 45gr, și un factor dinamic între  $1 < \mu \leq 1,4$

$$Q_{sa} = \mu 100 / (0,2 + 2H)(0,8 + 2H) = 1,4 \times 100 / 0,7 \times 1,3 = 153,8 \text{ KN/mp}$$

unde: H –acoperirea conductei  
 $\mu$  - factorul dinamic

**3.4.Sarcinile globale ce acționează asupra conductei**

$$Q_{mv} = Q_{sp} + Q_{sa} = 5 + 153,8 = 158,8 \text{ KN/mp} = 0,1588 \text{ N/mmp}$$

**3.5.Verificarea deformațiilor**

Deformația la o conductă de canalizare multistrat-corugat, cu conexiuni tip mufă cu garnitură, trebuie să fie sub 5%, pentru îndeplinirea condiției de etanșeitate, conform EN 14982-2, deci se poate observa că cu o astfel de acoperire “conexiunea mufă-teavă” nu ar fi etansă, însă pentru aplicația “ Podeț de subtraversare” corespunde, având în vedere că deformația în acest caz poate să crească până la cca.10% (nefiind aplicabilă condiția de etanșeitate).

$$\zeta = (0,125/n + 0,06 \times Q_{mv}/Etc) \text{ (%)}$$

$$\zeta = (0,125/0,07 + 0,06 \times 0,1588/2,5) = 6 \text{ (%)}$$

unde : Etc -este modulul de compresie corectat al patului de pozare



## **A.2. Cămine de inspecție și de vizitare**

Aceste cămine se utilizează, până la adâncimi de 6,5m datorită etanșeității lor împotriva exfiltrațiilor și infiltrațiilor (garniturile îmbinărilor și conexiunilor din EPDM, conform EN681, trebuie să reziste în mod normal la  $-0,3 + 0,5$  bari conform EN 1277). Rigiditatea coloanei de înălțare trebuie să respecte condiția de minim SN2kN/mp, conform EN 13598-2.

De regulă căminele sunt confecționate cu con și telescop pentru a facilita utilizarea inelului de beton de descărcare a sarcinilor dinamice și reglarea capacului de acoperire, la nivelul carosabilului.



În cazul în care (conform studiilor geo) apa freatică este prezentă în zona de pozare a căminelor, acestea prin construcție trebuie să fie prevăzute cu nervuri circulare pe exteriorul coloanei de înălțare pentru ca după pozare să poată contracara forța de ridicare a apei din pânza freatică (la unele tipuri există și posibilitatea unei leștări suplimentare, turnând beton în chineta din fundul căminului).

Este important să se prevadă foarte clar modul de pozare al acestora, mai ales în cea ce privește compactarea stratului de umplură, așezat în grosimi de cca.300mm și compactat la min.85 indice Proctor, jur-impresur.

Căminele de vizitare sunt prevăzute din construcție cu scări interioare de acces, cu trepte antialunecare, (conform EN476), dar totuși se recomandă ca vizitarea lor să se facă utilizând „Tripodul” cu scripete.

## **A.3. Cămine de racord (limita de proprietate)**



Aceste cămine au două utilități importante:

- racordarea consumatorilor la rețeaua de canalizare principală și
- inspecția și curățirea la nevoie a rețelei adiacente;

Pentru a putea fi realizată în condiții optime inspecția și curățirea lor, se optează pentru tipodimensiuni cu diametre interioare ale coloanei, de minim 300mm.

Înălțimea căminelor de racord, de regulă nu depășește H=1500mm. Pozarea căminelor de limită de proprietate se realizează similar ca în cazul căminelor de la A.2. Este util și în acest caz utilizarea tipodimensiunilor prevăzute cu telescop de reglare la înălțime.

Condiția de etanșeitate 100%, conform EN 1277 și de rigiditate min.SN2kN/mp, conform EN13598-2, trebuie îndeplinită și în acest caz.

## **A.4. Cămine pentru stații de pompare**

Datorită faptului că discutăm de cămine, fabricate din PEID, care vin echipate cu instalații interioare și sunt pozate în pământ la adâncimi relativ mari, unde de cele mai multe ori este prezentă și apa freatică :

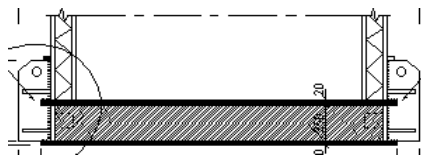
- diametrul căminului, de la DN/ID 1200 – 3000mm
- înălțimea căminului, până la max. 7 m



-înălțimea apei freatică în zona de pozare, în caz extrem teoretic poate să ajungă chiar până aproape de cota terenului;

Aceste cămine trebuie bine predimensionate în faza de proiectare/producție și certificate ca atare pentru toate caracteristicile relevante, ca :

- rezistența radier
- rigiditate inelară coloană
- rezistență planșeu
- etanșeitate
- rezistența urechilor de ridicare



Radierul căminului trebuie realizat neaparat cu miez din beton armat C20/25 cu armătură PC52 în dublu strat (dintre care un strat să protejeze și fundul bazei) , fiindcă în caz extrem (nivel ridicat al apei freatică) încărcarea ce solicită radierul ar putea sa fie > 6000 daN/mp.

Coloana căminului trebuie să aibă o rigiditate inelară de cel puțin 4kN/mp, din care cauză de regulă sunt realizate din conducte structurate tip fagure, după cum se poate vizualiza și în exemplul de calcul ce urmează :

- pentru determinarea solicitărilor ce acționează asupra peretelui căminului, utilizăm teoria lui Rankine :

$$q = K \times H_s \times \zeta$$

K-factor de compresiune al pământului (intre 0,49 și 0,64)

H<sub>s</sub>—adâncimea de solicitare luată în calcul

ζ - greutatea volumica a pământului ( la solurile uzuale 20 kN/mc)

Considerând că pe porțiunea inferioară a peretelui căminului acționează concomitent solul care îl inconjoară și apa freatică, prezentă în zonă, ca sarcini orizontale și nu există deformații ale peretelui căminului cauzate de pozarea necorespunzătoare, rezultă solicitarea la adâncimea considerată : $q = 0,07$  și  $0,1$  N/mmp

Condiția ca aceste solicitări să acționeze ca sarcini orizontale este ca și căminul să fie instalat într-o groapă de formă circulară sau pătrată și umplerea /compactarea cu materialul de pozare să se execute pe straturi, jur-împrejur.

-Forța care acționează pe lungimea unitară ( 1mm lungime) din peretele căminului, va fi :

$$N = 1,0 \times R_m \times q \quad \text{unde, } R_m \text{ – raza medie a caminului}$$

Cunoscând rezistența la compresiune admisibilă, a unui tub din PEID100; SN 4 (SDR 26),  $\sigma_a = 8,0 \text{ N/mm}^2$  și grosimea de înlocuire a peretelui structurat, în cazul nostru  $e = 130\text{mm}$ , putem determina solicitarea de compresiune ce acționează asupra peretelui tubului, luând în calcul și un coeficient de siguranță  $c = 1,5$  :

$$\sigma_c = 1,5 \times N/F = 1,5 \text{ N} / e \times 1,0 = 1,5 \times 4,5 = 6,75 \text{ N/mm}^2$$

Din această verificare rezultă ca solicitarea de compresiune  $\sigma_c = 6,75 \text{ N/mm}^2 < \sigma_a = 8,0 \text{ N/mm}^2$ , deci căminul cu rigiditatea inelară de SN 4 kN/mp corespunde.

Planșeul căminului trebuie să reziste la sarcina geostatică a pământului de acoperire și la greutatea celor care trec voit sau accidental peste planșeu (conform normativelor în construcții)

În cazul în care se prevede acoperirea căminului cu un planșeu de beton armat, trebuie respectate următoarele :

-planșeul de beton se va sprijini pe terenul bine compactat adiacent căminului, fără să existe posibilitatea ca ulterior să se sprijine pe acoperișul căminului

-în vederea minimizării unei astfel de posibilități, între spațiul dintre planșeul căminului și planșeul de beton ce se va realiza, să fie intercalat un strat de polistiren cu grosimea de 100mm.

-dacă acest planșeu de beton va fi supus și traficului, se recomandă ca acesta să fie sprijinit și pe patru stâlpi de beton armat de minim  $D = 300\text{mm}$ , dispuși simetric în jurul căminului, sprijiniți la rândul lor pe betonul turnat lângă radier, în vederea lestării.

Având în vedere că greutatea unei stații de pompare, gata echipată poate să ajungă la cca. 7 tone, manipularea căminului trebuie realizată cu cel puțin patru urechi de ridicare dimensionate și certificate de producător, pentru fiecare tipodimensiune în parte.

Trebuie prevăzută, încă din faza realizării studiilor geo, modalitatea de lestare suplimentară a acestor cămine (dacă apa freatică este prezentă în zona pozării, a cărei forță de ridicare ce acționează asupra unui cămin de gabarit mare, în cazul cel mai defavorabil poate să ajungă chiar și la 900 kN).

## **B.5.Sisteme de infiltrare a apelor pluviale în sol**

Eficiența unui astfel de sistem depinde în primul rând de caracteristicile solului din zona de amplasare, determinat cu ocazia studiilor geo preliminare. Amplasarea unui astfel de sistem, într-un teren argilos pe toată înălțimea boxurilor de infiltrare, nu este recomandat.

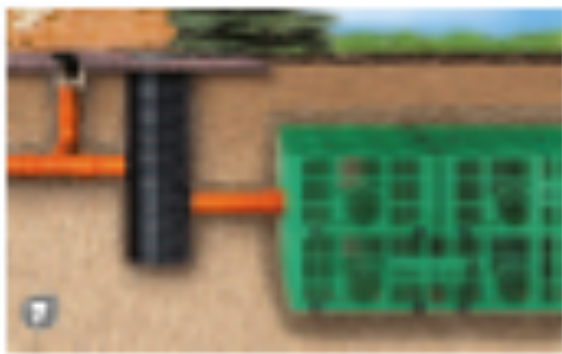
Deasemenea în vederea obținerii unei eficiențe maxime, cu costuri minime de realizare, trebuie predimensionat sistemul în faza de proiectare, ținând cont de următoarele aspecte :

-suprafețele de pe care se vor colecta apele pluviale și natura acestora (zone verzi, acoperișuri, zone pavate, betonate, etc)

-cantitățile medii de precipitații din zona amplasării, conform statisticilor INMH

-studii geo a terenului unde vine amplasat sistemul, pentru stabilirea indicilor de absorbție/infiltrare a solului

-zona de amplasare va fi zona verde sau va fi supus și la sarcini dinamice (trafic)



O eficiență maximă de înfiltrare și de siguranță la trafic, se va obține, dacă: Suprafețele laterale de înfiltrare vor fi cât mai mari cu putință, fiindcă practica demonstrează că fundul sistemului se colmatează repede nemaiîndeplinind rolul de înfiltrare cu eficiența proiectată.

Pe parcursul pozării sistemului se vor realiza umpluturi jur-împrejur, într-o grosime de cca.0,5m din pietriș cu conținut de nisip (compactat la 85 indice Proctor), fapt ce va îmbunătăți eficiența de înfiltrare.

Acoperirea sistemului (construcția de

cutii de înfiltrare, învelite în geotextil) trebuie realizat deasemenea cu pietriș cu conținut de nisip compactat, a cărui grosime va trebui să fie de cel puțin 800mm, în cazul în care există și un trafic ușor în zonă (parcări)

### **C.Rețelele de canalizare a levigatului**

Cerințe constructive pentru sisteme de levigat, conform Ordin 757/2004, apărut în Monitorul Oficial nr.86 bis/2005 :

Construcția unui sistem etanș de colectare a levigatului, presupune :

- stratul de drenaj pentru levigat, realizat dintr-un strat de pietriș cu diametrul granulelor între 16-32mm, de o grosime  $\geq 500$ mm
- conducte de drenaj cu fante, din PEID
- conducte de colectare și de eliminare a levigatului, din PEID cu DN  $\geq 200$ mm, cu pereți dublii pentru monitorizarea scurgerilor de levigat
- cămine pentru levigat din PEID ,etc

### **C.6.Conducte de drenaj și de canalizare**

Rețeaua de conducte de drenaj se construiește deasupra sistemului de etanșare a bazei depozitului. Diametrul nominal al conductelor de drenaj (DN) nu trebuie să fie mai mic de 250 mm, materialul pentru fabricarea acestora fiind polietilena de înaltă densitate (PEID). Dimensiunile fantelor conductelor de drenaj se proiectează în funcție de diametrul particulelor materialului de filtru în care acestea sunt înglobate. Conductele trebuie să aibă perforații numai pe 2/3 din secțiunea transversală, rămânând la partea inferioară 1/3 din secțiunea transversală neperforată, pentru a fi asigurată astfel și funcția de transport a levigatului . Lungimea maximă a unei conducte ce constituie o ramură a rețelei de drenaj este de 200 m.

Pantele finale, ținând cont de greutatea corpului depozitului și de tasarea subsolului, trebuie să fie de minimum 1% de-a lungul conductelor de drenaj și de minimum 3 % în secțiune transversală, de-o parte și de alta a conductelor.

Conductele de drenaj și de canalizare din PEID, având în vedere solicitările la care sunt supuse pe parcursul exploatării (compactare cu utilaje grele, temperaturi mari de fermentație care pot ajunge chiar și la 70 de grade C) trebuie realizate cel puțin cu grosimi ale peretelui corespunzător SDR 11.

### **C.7.Cămine pentru levigat**

Se amplasează în afara suprafeței impermeabilizate de depozitare și se construiesc de regula din PEID rezistent la acțiunea corozivă a levigatului. Diametrul interior al căminelor pentru levigat trebuie să fie de minimum 1 m, iar instalațiile se amplasează astfel încât să permită controlarea și curățarea conductelor de colectare și a celor de eliminare.

Stațiile de pompare pentru levigat trebuie să îndeplinească aceleași cerințe ca și căminele pentru levigat.

Căminele fabricate conform A.4., ca și construcție, corespund și pentru stații de pompare levigat, dacă se ține cont și de următoarele două aspecte :

-Căminele pentru stațiile de pompare levigat să fie realizate din fabricație cu căptușeală internă din polietilenă conductivă, pentru a elimina pericolul de explozie pe parcursul exploatării, fiind știut că în cămine poate să apară gazul metan care din cauza încărcării statice uzuale a peretilor din PEID, poate să producă explozie.

-In vederea monitorizării scurgerilor, căminele structurate (cu pereți dublii tip fagure) pot fi echipate cu sonde de monitorizare, amplasate în mediu gazos.