

WARUNKI BUDOWY SIECI ZEWNĘTRZNYCH Z TWORZYW SZTUCZNYCH (PN-ENV 1046)

Omówienie normy PN-ENV 1046, dotyczącej instalowania rur z tworzyw sztucznych poza konstrukcjami budynków, pod ziemią i nad ziemią. Szczególną uwagę poświęcono procedurom instalacji rur w wykopach otwartych, a zwłaszcza: klasyfikacji gruntu, klasom zagęszczenia, wykopom z zasypką dzieloną oraz doborowi sztywności obwodowej rur.

1. WPROWADZENIE

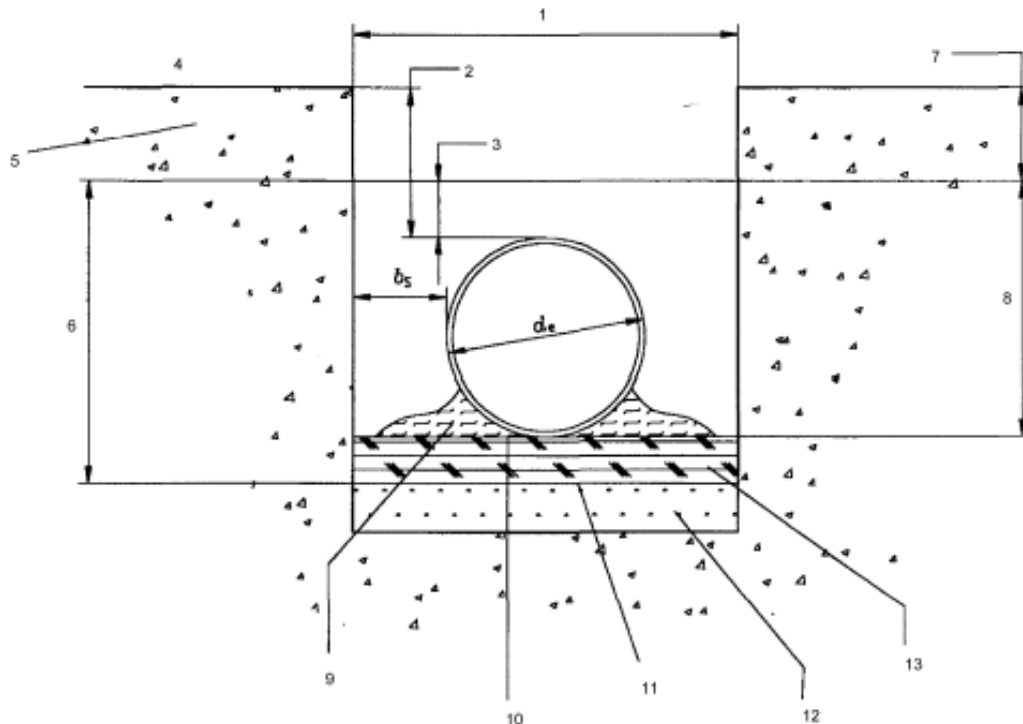
Polska Norma PN-ENV 1046 „Systemy przewodów z tworzyw sztucznych. Systemy poza konstrukcjami budynków do przesyłania wody lub ścieków. Praktyka instalowania pod ziemią i nad ziemią”, jest polską wersją Prenormy Europejskiej ENV 1046:2001. Prenorma Europejska została opracowana przez Komitet Techniczny CEN/TC 155 „Systemy przewodów rurowych i rur osłonowych z tworzyw sztucznych”. Opracowania dokonano na podstawie wyników prac, prowadzonych przez Komitet Techniczny ISO/TC 138 „Rury, kształtki z tworzyw sztucznych do przesyłania płynów” Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej (ISO), zmodyfikowanych w taki sposób, aby można je było zastosować w razie konieczności do systemów przewodów rurowych z wszelkich materiałów z tworzyw sztucznych i do wszelkich odnośnych zastosowań.

PN-ENV 1046 ma zastosowanie przy instalowaniu systemów przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do grawitacyjnego i ciśnieniowego przesyłania wody i ścieków nad ziemią i pod ziemią. Jest przeznaczona dla rur o nominalnym wymiarze do DN 3000 mm włącznie i ma charakter poradnika zawierającego wytyczne dotyczące poprawnych praktyk instalowania rurociągów.

2. ZAWARTOŚĆ NORMY

Norma omawia proces instalowania rur kompleksowo, począwszy od transportu na plac budowy a skończywszy na ich badaniu po zakończeniu układania. Niektóre z rozdziałów opracowano w formie szczegółowych poradników zawierających wszystkie przydatne parametry i wzory matematyczne, inne sygnalizują zaledwie pewien temat i odsyłają nas do odnośnych norm systemowych. Na szczególną uwagę zasługuje, przedstawiona w normie, metodyka prawidłowego instalowania rur z tworzyw sztucznych w wykopach otwartych. Zawiera ona kilka istotnych wytycznych, na które chcę zwrócić Państwa uwagę.

3. TERMINOLOGIA



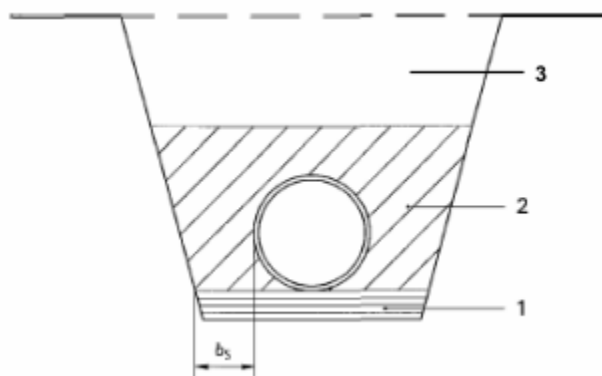
Opis

- 1 Szerokość wykopu, b
- 2 Głębokość przykrycia
- 3 Zасыпка wstępna od 100 mm do 300 mm
- 4 Powierzchnia terenu
- 5 Grunt rodzimy
- 6 Strefa ułożenia przewodu
- 7 Zасыпка główna
- 8 Strefa rury
- 9 Strefa pachwiny rury
- 10 Wyrównanie wykopu
- 11 Dno wykopu
- 12 Podłoże, jeśli jest wymagane
- 13 Podosypka, jeśli jest wymagana

Rysunek 1. Terminologia przyjęta w normie

Rysunek 1 pochodzi z normy i przedstawia znaczenie i zakres stosowanych w normie terminów, dotyczących układania rur w wykopach otwartych. Jednakże analizując treść normy, zauważymy pewną niejednoznaczność pomiędzy stosowanymi terminami a rysunkiem. Dotyczy to głównie terminu „zасыпка”. Należy zauważyć, że w normie nie pojawia się termin „obsypka”, który był używany do tej pory w instrukcjach producentów rur. Materiał gruntowy w wykopie powyżej podсыпки nazywany jest w normie zасыпka. Z treści normy wynika, że zасыпка składa się z dwóch części: „zасыпки w strefie rury” (odpowiada to tradycyjnie używanemu terminowi „obsypka”), oraz „zасыпки uzupełniającej” – materiał gruntowy powyżej „zасыпки w strefie rury”, do poziomu terenu.

Obrazuje to rysunek 2



Opis

- 1 Podsyпка
- 2 Zasyпка w strefie rury
- 3 Zasyпка uzupełniająca

Rysunek 2. Podział zasyпки

4. ZASYPKA

Najważniejszą nowością, którą wprowadza norma, jest możliwość użycia gruntu rodzimego do wykonania zasyпки rur. W stosunku do dotychczasowych wytycznych, podawanych w instrukcjach producentów rur, jest to znaczące złagodzenie warunków wykonawstwa, co przekłada się na daleko idące obniżenie kosztów inwestycji.

Norma wprowadza klasyfikację gruntu, pod kątem jego przydatności do zastosowania, jako materiału zasyпки.

4.1. Klasyfikacja gruntu

Grunty sklasyfikowano w sześciu głównych grupach - patrz Tablica 1. Tablica obejmuje trzy typy gruntu: ziarnisty, spoisty i organiczny. Każdy z nich ma podgrupy, które dla materiałów ziarnistych oparto na wielkości cząstek i granulacji, a dla materiałów spoistych na poziomach plastyczności.

Tablica 1. Grupy gruntu

| Typ gruntu | Grupy gruntu | | | | | Stosowane jako zasyпка |
|--------------------|--------------|---|------------------------------|---|---|------------------------|
| | Lp. | Typowa nazwa | Symbol* | Cecha wyróżniająca | Przykład(y) | |
| Ziarnisty | 1 | Żwir o jednorodnym uziarnieniu | (GE) [GU] | Stroma krzywa uziarnienia, przewaga strefy o jednej wielkości ziarna | Tłuczeń, żwir rzeczny i kopalny, żwir morenowy, żużel, popiół wulkaniczny | TAK |
| | | Żwiry o dobrej granulacji, mieszaniny żwir-piasek | [GW] | Ciągła krzywa uziarnienia, strefy o kilku wielkościach ziaren | | |
| | | Mieszanki piasek- żwir o złej granulacji | (GI) [GP] | Stopniowa krzywa uziarnienia, brak co najmniej jednej strefy uziarnienia | | |
| | 2 | Piaski o jednorodnym uziarnieniu | (SE) [SU] | Stroma krzywa uziarnienia, przewaga strefy o jednej wielkości ziarna | Piasek wydmy i naniesiony, piasek rzeczny, piasek nieckowy | TAK |
| | | Piaski o dobrej granulacji, mieszaniny piasek-żwir | [SW] | Ciągła krzywa uziarnienia, strefy o kilku wielkościach ziaren | Piasek morenowy, piasek tarasowy, piasek kopalny | |
| | | Mieszanki strefowe piasek-żwir o złej granulacji | (SI) [SP] | Stopniowa krzywa uziarnienia, brak co najmniej jednej strefy uziarnienia | | |
| Sypki (niespoisty) | 3 | Ilaste żwiry, mieszaniny żwir - piasek - ił o złej granulacji | [GM] (GU) | Szeroki/nierównomierny rozkład uziarnienia z drobnoziarnistym iłem | Zwierzęcy żwir, gruz skalny osuwiska, gliniasty żwir | TAK |
| | | Gliniaste żwiry, mieszaniny żwir – piasek - glina o złej granulacji | [GC] (GT) | Szeroki/nierównomierny rozkład uziarnienia z drobnoziarnistą gliną | | |
| | | Ilaste piaski, mieszaniny piasek-ił o złej granulacji | [SM] (SU) | Szeroki/nierównomierny rozkład uziarnienia z drobnoziarnistym iłem | Kurzawka, grunt gliniasty, piaski lessowe | |
| | | Gliniaste piaski, mieszaniny piasek- glina o złej granulacji | [SC] (ST) | Szeroki/nierównomierny rozkład uziarnienia z drobnoziarnistą gliną | Gliniasty piasek, naniesiona glina, naniesiony margiel | |
| Spoisty | 4 | Nieorganiczne iły, bardzo drobne piaski, mączka kamienna, iły lub gliniaste drobne piaski | [ML] (UL) | Niska stabilność, podatność na gwałtowne zmiany stanu | Less, grunt gliniasty | TAK |
| | | Nieorganiczne gliny, gliny wyraźnie plastyczne | [CL] (TA) (TL) (TM) | Stabilność średnia do bardzo wysokiej, brak niepodatności na niezbyt wolne zmiany stanu, plastyczność niska do średnich | Naniesiony margiel, glina | |

| Typ gruntu | Grupy gruntu | | | | | Stosowany jako zasyпка |
|------------|--------------|--|----------------------|--|--|------------------------|
| | Lp. | Typowa nazwa | Symbol* | Cecha wyróżniająca | Przykład(y) | |
| Organiczny | 5 | Mieszane grunty ziarniste z domieszką humusu lub kredy | [OK] | Domieszki roślinne lub nie-roślinne, zapach próchnicy, lekki ciężar, duża porowatość | Grunty wierzchnie, piasek kredowy, piasek tufowy (wulkaniczny) | NIE |
| | | Organiczny il i organiczna ilasta glina | [OL] (OU) | Średnia stabilność, podatność na wolne lub bardzo szybkie zmiany stanu, plastyczność niska do wysokiej | Kreda morska, grunt wierzchni | |
| | | Organiczna glina, glina z organicznymi domieszkami | [OH] (OT) | Wysoka stabilność, brak podatności na zmiany, plastyczność średnia do wysokiej | Szlam, grunt ilasty | |
| | 6 | Torf, inne wysoko organiczne grunty | [Pt] (HN) (HZ) | Rozkładający się torf, włókna, barwa brązowa do czarnej | Torf | NIE |
| | | Szlamy | [F] | Muły zalegające pod wodą, urozmaicone, zawierające piasek/glinę/kredę, bardzo miękkie | Szlamy | |

* Użyte symbole pochodzą z dwóch źródeł. Symbole w nawiasach kwadratowych [...] wzięto z Normy Brytyjskiej BS 5930. Symbole w nawiasach okrągłych (..) wzięto z Normy Niemieckiej DIN 18196.

W wypadku mieszaniny gruntów do klasyfikacji może być przyjęty grunt dominujący.

Jeżeli grunt należy do grup od 1 do 4 możemy wykorzystać go do wykonania zasyпки. Uwarunkowane jest to dodatkowo następującymi kryteriami gruntu:

- nie zawiera cząstek większych niż odpowiednia wartość graniczna podana w Tabelicy 2;
- nie zawiera brył gruntu dwukrotnie większych od odpowiedniej maksymalnej wielkości cząstki podanej w Tabelicy 2;
- nie zawiera materiału zamarzniętego;
- nie zawiera odpadów (np. asfaltu, butelek, puszek, drewna);
- tam gdzie wymagane jest zagęszczenie, materiał powinien być podatny na zagęszczanie.

Tablica 2. Maksymalna wielkość cząstek

| Średnica nominalna DN | Maksymalna wielkość mm |
|--------------------------|---------------------------|
| DN < 100 | 15 |
| 100 ≤ DN < 300 | 20 |
| 300 ≤ DN < 600 | 30 |
| 600 ≤ DN | 40 |

Jeżeli grunt rodzimy należy do grupy 5 lub 6, zasyпку należy wykonać z gruntu obcego, dowieszonego na plac budowy – sugeruje się zastosowanie gruntu z grupy 1 lub 2.

4.2. Klasy zagęszczenia

Na potrzeby normy przyjęto trzy klasy zagęszczenia: „W” – dobre, „M” – umiarkowane, „N” – bez zagęszczenia. Uzyskanie danej klasy zagęszczenia przez wykonawcę jest uzależnione od zastosowanego sprzętu, grubości zagęszczanych warstw, ilości wykonanych przejść sprzętu i jakości przeprowadzanych prac. Orientacyjne wielkości poszczególnych parametrów procesu zagęszczania podaje Tablica 3.

Tablica 3. Zalecane grubości warstw i liczba wykonanych przejść

| Sprzęt | Liczba przejść dla klasy zagęszczenia | | Maksymalna grubość warstwy, w metrach, po zagęszczeniu dla grupy gruntu (patrz Tablica 1) | | | | Minimalna grubość powyżej - wierzchołka rury przed zagęszczeniem |
|---|---------------------------------------|-------------|--|------|------|------|--|
| | Dobre | Umiarkowane | 1 | 2 | 3 | 4 | m |
| Ubijak nożny lub ręczny min. 15 kg | 3 | 1 | 0,15 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,20 |
| Ubijak wibracyjny min. 70 kg | 3 | 1 | 0,30 | 0,25 | 0,20 | 0,15 | 0,30 |
| Wibrator płytowy min. 50 kg | 4 | 1 | 0,10 | — | — | — | 0,15 |
| min. 100 kg | 4 | 1 | 0,15 | 0,10 | — | — | 0,15 |
| min. 200 kg | 4 | 1 | 0,20 | 0,15 | 0,10 | — | 0,20 |
| min. 400 kg | 4 | 1 | 0,30 | 0,25 | 0,15 | 0,10 | 0,30 |
| min. 600 kg | 4 | 1 | 0,40 | 0,30 | 0,20 | 0,15 | 0,50 |
| Walec wibracyjny min. 15 kN/m | 6 | 2 | 0,35 | 0,25 | 0,20 | — | 0,60 |
| min. 30 kN/m | 6 | 2 | 0,60 | 0,50 | 0,30 | — | 1,20 |
| min. 45 kN/m | 6 | 2 | 1,00 | 0,75 | 0,40 | — | 1,80 |
| min. 65 kN/m | 6 | 2 | 1,50 | 1,10 | 0,60 | — | 2,40 |
| Podwójny walec wibracyjny min. 5 kN/m | 6 | 2 | 0,15 | 0,10 | — | — | 0,20 |
| min. 10 kN/m | 6 | 2 | 0,25 | 0,20 | 0,15 | — | 0,45 |
| min. 20 kN/m | 6 | 2 | 0,35 | 0,30 | 0,20 | — | 0,60 |
| min. 30 kN/m | 6 | 2 | 0,50 | 0,40 | 0,30 | — | 0,85 |
| Ciężki walec trójwalcowy (bez wibracji) min. 50 kN/m | 6 | 2 | 0,25 | 0,20 | 0,20 | — | 1,00 |

Należy zwrócić uwagę, że w doborze materiału zasyпки powinniśmy się również kierować wymaganym, docelowym stopniem jej zagęszczenia. Stopień zagęszczenia gruntu mierzony według standardowej skali Proctora (SPD), zależy od zastosowanej grupy materiału zasyпки oraz klasy zagęszczenia. Stosując tą samą klasę zagęszczenia, otrzymamy różne stopnie zagęszczenia gruntu dla różnych grup materiału zasyпки – patrz Tablica 4. Dlatego, na przykład, przy wymaganym stopniu zagęszczenia 97÷100% SPD, jako zasyпки nie możemy użyć materiału z grupy 3 i 4. Powinien to być grunt z grupy 2 lub 1 dobrze zagęszczonej (klasa zagęszczenia W).

Tablica 4. Standardowe wskaźniki gęstości Proctora dla klas zagęszczenia

| Klasa zagęszczenia | Opis *) | | | | Grupa materiału zasyпки (patrz Tablica 1) | | | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|--|---------------|---------------|---------------|
| | angielski | francuski | niemiecki | polski | 4 SPD % | 3 SPD % | 2 SPD % | 1 SPD % |
| N | Not | Non | Nicht | Nie | 75 do 80 | 79 do 85 | 84 do 89 | 90 do 94 |
| M | Moderate | Modéré | Mäßig | Umiarkowane | 81 do 89 | 86 do 92 | 90 do 95 | 95 do 97 |
| W | Well | Soigné | Gut | Dobre | 90 do 95 | 93 do 96 | 96 do 100 | 98 do 100 |

*) Dla informacji.

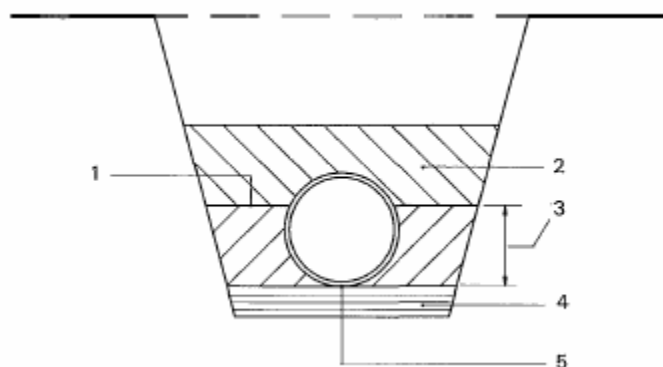
4.3. Zasyпка uzupełniająca

Zasyпка powyżej strefy rury (zasyпка uzupełniająca), może być wykonana z rodzimego materiału o maksymalnej wielkości cząstek aż do 300 mm, pod warunkiem, że przykrycie rury ma przynajmniej 300 mm wysokości. Jeżeli zagęszczanie jest wymagane, materiał powinien być odpowiedni do zagęszczania i mieć cząstki o maksymalnej wielkości nie większej niż 2/3 grubości warstwy zagęszczanej.

W obszarach nieobciążonych ruchem kołowym, zagęszczenie klasy „N”, dla zasyпки uzupełniającej, uważa się za odpowiednie. W obszarach obciążonych ruchem kołowym należy zastosować zagęszczenie klasy „W”.

5. METODY UKŁADANIA RUR

Norma zaleca dwie metody układania rur z tworzyw sztucznych: zasypanie rury tym samym materiałem gruntowym lub podział zasypania na dwa różne stopnie zagęszczenia (patrz Rysunek 3). Zastosowanie takiego podziału, stosuje się głównie w przypadku rur o średnicach nominalnych większych niż DN 600.



Opis

- 1 Poziomy podział
- 2 Strefa wtórnej zasyпки rury
- 3 Strefa pierwszej zasyпки rury: $0,5d_e \leq \text{wysokość} \leq 0,7d_e$
- 4 Podsypka
- 5 Spód rury

Rysunek 3. Wykop z podziałem zasypania w strefie rury

Jeżeli stosowany jest podział zasypki rury, podział pomiędzy dolnym i górnym materiałem gruntowym powinien wystąpić na wysokości od 50% do 70% średnicy rury, powyżej podsypki (patrz: rysunek 3). Zapobiega to możliwości powstawania dużych naprężeń/odkształceń na linii podziału w trakcie odkształcenia rury.

Aby, przy stosowaniu dzielonej zasypki, zapewnić ten sam stopień podparcia rury jak w przypadku jednorodnego zasypania, należy kierować się następującymi zasadami:

- zaleca się, aby materiał gruntowy w strefie pierwszej zasypki rury był przynajmniej o jeden stopień bardziej zagęszczony niż wymagany w przypadku jednorodnego zasypania;
- materiał gruntowy w strefie wtórnej zasypki rury, może być do dwóch stopni mniej zagęszczony niż wymagany w przypadku jednorodnego zasypania;
- różnica pomiędzy strefą pierwszą i wtórną zasypki rury nie może być większa niż dwa stopnie.

Uwaga! Stopień zagęszczenia jest funkcją grupy materiału i klasy zagęszczenia. Jeżeli zastosujemy klasę zagęszczenia „M” i materiał gruntowy z grupy 1, to uzyskamy ten sam stopień zagęszczenia, co stosując klasę zagęszczenia „W” i materiał gruntowy z grupy 2. Stopień niższe zagęszczenie uzyskamy stosując klasę zagęszczenia „M” i materiał gruntowy z grupy 2.

Z podanych wytycznych wynika, że np. stosując tą samą klasę zagęszczenia dla pierwszej i wtórnej zasypki, wtórną zasypkę można wykonać z gruntu nawet o dwie grupy gorszego. Niejednokrotnie, więc będziemy mogli w istotny sposób zmniejszyć ilość importowanego gruntu, stosując w strefie wtórnej zasypki, grunt rodzimy.

6. DOBÓR SZTYWNOŚCI OBWODOWEJ RUR

6.1. Dobór według normy PN-ENV 1046

Norma podaje trzy sposoby doboru sztywności obwodowej rur: z wykorzystaniem tablic zamieszczonych w normie, na podstawie obliczeń zgodnie z EN 1295-1:1997, lub w oparciu o wcześniejsze doświadczenia. Zaleca się następujący tok postępowania:

- gdy rury są przeznaczone do zastosowania w warunkach, gdzie na podstawie wcześniejszych doświadczeń dowiedziono ich zadowalającej przydatności, nie jest konieczne weryfikowanie tego metodą szczegółowych obliczeń lub doбором z tablic;
- jeżeli nie są dostępne doświadczenia tego typu, wówczas minimalne wymagane sztywności obwodowe powinny być dobrane z tablic;
- jeżeli rury są układane w warunkach wykraczających poza zakres tablic, lub w razie wątpliwości, należy wykonać obliczenia.

Jeżeli obliczenia wykażą, że odpowiedniejsza jest niższa sztywność obwodowa rur niż podana w tablicach, wówczas można zastosować rury o niższej sztywności obwodowej.

Norma zawiera dwie tablice doboru sztywności obwodowej rur:

- dla obszarów nieobciążonych ruchem kołowym z głębokością przykrycia od 1 m do 3 m i od 3 m do 6 m;
- dla obszarów obciążonych ruchem kołowym z głębokością przykrycia od 1 m do 3 m i od 3 m do 6 m.

Według tablic, parametrami warunkującymi sztywność obwodową rur są:

- grupa gruntu rodzimego;
- grupa materiału zasypki;
- klasa zagęszczenia zasypki;
- głębokość przykrycia;
- występowanie obciążeń od ruchu kołowego.

Tabele dotyczą rur beciśnieniowych i ciśnieniowych do średnicy DN 3000 mm włącznie. Wynikowe, minimalne sztywności obwodowe rur zawierają się w zakresie od 1,25 do 10,00 kN/m².

Stosowanie sztywności obwodowych wynikających z tabel, gwarantuje według autorów normy, ugięcia rur poniżej wartości dopuszczalnych.

6.2. Stanowisko Stowarzyszenia

Polskie Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek z Tworzyw Sztucznych, do budowy zewnętrznych sieci kanalizacyjnych, zaleca stosowanie rur z tworzyw sztucznych o sztywności obwodowej 4 kN/m² (SN4) lub 8 kN/m² (SN8). Stosowanie rur o sztywności obwodowej poniżej 4 kN/m² (SN4), w przypadku ich niskiej jakości oraz błędów wykonawczych, obarczone jest dużym ryzykiem znacznego skrócenia żywotności kanału. Natomiast, różnice w ugięciach rur o sztywności obwodowej 8 kN/m² (SN8) i większej, niezależnie od stopnia zagęszczenia gruntu, są niewielkie i bez praktycznego znaczenia dla długotrwałej i bezproblemowej eksploatacji kanałów.

Do doboru sztywności obwodowych rur, Stowarzyszenie zaleca uproszczoną procedurę, mającą zastosowanie dla rur o średnicach do DN 1100 mm, układanych z przykryciem H od 0,8 m do 6,0 m, kiedy iloraz H/DN jest nie mniejszy niż 2,0. Procedura oparta jest na wynikach europejskiego projektu badawczego „Projektowanie podziemnych rurociągów z tworzyw termoplastycznych” zrealizowanego przez TEPPFA (Europejskie Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek z Tworzyw Sztucznych) i APME (Europejskie Stowarzyszenie Producentów Tworzyw Sztucznych). Jeżeli konieczne jest wykonanie obliczeń wytrzymałościowych, to Stowarzyszenie zaleca metodę skandynawską, zwaną też metodą Molina-Jansona. Więcej szczegółów w tej sprawie znajdziecie Państwo w „Stanowisku Polskiego Stowarzyszenia Producentów Rur i Kształtek z Tworzyw Sztucznych w sprawie sztywności obwodowej rur kanalizacyjnych z tworzyw termoplastycznych”.

BIBLIOGRAFIA:

1. Polska Norma PN-ENV 1046.
2. Stanowisko Polskiego Stowarzyszenia Producentów Rur i Kształtek z Tworzyw Sztucznych w sprawie sztywności obwodowej rur kanalizacyjnych z tworzyw termoplastycznych.