

# Tolerancje wymiarowe w bezwykopowej budowie przewodów kanalizacyjnych

Dimensional tolerances in trenchless construction of sewers

ANDRZEJ KULICZKOWSKI, EMILIA KULICZKOWSKA

DOI 10.36119/15.2021.11.5

Zamieszczono przykładowe zalecenia z dwu krajów dotyczące wymaganych tolerancji wymiarowych stosowanych w odbiorze przewodów kanalizacyjnych wykonanych przy zastosowaniu technik bezwykopowych. Poddano je ocenie. Następnie wskazano, czym należy się kierować ustalając zalecenia dotyczące odchyień pionowych w zakresie spadków podłużnych kanałów. Wskazano także jak ustalać dopuszczalne odchylenie poziome przewodów.  
*Słowa kluczowe: techniki bezwykopowe, budowa, odbiory robót, tolerancje wymiarowe*

There are examples of recommendations from two different countries regarding the required dimensional tolerances used in the acceptance of sewers made using trenchless techniques. They were assessed. Then, it was indicated what should be followed when making recommendations for vertical deviations in terms of longitudinal slopes of sewers. It was also indicated how to determine the permissible horizontal sewer deviation.

*Keywords: trenchless techniques, construction, commissioning, dimensional tolerances*

## Wstęp

Bezwykopowa budowa przewodów infrastruktury podziemnej może być realizowana przy zastosowaniu następujących technologii [6]:

- przecisk niesterowany poprzez zagęszczanie gruntu przebijakiem pneumatycznym tzw. kretem,
- przecisk sterowany poprzez zagęszczanie gruntu przebijakiem pneumatycznym tzw. kretem,
- przecisk realizowany poprzez zagęszczanie gruntu rurą z zakończeniem stożkowym,
- przecisk hydrauliczny wykonywany poprzez zagęszczanie gruntu,
- wiercenie kierunkowe (przewiert sterowany),
- pneumatyczne wbijanie rur stalowych,
- przecisk hydrauliczny niesterowany z transportem urobku przenośnikiem ślimakowym,
- przecisk hydrauliczny sterowany z transportem urobku przenośnikiem ślimakowym,
- przecisk hydrauliczny z wierceniem pilotowym oraz z transportem urobku przenośnikiem ślimakowym,
- przecisk hydrauliczny z wierceniem pilotowym i płuczkowym transportem urobku,

- mikrotunelowanie z transportem urobku przenośnikiem ślimakowym,
- mikrotunelowanie z płuczkowym transportem urobku,
- mikrotunelowanie z pneumatycznym transportem urobku.

Dobór optymalnej technologii uwarunkowany jest wieloma czynnikami, w tym m.in.:

- kategorię gruntu,
  - wielkością średnicy rurociągów,
  - długością „przeszkody” terenu,
  - możliwością budowy rurociągu w gruncie nawodnionym o ile taki występuje pod „przeszkodą” terenu,
  - rodzajem wbudowywanych rur,
  - dokładnością wbudowania rurociągu w stosunku do planu sytuacyjnego i profilu podłużnego,
  - wymogami dotyczącymi minimalnej wysokości przykrycia rurociągu gruntem nad wierzchołkiem kanału oraz średnicą wykonywanego otworu.
- Istotną rolę odgrywa w analizach trwałość stosowanych rur [3], a także wynik dokonanej analizy ryzyka [4] towarzyszącego wykonywanej inwestycji.
- W [6] zamieszczono metodę umożliwiającą dobór możliwej ze względów technicznych jednej, a w niektórych przypadkach kilku alternatywnych technologii

bezwykopowej budowy rurociągów. Przedmiotem analizy w tym artykule jest jeden z wyżej wymienionych czynników mających wpływ na dobór optymalnej bezwykopowej budowy przewodów infrastruktury podziemnej, a mianowicie dokładność wbudowywania przewodów w zakresie tolerancji wymiarowych dotyczących ich ułożenia w pionie i poziomie.

Problem ten jest szczególnie ważny na etapie odbioru bezwykopowo wybudowanych przewodów kanalizacyjnych.

## Przykładowe zalecenia w zakresie ustalania dopuszczalnego odchylenia pionowego przewodów kanalizacyjnych

Stosowane w Niemczech wytyczne [1] zalecają przyjmowanie następujących wartości tolerancji wymiarowych w zakresie odchylenia pionowego rur:

- 20 mm dla średnicy wewnętrznej rur  $d_w < 600$  mm,
- 25 mm dla średnicy wewnętrznej rur  $600 \text{ mm} \leq d_w < 1000$  mm,
- 30 mm dla średnicy wewnętrznej rur  $1000 \text{ mm} \leq d_w < 1400$  mm,
- 50 mm dla średnicy wewnętrznej rur  $d_w \geq 1400$  mm.

Powyższe wytyczne ukazały się w Niemczech w 2008 roku, ale wcześniej

zalecenia te były podawane także w polskich publikacjach. Do chwili obecnej niemieckie wytyczne nie uległy zmianie, mimo iż obecnie zaczęto przy zastosowaniu metod bezwykopowych budować przewody kanalizacyjne o średnicach znacznie większych od 1400 mm, nawet przekraczających 3000 mm. W wytycznych [1] oraz w podstawowym niemieckim podręczniku [8] dotyczącym tej problematyki brak jest informacji, czym kierowano się przyjmując te zalecenia. Natomiast w [8] słusznie stwierdzono, że tolerancja dotycząca odchylenia od założonego spadku podłużnego nie powinna powodować niespełnienia podstawowej funkcji kanału oraz nie powinna zagrażać innym obiektom, w tym innym sieciom. I to zalecenie, zdaniem autorów tej publikacji, powinno stanowić podstawę do indywidualnego ustalania dopuszczalnych odchyleń pionowych w kanałach, dla każdej inwestycji oddzielnie.

Z kolei wytyczne amerykańskie zalecają przyjmować kolejno wartości odchyleń przewodów kanalizacyjnych w pionie równe 30 mm [7] i 34 mm [9]. Nie uzależniają ich od średnicy budowanego przewodu kanalizacyjnego, jak to miało miejsce w wytycznych [1]. Podobnie jak w wytycznych niemieckich, w wytycznych amerykańskich brak jest uzasadnienia, czym kierowano się przyjmując te zalecenia. W [7] zamieszczono informację, że odchylenia pionowe równe 30 mm należy przyjmować, o ile nie ustalono inaczej w specyfikacji dotyczącej danego projektu. Informacja ta, podobnie jak w przypadku zaleceń podanych w [8], dopuszcza zatem możliwość indywidualnego ustalania odchyleń pionowych ułożenia rur w zależności od specyfiki inwestycji.

Jak widać na podanych przykładach zalecenia niemieckie i amerykańskie bardzo znacząco różnią się między sobą. Pełna ocena powyższych zaleceń nie jest możliwa w zakresie akceptowania odchyleń w budowywanych bezwykopowo rur z uwagi na brak informacji czym kierowano się ustalając je. Można się jedynie domyślać, że wytyczne niemieckie w większym stopniu brały pod uwagę możliwości realizacyjne wykonawcy, a amerykańskie wyłącznie w pełni poprawną eksploatację kanału po jego wybudowaniu. Zalecenia dotyczące odchyleń pionowych powinny też uwzględniać możliwości realizacyjne w ramach poszczególnych technik bezwykopowych, na co zwrócono uwagę w [8], a co nie znalazło odzwierciedlenia w żadnej z wyżej wymienionych wytycznych. Jednak zdaniem autorów tego artykułu niezwykle ważne jest, aby przede wszystkim

przy ustalaniu dopuszczalnych tolerancji wymiarowych uwzględniać czynniki wymienione w następnym punkcie tego artykułu.

### **Czym należy kierować się ustalając zalecenia dotyczące odchyleń pionowych spadku podłużnego przewodów kanalizacyjnych budowanych przy zastosowaniu technologii bezwykopowych?**

Ustalenie zakresu tolerancji akceptowanych przy zmianach spadku podłużnego przewodów kanalizacyjnych w stosunku do tych, jakie zostały ustalone w projekcie, jest zagadnieniem trudnym i ostatecznie brak jest [2] w tym temacie określonych zaleceń. Problematyka nieprawidłowych spadków podłużnych w zakresie małych średnicowych przewodów kanalizacyjnych wraz z trendami dotyczącymi akceptacji zakresu ich tolerancji, została zaprezentowana w [2]. Jednak w przypadku wielkowymiarowych kolektorów kanalizacyjnych budowanych z zastosowaniem technologii bezwykopowych, podane w [2] zalecenia nie są przydatne. W przypadku wielkowymiarowych kolektorów kanalizacyjnych ewentualne niecki spowodowane odchyleniami pionowymi kanału są znacznie bardziej łagodne niż w przypadku kanałów małych średnicowych i występują na dłuższych odcinkach, co jest bardziej korzystne biorąc w analizie pod uwagę aspekt hydrauliczno-eksploatacyjny tych kanałów.

Ustalając zalecenia dotyczące dopuszczalnych odchyleń pionowych kanałów realizowanych metodą bezwykopową należałoby głównie brać pod uwagę rodzaj transportowanych ścieków (deszczowe, ogólnospławne czy bytowo-gospodarcze) oraz wymóg zapewnienia wymaganej prędkości ich przepływu gwarantującej samooczyszczanie się kanałów. Należałoby zatem dążyć do:

- unikania lub minimalizowania zjawiska gromadzenia się osadów w miejscach lokalnych niecek (pogarszających parametry przepływu ścieków) uwarunkowanego wielkością spadku podłużnego kanału i prędkością przepływu ścieków, a także kształtem i długością niecki, będących z kolei w dużym stopniu funkcją średnicy kanału,
- unikania lub minimalizowania sytuacji stwarzających możliwość zagniwania ścieków (dotyczy to kanalizacji ogólnospławnej i sanitarnej), powodującego wydostawanie się na powierzchnię terenu odorów, które mogą powodować także korozję kanałów betono-

wych i żelbetowych oraz betonowych studzienek kanalizacyjnych nie posiadających wewnętrznych powłok ochronnych.

W przypadku budowy wielkowymiarowych kolektorów kanalizacyjnych, np. o średnicy 3000 mm, zalecane odchylenie pionowe 50 mm podane w wytycznych [1] dla przewodów kanalizacyjnych o średnicy  $d_w \geq 1400$  mm może ulec pewnemu zwiększeniu z uwagi na to, że np. osad zalegający w utworzonej niecce spowoduje konsekwencje w zakresie zmniejszenia przepustowości w kanale o tak dużej średnicy wewnętrznej znacznie mniejsze niż te, które wystąpiłyby w kanale np. o średnicy 1400 mm, dla którego to odchylenie jest zalecane.

W przypadku, gdy zostanie potwierdzona możliwość gromadzenia się w nieckach zagniwających osadów ściekowych istotne jest, czy wybudowany kanał będzie odporny na korozję ścian wewnętrznych, a także czy wewnętrzna powłoka studni kanalizacyjnych będzie odporna na korozję. Problem ten nie istnieje, gdy np. stosuje się rury kamionkowe czy PE-HD odporne na korozję lub np. rury żelbetowe, ale z wewnętrzną powłoką dobraną dla środowiska XA3, XD2. Inaczej sytuacja wygląda w przypadku np. rur żelbetowych bez takiej wewnętrznej antykorozyjnej powłoki.

### **Ustalanie dopuszczalnego odchylenia poziomego przewodów kanalizacyjnych budowanych przy zastosowaniu technologii bezwykopowych**

W wytycznych niemieckich [1] zaleca się dla kanału o średnicy wewnętrznej  $d_w \geq 1400$  mm budowanego z zastosowaniem technologii bezwykopowej przyjmować dopuszczalne odchylenie w poziomie równe 20 cm, natomiast w wytycznych amerykańskich kolejno tylko 5 cm [7] i 12,5 cm [9]. Jednak zamieszczono w nich uwagi identyczne, jak w przypadku dotyczącym odchyleń pionowych, tj. umożliwiające inwestorowi samodzielne ustalenie tego parametru.

Autorzy tego artykułu uważają, że w odróżnieniu od konieczności dokonania bardzo wnikliwej analizy dotyczącej ustalenia tolerancji w zakresie odchylenia pionowego, w przypadku ustalania odchylenia poziomego nie powinno być ono podawane w wytycznych, a pozostawione wyłącznie do decyzji inwestora.

Wielkość odchylenia poziomego kanału rzędu 5 cm, 12,5 cm, 20 cm czy jeszcze nieco większa w żadnym stopniu

nie ma wpływu, zarówno na jego parametry hydrauliczno-eksploatacyjne, jak i statyczno-wyrzównościowe pod warunkiem, że nie powoduje ona zwiększenia wielkości obciążeń oddziaływających na przewód kanalizacyjny. Odchylenie poziome przewodów kanalizacyjnych powinno być ustalane przez inwestora, biorąc pod uwagę głównie aspekty prawne i własnościowe dotyczące terenu nad kanałem oraz określone w odpowiednich wytycznych (zestawionych m.in. w [5]) zalecenia dotyczące zachowania minimalnych odległości między innymi budowlami, w tym innymi przewodami, kablami, drzewami, słupami trakcyjnymi itp.

Brak jest przeciwwskazań, aby np. wielkość odchylenia poziomego zalecaną w wytycznych niemieckich dla  $d_w \geq 1400$  mm wynoszącą 20 cm zwiększyć dwukrotnie lub jeszcze znacznie bardziej, o ile nie wystąpią przeciwwskazania wyżej wymienione.

W określaniu wielkości tolerancji nie można pominąć możliwości wykonawczych i ograniczeń technicznych (na co zwrócono także uwagę w [8]), które to w uzasadnionych przypadkach mogą stanowić najistotniejszy parametr determinujący wyznaczenie dopuszczalnych odchylenia profilu przewodu kanalizacyjnego. Trudny w realizacji projekt, np. zawierający kilka łuków na jednym odcinku między studniami kanalizacyjnymi powinien

zostać poddany indywidualnej analizie w celu uzgodnienia dopuszczalnych wartości tolerancji wymiarowych między inwestorem a wykonawcą.

### Uwagi końcowe

Kilkukrotne różnice dotyczące dopuszczalnych tolerancji wymiarowych bezwykopowo budowanych grawitacyjnych przewodów kanalizacyjnych podawane przez różne wytyczne wskazują, iż zagadnienie to do chwili obecnej nie doczekało się wnikliwego opracowania uwzględniającego wszystkie czynniki mające wpływ na dopuszczalną wielkość tych tolerancji.

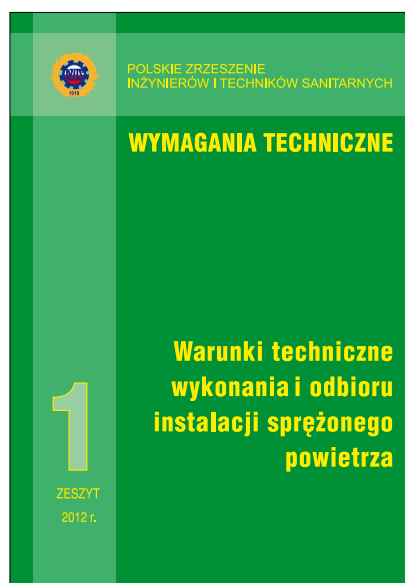
Żadne z cytowanych wytycznych nie biorą pod uwagę takich czynników, jak rodzaj przewodów kanalizacyjnych (deszczowe, sanitarne czy ogólnospławne), prędkość przepływu ścieków czy wielkość przepływu, mających wpływ na ewentualne odkładanie się osadów ściekowych w nieckach tworzących się przy zmianach profilu podłużnego przewodów kanalizacyjnych. Nie uwzględniają one także rodzaju zastosowanych rur i studzienek kanalizacyjnych, na przykład gdy są to rury żelbetowe i betonowe kręgi studienne, to czy posiadają one wewnętrzne powłoki antykorozyjne czy ich nie posiadają.

Istotne w powyższej analizie są także możliwości wykonawcze firm oferujących określone technologie bezwykopowej bu-

dowy. W przypadku zbyt restrykcyjnych, ale nie uzasadnionych wnikliwą analizą wymogów sformułowanych przez inwestora, dotyczących tolerancji wymiarowych może okazać się konieczność zastosowania tradycyjnej metody wykopowej, z uwagi na brak możliwości spełnienia tych wymogów przez firmę wykonawczą.

### LITERATURA

- [1] DWA-A 125E, Pipe Jacking and related Techniques, 2008.
- [2] Kuliczkowski A.: Jakość wykonawstwa nowo wybudowanych przewodów kanalizacyjnych z rur PVC na wybranym przykładzie, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 2019,3, 84-89.
- [3] Kuliczkowski A.: Trwałość rozwiązań stosowanych w budowie i odnowie przewodów kanalizacyjnych, INSTAL, 2014,3,54-56.
- [4] Kuliczkowski A., Gierczak M.: Wybrane czynniki ryzyka w wykopowej i bezwykopowej budowie podziemnych rurociągów i kanałów, INSTAL, 2011,11,44-48.
- [5] Kuliczkowski A., Madryas C.: Tunele wieloprzewodowe dawniej i współcześnie, monografia M58, Politechnika Świętokrzyska, Kielce, 2014.
- [6] Praca zbiorowa pod kierownictwem Andrzeja Kuliczkowskiego: Techniki Bezwykopowe w Inżynierii Środowiska, Wydawnictwo Seidel – Przywecki, wznowienie, Warszawa, 2019.
- [7] PR9787 – Specification for Microtunnelling and Pipejacking, Unitywater, 2020.
- [8] Stein D.: Trenchless Technology for Installation of Cables and Pipelines, Stein & Partners, 2005.
- [9] UFGS-33, Unified Facilities Guide Specifications, 2015.



Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji sprężonego powietrza” adresowane są głównie do wykonawców instalacji sanitarnych, inspektorów nadzoru jak również służb zajmujących się eksploatacją.

## Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji sprężonego powietrza

Niewątpliwie będą one również przydatne dla projektantów instalacji sprężonego powietrza oraz studentów inżynierii środowiska, w ramach której wykładany jest przedmiot: instalacje specjalne.

Obecnie sprężone powietrze jest jednym z szerzej stosowanych nośników energii. Ma ono zastosowanie prawie we wszystkich gałęziach przemysłu, od spożywczego do maszynowego czy też ciężkiego włącznie, a także w stomatologii, medycynie, energetyce, oczyszczalniach ścieków i w wielu innych dziedzinach. Różne jest więc jego zastosowanie a zatem i różne są wymagania co do jego parametrów oraz klasy czystości.

Ważną sprawą przy instalacjach sprężonego powietrza jest oszczędność energii, chociaż mogłoby się wydawać, że zagadnienie to jest dalekie od kwestii związanych z wykonaniem i eksploatacją systemów sprężonego powietrza, ale to pozory. Każda bowiem nieszczelność układu sprężonego powietrza przyczynia się do ucieczki powietrza do atmosfery a tym samym do konieczności dostarczenia energii do wytworzenia sprężonego powietrza brakującego w instalacji. Również źle zaprojektowana (niewłaściwe średnice) i wykonana instalacja będzie generowała niepotrzebne straty.

Cena 1 egz. 40 zł + 5% VAT

Sprzedaż prowadzi:

Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”

02-671 Warszawa, ul. Marynarska 14 | tel. (22) 843-77-71 | e-mail: wydawnictwo@informacjainstal.com.pl