

Michał Andrzejewski
GAMM - BUD

POMIARY SZCZELNOŚCI PRZEWODÓW KANALIZACYJNYCH Z TWORZYW SZTUCZNYCH

Temat pomiarów szczelności przewodów kanalizacyjnych z tworzyw sztucznych wobec ich coraz większej powszechności nabrał dużego znaczenia zarówno dla inwestorów, jak i wykonawców. Wielu posiadaczy, czy operatorów sieci kanalizacyjnych nurtują pytania: czy mając nieszczelną kanalizację, nieświadomie nie narażamy się na astronomicznie wysokie kary, odszkodowania lub wręcz utratę wolności? Ciekawe jest to, że w zasadzie w żadnych aktach prawnych takie zagrożenie nie jest sformułowane wprost. Ale jeśli spojrzymy na nieszczelną kanalizację jako na źródło zanieczyszczeń gleby i wód gruntowych oraz przyczynę zmian stosunków wodnych, to sprawa zaczyna wyglądać dużo gorzej.

Nie jestem prawnikiem, ale przestudiowanie kilku ustaw (łącznie z Kodeksem Karnym) wzbudza moją czujność i powoduje lekki niepokój. Akty prawne, które poruszają te tematy to między innymi:

Kodeks Karny

Prawo ochrony środowiska Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r.

Prawo wodne. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r.

Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. O zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków

Kodeks Cywilny Ustawa z dnia 23 kwietnia 1964 r.

Z punktu widzenia technicznego sprawa jest dość prosta, gdyż istnieje Polska Norma PN-EN 1610 (zastąpiła poprzednią normę PN-B-10735:1992), która bardzo dokładnie określa sposób przeprowadzenia próby. Badanie może być przeprowadzone z użyciem wody – „metoda W” lub powietrza – „metoda L”. Metoda L posiada jeszcze cztery warianty „LA”, „LB”, „LC”, „LD” w zależności od ciśnienia, przy jakim jest przeprowadzana. W przypadku niepowodzenia przy przeprowadzaniu próby powietrznej, należy przeprowadzić próbę wodną i jej wynik jest decydujący. Kwestia wyboru wariantu próby powietrznej powinna być określona poprzez szczegółowe wytyczne.

Schemat doboru próby szczelności oraz jej wykonania określa norma. Wielkość ciśnienia próby, czas przeprowadzenia próby oraz dopuszczalne wartości spadku ciśnienia dla różnych wariantów próby i średnic kanałów wylicza się ze wzoru podanego w normie, lub dobiera z przedstawionej w normie tabeli dla standardowych wymiarów rur. Oczywiście do przeprowadzenia badania szczelności wystarczą odpowiednie korki, sprężarka, manometr o zakresie do 500mbar oraz zegarek lub stoper. Ale przy takim „ręcznym” przeprowadzaniu próby nigdy nie mamy gwarancji i, że w trakcie pomiaru nie dopompowano powietrza.

Na rynku od wielu lat dostępne są kompletne systemy do pomiaru szczelności kanalizacji. Część firm oferuje własne oprogramowanie, a część korzysta z produktu WinCan PIT szwajcarskiej firmy CD Lab. W zasadzie wszystkie przyrządy i programy działają podobnie.

Najpierw należy przeprowadzić prace przygotowawcze, polegające na zamknięciu badanego odcinka korkami, napełnieniu go powietrzem i podłączeniu przyrządu pomiarowego.

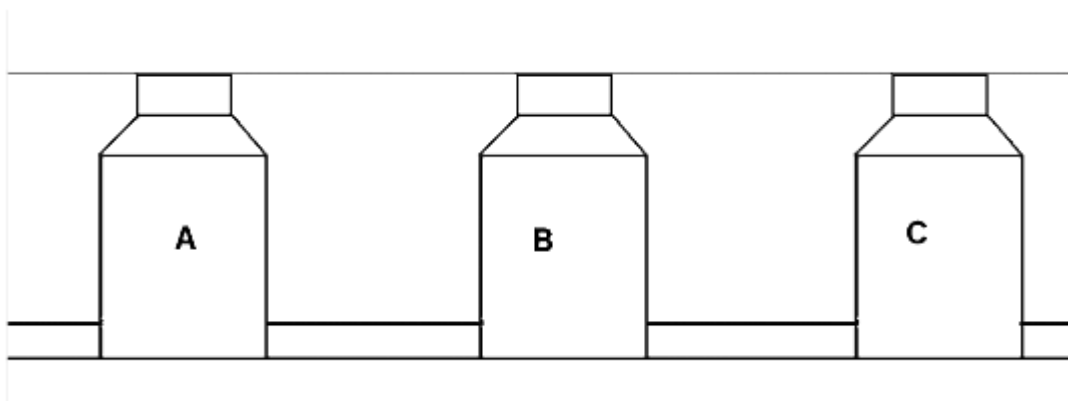
Następnie do komputera przyrządu (jeśli posiada wewnętrzny) lub komputera sterującego zewnętrznego należy wprowadzić dane. Tu oprogramowanie może już wykazywać znaczne różnice. Najprostsze pozwalają na wprowadzenie tylko podstawowych danych odcinka, takich, jak średnica, długość oraz materiał rury, a także lokalizacja miejsca przeprowadzenia próby. Najbardziej rozbudowane oferują możliwość tworzenia baz danych zlecających i wykonawców, zapamiętywanie i porównywanie wyników prób oraz miejsc ich wykonywania.

Programy wyliczają i podają objętość, a także powierzchnię badanych odcinków łącznie z przyłączami. Określają czas napełniania kanału powietrzem, czas stabilizacji ciśnienia i czas trwania próby zgodnie z wybraną normą. Na koniec podają wynik próby i sporządzają wykres. Najważniejsze, że wszystkie programy pozwalają na wydrukowanie protokołu potwierdzającego szczelność lub nieszczelność badanego odcinka rurociągu wraz z wykresem przedstawiającym przebieg spadku ciśnienia w czasie próby.

Większość programów pozwala na pracę z normami PN-EN 1610, ATV M-143, LfW 4.3-8 1999 lub przeprowadzenie próby według dowolnie określonych parametrów. Po wprowadzeniu średnicy i długości odcinka program wylicza objętość odcinka w litrach. Po wyborze normy i wariantu próby program podaje ciśnienie próby, czas trwania próby oraz czas stabilizacji ciśnienia. Po rozpoczęciu pomiaru program automatycznie nadzoruje proces, pokazując równocześnie na monitorze dane liczbowe oraz wykres wartości ciśnienia w funkcji czasu.

Większość wykonawców kanalizacji nie dysponując odpowiednim wyposażeniem zadowala się przeprowadzaniem prób wodnych. Podstawowym argumentem który przemawia przeciwko stosowaniu tej metody jest jej duża czasochłonność :

Porównajmy. Mamy przewód o średnicy DN 250mm ze studniami o średnicy 800mm, głębokość studni 4m.



Rys.1 Schemat odcinków przewodu ze studniami

Próbę powietrzną odcinków AB i BC przeprowadzamy kolejno . Zamykamy w studniach A i C kanał korkami zamykającymi i przez korek przelotowy w studni B napełniamy odcinek powietrzem. Przy średnicy DN 250 mm odcinek o długości 42,6 m ma objętość $V=2,091 \text{ m}^3$. Napełnianie tego odcinka do nadciśnienia $P = 200 \text{ mbar}$ (wariant próby LD) zajmuje ok 1 min. Czas uspokojenia ciśnienia ok 2 min. Czas pomiaru wg PN-EN 1610 – 1,5 min. Czas obniżenia ciśnienia 0,5 min. A więc wykonanie próby trwa około 5 min.

Czas potrzebny na założenie korków to około 10 min. W sumie mamy 15 min. Powtórzenie operacji dla dwóch odcinków, razem mamy 30 min.

A teraz przeprowadzamy próbę wodą. Zgodnie z treścią normy musimy wytworzyć ciśnienie, które „jest ciśnieniem uzyskanym z wypełnienia badanego odcinka przewodu wodą do poziomu terenu odpowiednio w dolnej lub górnej studzience”. Aby tego dokonać zamykamy przewody korkami w studniach A i C a przez studnię B wlewamy wodę.

Policzymy sobie objętość badanych rur oraz studni. Do wyliczenia spadku ciśnienia potrzebna nam będzie także powierzchnia wewnętrzna rur i studni, czyli powierzchnia zwilżona wodą. Aby nie komplikować obliczeń, przyjmujemy, że studnie są walcami.

Obliczenia objętości :

$$V_{AB} = \pi D^2 / 4 * L$$

Gdzie : V_{AB} – objętość odcinka ; D – średnica odcinka lub studni $\pi = 3,14$; L – długość odcinka lub głębokość studni

$$V_{AB} = 2.091 \text{ m}^3$$

$$V_{BC} = 2.091 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Studni}} = 2.001 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Całkowita}} = V_{AB} + V_{BC} + V_{\text{Studni}} = 6.183 \text{ m}^3$$

Obliczenia powierzchni zwilżonej :

$$S_{AB} = D * L$$

$$S_{\text{Dna}} = \pi D^2 / 4$$

Gdzie : S_{AB} – powierzchnia wewnętrzna odcinka lub części bocznej studni; D – średnica odcinka

lub studni $\pi = 3,14$; L – długość odcinka lub głębokość studni

$$S_{\text{Zwilżona}} = S_{AB} + S_{BC} + S_{\text{Studni}} + S_{\text{Dna}} = 77,43 \text{ m}^2$$

Wlanie do kanału ponad 6 ton wody (to jest 30 dwustulitrowych beczek) zajmie około 30min jeśli jest do dyspozycji wydajny hydrant. Czas uspokojenia (zależy od porowatości rur), zwykle dla wilgotnego betonu lub materiałów nieporowatych norma zaleca 1 godzinę. Czas przeprowadzenia próby to 30 min. Czas opróżnienia to około 10 min. (chyba, że w ryzykowny sposób gwałtownie usuniemy jeden z korków zamykających). Jakby nie liczyć, to czas operacji jest na poziomie 130 min. Ponad czterokrotnie dłużej niż powietrze. A proszę przeprowadzić sobie obliczenia dla dużo większych średnic rur, np 1000 mm.

Tam różnice będą jeszcze większe gdyż objętość badanej przestrzeni to $68,88 \text{ m}^3$ (prawie 70 ton wody) pojawi się także problem kosztu wody i to co często jest jeszcze ważniejsze, czyli jak tę wodę dostarczyć na przykład na budowę autostrady ?

Przy okazji omówię dokładniej sposób przeprowadzania próby wodnej. Ciśnienie próby wytwarzane przez słup wody musi zawierać się w przedziale 10-50 kPa. Dopuszczalny ubytek wody to $0,2 \text{ l/m}^2$ w czasie 30 min. Dla naszej przykładowej sytuacji to

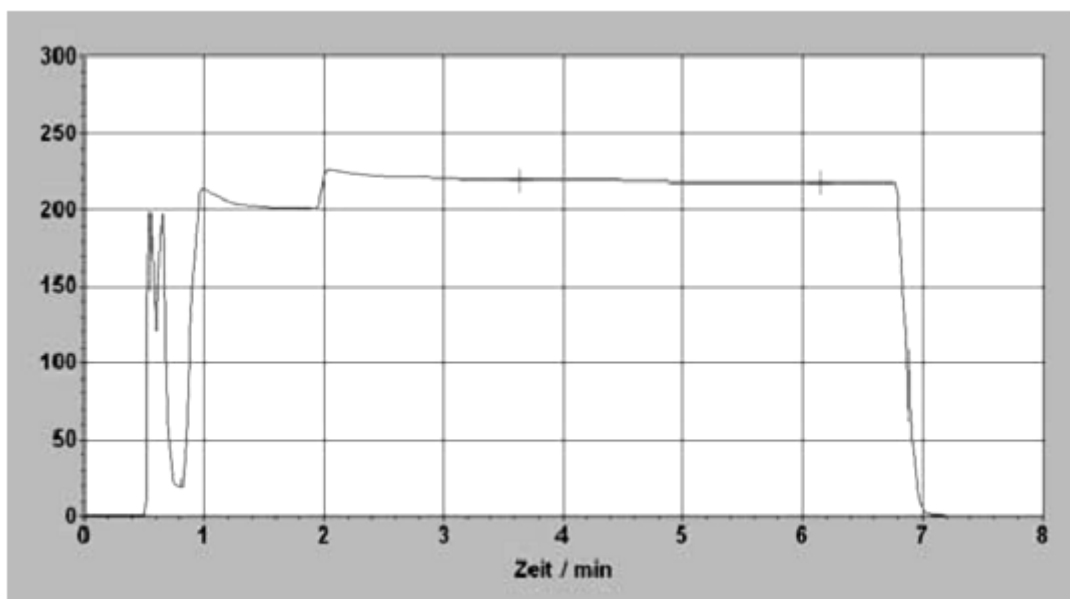
$$\Delta V = S_{\text{Zwilżona}} * 0,2 = 15,48 \text{ litra (dm}^3\text{)}.$$

W przeliczeniu na różnicę poziomu wody w studni daje to nam

$$\Delta h = \Delta V / S_{\text{Dna}} = 0,031 \text{ m}$$

Czyli, żeby to lepiej zobrazować 3,1cm. Ciśnienie musi być utrzymywane z dokładnością do 1 kPa (to znaczy do 10cm słupa wody). Czyli występujący w trakcie próby spadek poziomu wody nie wymaga jej uzupełniania. Teraz jest tylko pytanie jak mierzymy występujący spadek poziomu. 3,1 cm można zmierzyć „calówką” z dokładnością teoretyczną 0,5 mm. A co, jeśli spadek jest większy, ale po cichu ktoś doleje wody?

Pełen obiektywizm pomiaru zapewni tylko zautomatyzowany ciągły pomiar, pokazujący liczbowo oraz graficznie zmianę poziomu wody w funkcji czasu. Wartość zmian poziomu mierzona jest najczęściej laserem lub ultradźwiękami. Dokładność pomiaru 0,02 mm. Zaawansowane systemy pozwalają na przedstawienie na wykresie różnic ciśnienia , czy różnic poziomu wody zarówno w czasie pomiaru spadku tychże, jak i w trakcie napełniania oraz opróżniania układu .To gwarantuje, że każda próba uzupełnienia medium będzie zarejestrowana. Spotkaliśmy się już z zamawiającymi żądającymi takich rozszerzonych wykresów w celu zapewnienia całkowitej obiektywności badań.



Rys.2. Wykres przebiegu ciśnienia w trakcie całej próby szczelności

Ze względu na wzrost sił naporu medium działających na kanał lub studnię wraz ze wzrostem ich średnicy, zaleca się stosowanie tym mniejszych ciśnień próby, im większa jest średnica kanału. Należy pamiętać, iż ze względu na mniejsze wymiary cząsteczek gazów wchodzących w skład powietrza w porównaniu z wymiarami cząsteczek wody, próba powietrzna jest bardziej „bezwzględna” to znaczy, że wykrywa mniejsze nieszczelności niż próba wodna.

Dlatego też norma przewiduje, że w przypadku negatywnego wyniku próby powietrznej można przeprowadzić próbę wodną, i jeżeli jej wynik jest pozytywny, to badaną instalację uważamy za szczelną.

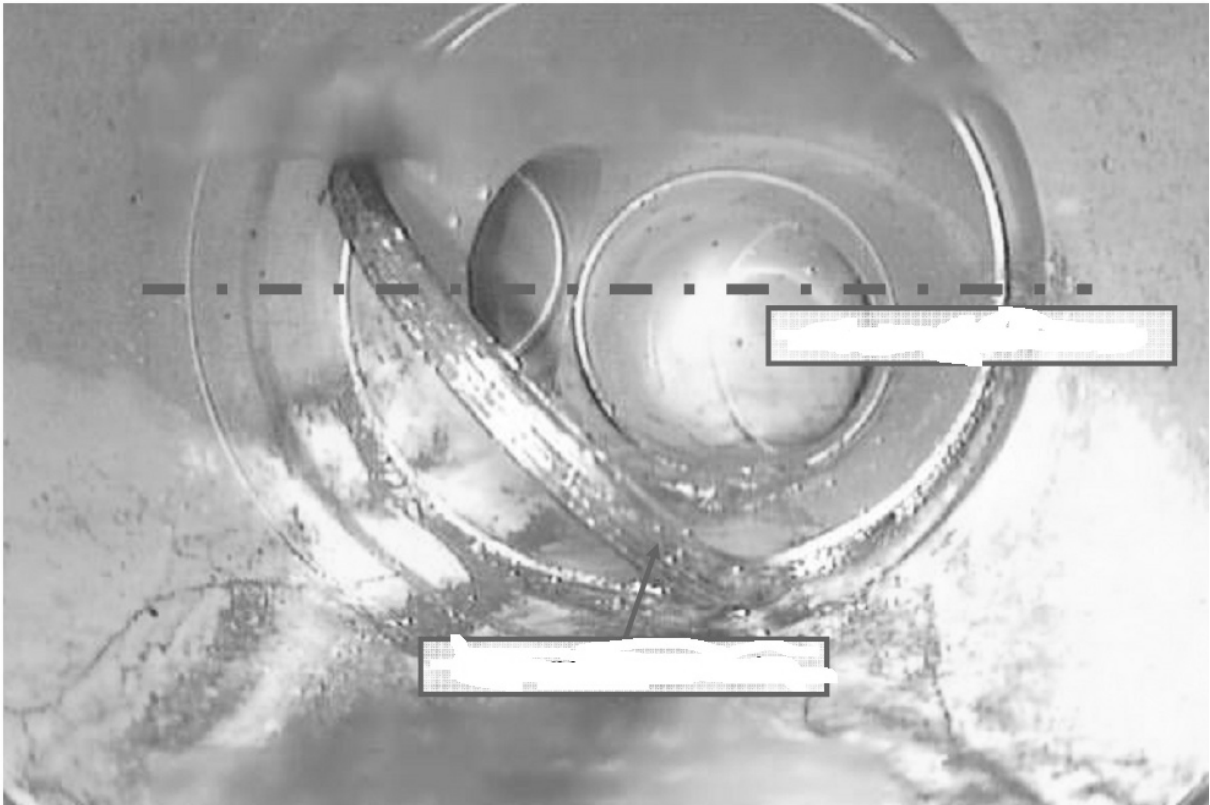
Na koniec jeszcze parę słów o problemach ze szczelnością kanalizacji charakterystycznych dla kanałów z tworzyw sztucznych.

Najczęstsza przyczyna nieszczelności, to nieprawidłowo założone uszczelki, które w trakcie montażu rur częścią obwodu wchodzą do środka lub na zewnątrz przewodu. Drugi problem, to nieszczelności na połączeniu rur ze studniami, szczególnie betonowymi. I tu problemem jest najczęściej nieprawidłowo założona uszczelka, choć zdarzają się jeszcze przypadki "uszczelniania" rury z tworzywa wchodzącej do studni zaprawą cementową lub nawet piankami montażowymi.

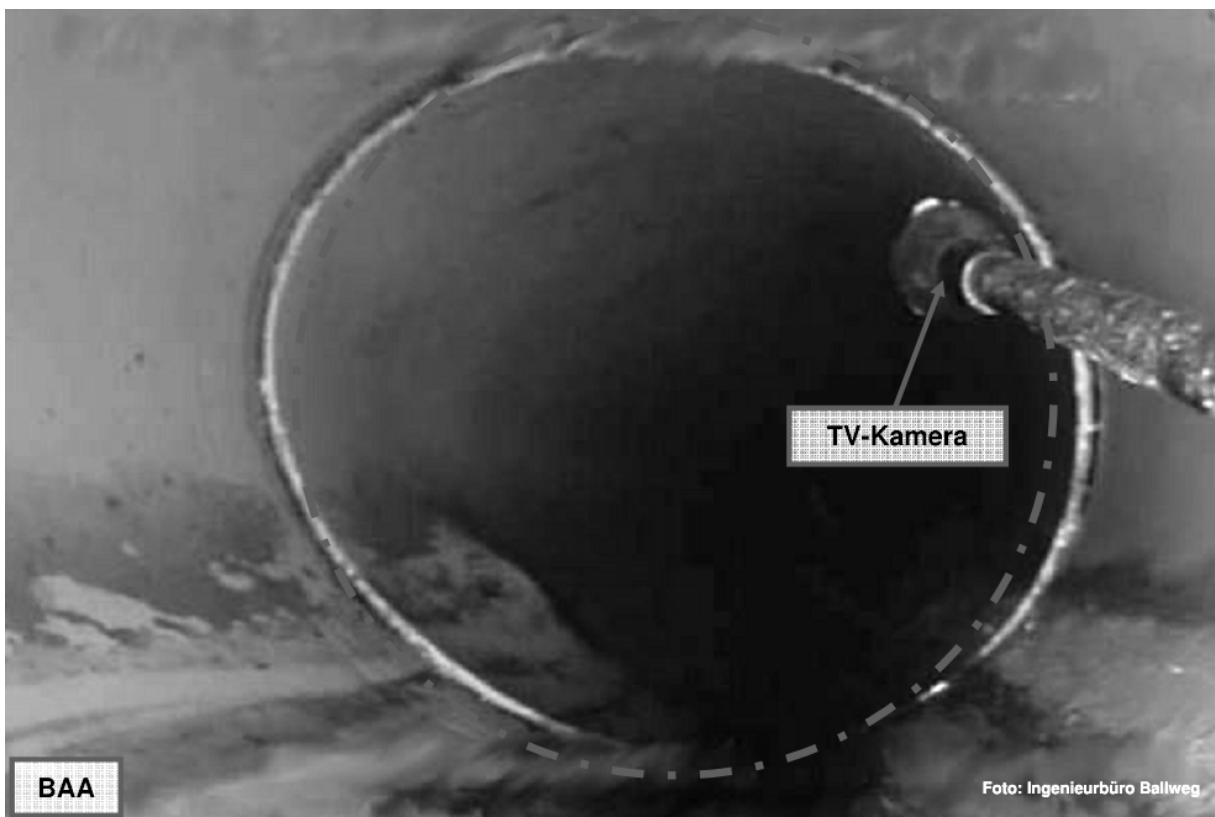
Problemy występują także często w przypadku rur cienkościennych, gdy wykonawca nie zadbał o prawidłowe przygotowanie wykopu. Pozostawione ostre kamienie lub gruz powodują przebicie ścianki przewodu i jego nieszczelność. Z kolei zbyt mocne zgęszczenie gruntu nad rurą powoduje deformację, której skutkiem będzie także brak szczelności.



Rys. 3 Zdjęcie wystającej uszczelki (Cons Control System)



Rys.4 Zdjęcie wystającej uszczelki (Bildreferenzkatalog Ministerium fuer Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur-und Verbraucherschutz des Landes Nordhein-Westfalen)



Rys.5 Zdjęcie zdeformowanej rury (Bildreferenzkatalog Ministerium fuer Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur-und Verbraucherschutz des Landes Nordhein-Westfalen)

Bibliografia :

- [1] Andrzejewski Michał „Co zrobić, aby było dobrze?” Inżynieria Bezwykopowa 3/2008
- [2] Andrzejewski Michał „Badanie szczelności rurociągów kanalizacyjnych” Inżynieria Bezwykopowa 4/2008
- [3] Andrzejewski Michał „Cierpienia starego wynalazcy” Inżynieria Bezwykopowa 2/2009
- [4] Cons Control System, Strona internetowa 2011 r.
- [5] Ministerium fuer Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur-und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen „Bildreferenzkatalog - Private Abwasserleitungen-“ 2011 r.