

dr inż. Bogdan Przybyła¹⁾
ORCID: 0000-0001-5052-5313

Badania odbiorowe rurociągów poddawanych renowacji z użyciem wykładzin CIPP w świetle wytycznych PSTB

Acceptance tests of pipelines subjected to renovation with the use of CIPP liners in the light of the PSTB guidelines

DOI: 10.15199/33.2023.03.05

Streszczenie. W artykule przedstawiono podstawowe problemy związane z prowadzeniem badań odbiorowych wykładzin CIPP. Ich stosowanie jest obecnie podstawową metodą renowacji technicznej rurociągów, a badania odbiorowe mają szczególne znaczenie ze względu na możliwość pojawienia się wad wykładziny w trakcie jej aplikacji. W związku z wydaniem pierwszych polskich wytycznych do prowadzenia badań odbiorowych wykładzin CIPP przedstawiono przyjęte w nich założenia, z uwzględnieniem uwag na temat interpretacji uzyskiwanych wyników badań.

Słowa kluczowe: badania odbiorowe; renowacja rurociągu; wykładzina CIPP.

Abstract. The article presents the basic problems related to conducting acceptance tests of CIPP liners. The use of these linings is currently the basic method of technical renovation of pipelines, and acceptance tests are of particular importance here due to the possibility of the appearance of lining defects during its application. In connection with the issuance of the first Polish guideline for conducting acceptance tests of CIPP liners, the assumptions adopted therein were also presented, including comments on the interpretation of the test results obtained.

Keywords: acceptance tests; pipelines renovation; CIPP liner.

Rurociągi miejskiej infrastruktury sieciowej ulegają uszkodzeniom, które są efektem błędów projektowania, budowy i eksploatacji. Uszkodzenia mają różną formę i skalę, skutkują wieloma konsekwencjami, a w ostateczności prowadzą do awarii budowlanych również o charakterze katastroficznym. Przedsiębiorstwa zarządzające sieciami reagują na zaistniałe uszkodzenia i ograniczają ich propagację w czasie funkcjonowania przewodów. Prowadząc rehabilitację techniczną, przyjmuje się odpowiednie metody pozwalające na przywrócenie uszkodzonym przewodom założonego poziomu niezawodności funkcjonowania. Metody te klasyfikuje się jako naprawę, renowację lub wymianę, co jest odpowiednio zdefiniowane w normach, np. [1, 2]. Najliczniejsze są techniki renowacyjne, stosowane na długich odcinkach przewodów z wykorzystaniem różnych wykładzin i powłok, które uszczelniają lub również wzmacniają starą konstrukcję. Sposób postępowania w celu przyjęcia odpowiedniej technologii renowacyjnej

uszkodzonego rurociągu podlega wciąż nowym, szczegółowym analizom, np. [3 – 5]. Obecnie, **za najszybciej rozwijające się i jednocześnie najczęściej stosowane techniki renowacyjne uznaje się wykładziny utwardzane na miejscu, określane skrótem CIPP** (ang. *Cured In Place Pipe*). Organizowanie cyklicznych konferencji branżowych, poświęconych wyłącznie tej tematyce (w Polsce – *CIPP Technology Days* – coroczne edycje 2017 – 2022) świadczy dobitnie o znaczeniu i popularności technologii CIPP.

Wykładziny CIPP wykonane są z materiału kompozytowego, składającego się włókniyny lub tkaniny nasyczonej żywicą chemo- lub termoutwardzalną. Wykładzinę wprowadza się do rurociągu w formie elastycznego rękawa o odpowiedniej geometrii i utwardza ją w sposób adekwatny do założeń danej technologii, uzyskując ostatecznie trwałą powłokę przylegającą do ścianek przewodu. Pełni ona funkcję uszczelniającą i stabilizującą istniejącą konstrukcję, zabezpieczając ją również przed agresywnym działaniem przepływającego przez nią medium. Wykładziny CIPP znajdują zastosowanie w rurociągach ciśnieniowych i grawitacyjnych

przede wszystkim sieci kanalizacyjnej i wodociągowej, ale również w sieciach gazowych oraz ciepłowniczych. Obok przekrojów kołowych występują wykładziny o przekroju jajowatym, dzwonowym, prostokątnym, odpowiednio do geometrii rurociągu poddawane renowacji. W związku z tym, że wykładziny CIPP podlegają bardzo zróżnicowanym obciążeniom, wynikającym z ich konkretnego zastosowania, pierwszorzędne znaczenie ma ich odpowiednie zaprojektowanie do warunków pracy. Rozwiązania technologii CIPP o zastrzeżonych nazwach – różne rodzaje wykładzin o ukierunkowanym zastosowaniu (gazociągi, kanalizacja, wodociągi, uniwersalne, do przyłączy itp.) podlegają badaniom certyfikującym. Nie jest to jednak równoznaczne, że docelowy produkt będzie na budowie wykonany poprawnie – zgodnie z wymaganiami projektu.

Zaprojektowanie wykładziny z uwzględnieniem wszystkich oddziaływań, jakim podlega w trakcie realizacji i eksploatacji, reprezentowane jest przez odpowiedni zestaw jej parametrów geometrycznych, materiałowych i wytrzymałościowych. Zakładając poprawność procesu projektowania, kluczowe jest odpowiednie wykonawstwo. Wynika to

¹⁾ Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego; bogdan.przybyla@pwr.edu.pl

z istoty tej techniki renowacyjnej, w której produkt końcowy – wykładzina o odpowiedniej wytrzymałości i kształcie powstaje w procesie utwardzania realizowanego w warunkach placu budowy, na bazie półproduktu otrzymanego od producenta. Proces utwardzania wykładziny, wraz z bezpośrednimi pracami przygotowawczymi, wymaga zachowania procedur i dużej staranności przez wykonawcę. Należy jednocześnie pamiętać o zachowaniu gwarancji dotyczącej oczekiwanej jakości półproduktu, który będzie podlegał utwardzeniu – nieracjonalne jest założenie, że zawsze będzie wyprodukowany bez wad.

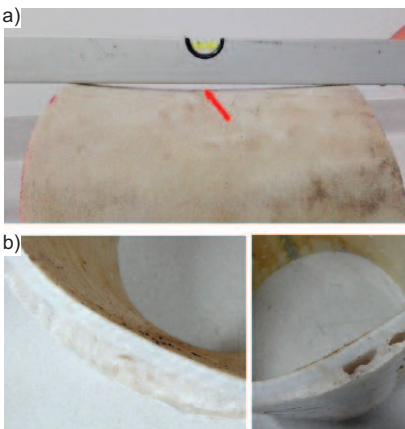
Nadrzędnym celem badań odbiorowych jest zebranie danych, które pozwolą na stwierdzenie, że zapewniona jest zgodność wykonanej wykładziny z założeniami projektu i/lub dopuszczenie jej do użytkowania. Biorąc pod uwagę procesy przeprowadzane na budowie oraz wrażliwość technologii na błędy realizacyjne, bezdyskusyjna jest konieczność potwierdzenia wymaganych parametrów utwardzonej wykładziny w stosunku do założeń, a tym samym przeprowadzenia odpowiednich badań. Należy przy tym zwrócić uwagę na zmienność parametrów materiałowych wykładzin w czasie oraz na ich wrażliwość na zmianę geometrii w stosunku do założeń, wiążąc to z procesami destrukcji wadliwych wykładzin (np. utratą stateczności), które ostatecznie zachodzą po długim okresie ich użytkowania. Awarie wykładzin w krótkim czasie po ich utwardzeniu związane są raczej z przypadkami jaskrawych błędów projektowych lub wykonawczych. Przykład zniszczenia wykładziny w formie utraty stateczności przedstawia fotografia 1, a nieprawidłowego jej utwardzenia – fotografia 2.

W PN-EN ISO 11296-4: 2018-03 [6] podano wiele zaleceń dotyczących oceny jakości utwardzonych wykładzin grawitacyjnych systemów kanalizacyjnych. Nie są one jednak wystarczające do określenia zgodności uzyskanego produktu końcowego z projektem. Problem ten jest bardziej istotny w przypadku rurociągów innego przeznaczenia, gdzie wykładzina może pracować w szczególnie trudnych warunkach.



Fot. 1. Przykład utraty stateczności wykładziny CIPP [7]

Photo 1. An example of the loss of stability of the CIPP liner [7]



Fot. 2. Przykłady wadliwie pobranej próbki (a) lub wadliwie utwardzonych wykładzin (b)

Źródło: materiały laboratorium Centrum Badań i Certyfikacji, Kielce, prezentowane w ramach CIPP Technology Days, Wrocław 2019

Photo 2. Examples of incorrectly taken sample (a) or incorrectly cured linings (b) Source: materials of the laboratory Center for Testing and Certification, Kielce, presented during CIPP Technology Days, Wrocław 2019

Procedura badawcza i zestaw badań odbiorowych

Badania odbiorowe wykładzin CIPP standardowo dzieli się na **terenowe** (przebiegające na obiekcie) oraz **laboratoryjne na pobranych próbkach wykładziny**. Jako badania terenowe najczęściej wymienia się zdalną inspekcję wizualną (CCTV) oraz próbę szczelności, natomiast wśród badań laboratoryjnych wyróżnia się badanie sztywności obwodowej, modułu sprężystości, kontrolę grubości i gęstości wykładziny oraz próbę na przesiąkanie. Nie jest to pełna lista badań, ale z tego zestawienia wynikają zagadnienia wymagające sprecyzowania, które w przybliżeniu można podzielić na techniczne i formalne oraz ewentualnie o pośrednim charakterze – „formalno-techniczne”.

Wśród zagadnień technicznych można wymienić: zasady pobierania próbek

do badań w terenie; przygotowanie próbek do określonych badań laboratoryjnych i przeprowadzenie tych badań; analiza i interpretacja wyników itp. Jako przykłady zagadnień formalnych można podać: kto ma przygotować miejsce do pobrania próbek i kto ma je pobrać, kto ma przeprowadzić badania, jak jednoznacznie opisywać próbki, komu je można przekazać, jak postępować w sytuacjach wynikających z interpretacji wyników badań itp.

Odnosząc się do znanych norm i wytycznych, można stwierdzić, że:

- zagadnienia techniczne, a szczególnie badania laboratoryjne mają pełną reprezentację normową (są wyjątki), natomiast badania terenowe nie są szczegółowo opisane w normach;

- zagadnienia techniczne mogą być/są precyzowane w wytycznych branżowych, ponieważ normy dają możliwość wyboru różnych wariantów postępowania w ramach określonych badań;

- zagadnienia formalne są ustalane w sposób indywidualny (zleceniodawca – zleceniobiorca) i mogą wynikać z ujęcia prezentowanego przez wytyczne. Są pochodną poszczególnych zagadnień technicznych prezentowanych przez normy oraz wynikają z przepisów prawa.

Przedstawiony zestaw badań terenowych i laboratoryjnych nie jest pełny, szczególnie w przypadku szerokiego zakresu stosowania wykładzin CIPP – należałoby je traktować jako niezbędne minimum. Okazuje się jednak, że w praktyce i te badania nie zawsze są przeprowadzane. Jest to postępowanie dające się uzasadnić w niektórych przypadkach, choć z punktu widzenia technicznego nie jest poprawne. Powstaje więc pytanie, jakie jest absolutne minimum zakresu badań odbiorowych i jaki zestaw badań przyjmować w konkretnych przypadkach, tak aby było to korzystne z punktu widzenia stron projektu, w sytuacji gdy konkretne uwarunkowania prawne są nieokreślone. Wówczas funkcjonuje ogólnie przyjęta w praktyce umowa postępowania, która przyjmuje następnie formę wytycznych branżowych o różnym zasięgu oddziaływania. Może być również tak, jak przyjęto w polskiej praktyce, gdzie istniejące wytyczne zagra-

niczne stawały się niejako „obowiązujące” w różnego rodzaju umowach lub specyfikacjach.

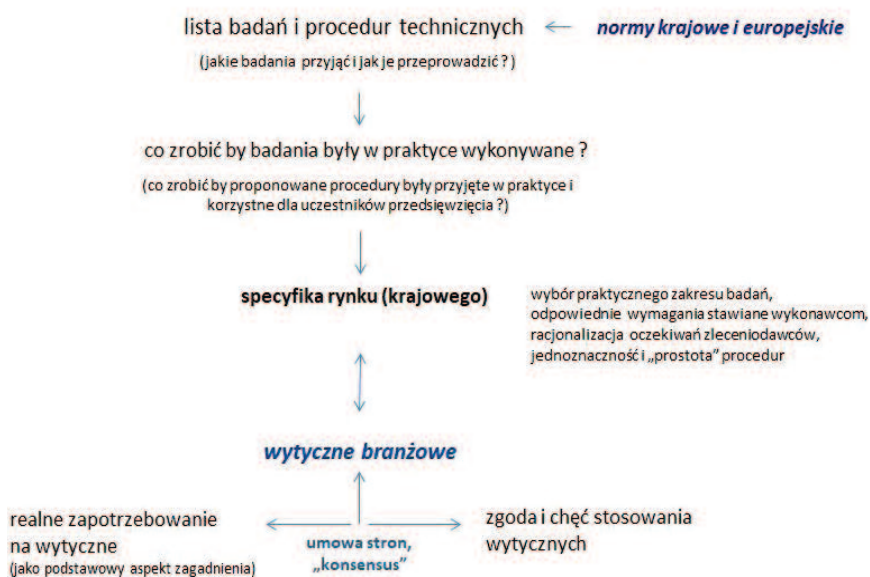
Od wielu lat znane w Polsce wytyczne odbiorowe niemieckiego instytutu badawczego IKT [8] zawierały procedurę postępowania wyrażoną w formie algorytmu, bazującą na normach niemieckich DIN oraz europejskich EN. Algorytm ten był często niekonsekwentnie lub wybiórczo stosowany w badaniach odbiorowych, co prawdopodobnie wynikało z przewidywanego w nim szerokiego zakresu badań, szczególnie zmierzających do określenia długotrwałych parametrów wykładziny. Być może przyczyną tej sytuacji była również nieodpowiednia liczba krajowych laboratoriów akredytowanych, które mogły przeprowadzać te badania, a ponadto poszukiwanie oszczędności i brak ogólnie przyjętych w kraju zasad postępowania, wspieranych autorytetem uznanej organizacji branżowej.

W sytuacji rzeczywistych potrzeb wynikających z rozwoju rynku renowacji rurociągów, pod koniec 2021 r. ukazały się pierwsze polskie wytyczne do badań odbiorowych wykładzin CIPP [9]. Zostały one przygotowane przez Polskie Stowarzyszenia Technologii Bezwykopowych (PSTB) i zgodnie z założeniami, zawarta w wytycznych procedura postępowania miała uwzględniać specyfikę krajowych warunków, pozostając w zgodzie z aktualną wiedzą techniczną (rysunek).

Badania ujmowane w polskich wytycznych odbiorowych

Polskie wytyczne przyjmują zestaw badań odbiorowych przedstawiony w tabeli. Zestaw tych badań jest, jak wspomniano, zgodny z obecnym stanem wiedzy i nie odbiega od zawartych w innych wytycznych, np. [8, 10, 11]. Podstawowa różnica polega na wydzieleniu w tym zestawie badań niezbędnych do przeprowadzania i badań zalecanych z podaniem sytuacji, w których badania zalecane należy wprowadzić. Celem było ograniczenie czasu i kosztów badań przez ukierunkowanie ich na realne potrzeby wynikające z potencjalnego ryzyka awarii przewodów poddanych renowacji.

jakie badania prowadzić dla potwierdzenia zgodności projektu z deklarowaną jakością produktu (brak wytycznych i przyjętych procedur jako wstępne założenie)



Założenia tworzenia krajowych wytycznych odbiorowych wykładzin CIPP

Źródło: na podstawie materiałów konferencji CIPP Technology Days, Łódź 2021 i No-DIG '22 w Krakowie Assumptions for the creation of national acceptance guidelines for CIPP liners

Source: based on the materials of the CIPP Technology Days conference, Łódź 2021 and No-DIG '22 in Krakow

Lista badań prowadzonych w obiekcie (w terenie) i laboratoryjnych wg [9]

List of on-site and laboratory tests according to [9]

Badania prowadzone w obiekcie	Badania laboratoryjne
<p>Niezbędne do przeprowadzenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> – badania wizualne – inspekcja TV – badania szczelności; 	<p>niezbędne do przeprowadzenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> – pomiar grubości rzeczywistej – oznaczenie gęstości wykładziny – oznaczenie początkowej, właściwej sztywności obwodowej – oznaczenie właściwości przy trójpunktowym zginaniu – badanie szczelności wykładziny na przesiąkanie wody – oznaczenie wytrzymałości obwodowej na rozciąganie – oznaczenie właściwości wytrzymałościowych przy rozciąganiu wzdłużnym;
<p>Zalecane:</p> <ul style="list-style-type: none"> – badania (pomiar) kształtu wykładziny 	<p>zalecane:</p> <ul style="list-style-type: none"> – próba pełzania – badania chemiczne (analiza jakości żywicy, analiza zawartości styrenu) – badania składu wykładziny (zawartości żywicy, włókien i wypełniaczy) – badania stopnia utwardzenia żywicy.

Ze względu na ponoszone koszty, rozszerzenie zakresu o badania zalecane wymaga każdorazowo przemyślenia ich zasadności przez uczestników renowacji, szczególnie przez inwestora. W wytycznych podano trzy przypadki, w których przeprowadzenie badań zalecanych jest szczególnie wskazane:

- 1) renowacji poddawany jest rurociąg o strategicznym znaczeniu w systemie lub znajdujący się na terenie wzmoczonych oddziaływań, np. szkód górniczych;
- 2) wykładzina pochodzi od nowego, nieznanego producenta;
- 3) wykładzina jest produktem charakteryzującym się nowymi rozwiązaniami konstrukcyjno-materiałowymi, niesprawdzonymi jeszcze w praktyce.

W związku z tym, że wykładziny powinny być projektowane tak, aby zachowywały parametry wytrzymałościowe przez długi okres, szczególnego znaczenia nabierają badania pełzania. Niezależnie więc od wymienionych trzech przypadków, próba pełzania powinna być przeprowadzona wg wytycznych obligatoryjnie w przypadku rurociągów:

- znajdujących się stale lub długotrwale pod poziomem zwierciadła wody;
- w złym stanie technicznym – wymienia się III stan techniczny wg ATV;
- o przekroju kołowym i $DN \geq 600$ w przypadku ułożenia na głębokości mniejszej niż umożliwienie powstania naturalnego przesklepienia w gruncie;

- wszystkich o alternatywnej geometrii (jajowych, dzwonowych, prostokątnych etc.).

Wymieniane w wytycznych badania odniesione są do odpowiednich norm. W sytuacji, gdy poszczególne normy wskazują różne warianty sposobu prowadzenia badań, w wytycznych zawarto rekomendacje dotyczące ich wyboru. Należy zwrócić uwagę, że konieczność dokonania odpowiedniej analizy w celu uzasadnienia decyzji o przeprowadzeniu badań zalecanych wymaga wiedzy na temat rurociągu poddawanego renowacji – w tym warunków jego funkcjonowania oraz stanu technicznego, co związane jest jednoznacznie z przyjętymi wcześniej założeniami projektowymi. Zagadnienie klasyfikacji rurociągu do grupy o znaczeniu strategicznym w systemie nie jest również oczywiste, dlatego też przyjęcie odpowiedniego zestawu badań odbiorowych wymaga konkretnego zaangażowania zarządcy rurociągu, który jest zazwyczaj zleciennodawcą renowacji.

Wymieniony zestaw badań zalecanych wydawać się może szeroki i trudny w realizacji, ale zazwyczaj przedstawiany jest jako standardowy w alternatywnych wytycznych zagranicznych. Podejście prezentowane w omawianych wytycznych pozwala ograniczyć liczbę badań w przypadku rurociągów o małej średnicy, ułożonych w prostych warunkach gruntowych. Osobnym zagadnieniem jest potrzeba rozszerzania zakresu badań wykładzin w rurociągach przeznaczonych do transportu innych mediów niż ścieki komunalne lub woda oraz w rurociągach pracujących w szczególnych warunkach zewnętrznych. Badania takie są związane z potwierdzeniem wymagań określonych przez projektanta, a dotyczą odporności rękawa na oddziaływanie:

- chemiczne (prowadzone medium lub oddziaływanie otoczenia);
- temperaturowe (praca wykładziny w podwyższonej lub obniżonej temperaturze);
- mechaniczne (np. oddziaływania dynamiczne, ścieranie, kawitacja);
- promieniowania UV i inne.

Nie są to przypadki częste w praktyce, lecz może się to zmienić ze względu na początki stosowania wykładzin CIPP w instalacjach przemysłowych i ogrzew-

nictwie. Wymagane jest wtedy dokładne rozważenie, jakie badania przeprowadzić oraz jak uzyskać gwarancję dotyczącą jakości dostarczonego półproduktu od producenta, który jest rozwiązaniem z założenia przeznaczonym do specjalnego zastosowania. Należy przy tym brać pod uwagę niestandardowe narzędzia diagnostyczne, uwzględniając też stały rozwój technik badawczych. Można tu wymienić np. badanie chłonności (podatności na osmozę), elektroskaning, pomiary geometrii rurociągów (pomiary 3D).

Rozwój technik badawczych stwarza szanse na prowadzenie badań alternatywnych do wymienianych przez aktualne normy i wytyczne, które nie powinny z zasady blokować swoimi zapisami stosowania takich, być może lepszych, narzędzi diagnostycznych. Przyjęte rozwiązanie musi być jednak potwierdzone zaświadczeniami uznanych państwowych instytucji badawczych, dotyczącymi skuteczności działania oraz możliwości weryfikowania uzyskiwanych wyników.

Zasady prowadzenia badań terenowych nie są precyzyjnie opisywane w normach. Dotyczy to przede wszystkim inspekcji CCTV, która ma podstawowe znaczenie w badaniach odbiorowych rurociągów – zapisy zawarte w PN-EN 13508 [12] mają bardzo ogólny charakter. Lepiej opisane są badania szczelności przewodów kanalizacyjnych, natomiast wątpliwość może budzić automatyczne przenoszenie kryteriów próby powietrznej wg normy PN-EN 1610 [13] na rurociągi innych systemów. Nie ma również w normach informacji o zasadach prowadzenia pomiarów odkształceń i wielkości uszkodzeń rurociągów, w tym żądanej dokładności pomiarów. Zagadnienia te wymagają sprecyzowania w zapisach/umowach na prowadzenie badań terenowych, np. w przypadku inspekcji CCTV (fotografia 3) ważne jest:

- ustalenie, kiedy przeprowadzić inspekcję (przed czy po badaniu szczelności oraz przed czy po wykonaniu niezbędnych wycięć w wykładzinie);
- określenie wymagań dotyczących zasad prowadzenia inspekcji;
- uwzględnienie rodzajów zmian, jakie mają być rejestrowane w rurociągu (charakterystyczne uszkodzenia obserwowane w wykładzinach);



Fot. 3. Przykładowe wady wykładziny rejestrowane podczas inspekcji CCTV [14]
Photo 3. Examples of liners defects recorded during CCTV inspections [14]

- zalecenie rejestracji dodatkowych elementów wbudowywanych w wykładziny, takich jak np. kable światłowodowe, wymienniki ciepła.

Analiza zagadnień formalnych

Zagadnienia formalne w badaniach odbiorowych dotyczą przede wszystkim ustaleń między uczestnikami badań (zamawiający i wykonawcy) dotyczących podziału odpowiedzialności za poszczególne czynności, określenia wymaganych kwalifikacji wykonawców oraz zasad postępowania na poszczególnych etapach prac. W niektórych przypadkach zagadnienia te łączą się ściśle z aspektami technicznymi badań. Mają wtedy charakter „formalno-techniczny”, czego dobrym przykładem jest ustalenie zasad postępowania w sytuacji dostarczenia do laboratorium nieprawidłowo pobranej próbki, jak na rysunku 2a, tj. czy taka próbka ma być z założenia odrzucona czy można ją jednak warunkowo wykorzystać w badaniach, a jeśli ma być odrzucona, to jak kontynuować badania?

Wytyczne służące do prowadzenia badań odbiorowych z założenia porządkują zagadnienia formalne i proponują w zapisach zasady postępowania lub wymagania, które mogą być następnie przyjmowane w konkretnej umowie na badania. Wytyczne PSTB [9] zawierają:

- wymagane kwalifikacje wykonawcy (zleceniobiorcy) na wykonanie badań terenowych i niezależnie badań laboratoryjnych;
- zasady przekazywania badań osobom trzecim przez zleceniobiorcę;
- zasady pobierania w terenie próbek wykładzin do badań laboratoryjnych

przez osoby odpowiedzialne za pobranie i nadzór nad tymi czynnościami;

- zasady przechowywania, transportu i wydawania pobranych próbek;

- zagadnienia znakowania (identyfikacji) próbek wraz z dokumentami towarzyszącymi;

- zasady kwalifikowania próbek do badań wraz z postępowaniem w przypadku ich odrzucenia;

- zasady postępowania z próbkami po przeprowadzaniu badań – w tym ich utylizacja.

Należy podkreślić, że zagadnienia związane z pobieraniem próbek w terenie są niezależne od ich przygotowania do konkretnych badań laboratoryjnych, co jest przedstawiane szczegółowo w odpowiednich normach, wymienianych w wytycznych. Zasady pobierania próbek w terenie odnoszą się do próbek o przekrojach kołowych i próbek będących wycinkiem ścianki wykładziny CIPP. Ważnym elementem jest wskazanie odpowiednich miejsc poboru próbek w rurociągach różnego przeznaczenia oraz zasad stosowania instalacji testowej w przypadku, gdy nie ma możliwości bezpośredniego ich pobierania z rurociągu poddanego renowacji.

Wnioski i podsumowanie

Przeprowadzenie właściwego odbioru technicznego rurociągów poddanych renowacji z użyciem wykładzin CIPP jest istotne ze względu na występowanie procesu ostatecznego ustalenia parametrów produktu w warunkach budowy. Prawidłowy odbiór jest w interesie stron procesu inwestycyjnego, a więc nie tylko inwestora, ale też wykonawcy prac. Pojęcie prawidłowego odbioru może być różnie rozumiane, dlatego też wymaga odpowiednich zapisów w umowach na prace odbiorowe. Jednocześnie wskazane jest powołanie się w umowach na procedury badawcze uściślane przez standardy techniczne.

W badania odbiorowych wykładzin CIPP zawsze występują badania laboratoryjne. W celu ich przeprowadzenia muszą zostać pobrane próbki utwardzonej wykładziny z rurociągu poddanego renowacji. W związku z tym, że najczęściej są to rurociągi nieprzelazowe (poniżej DN1000), pobieranie próbek jest utrudnione. Ponadto proces wbudowywania wykładziny wymusza pobieranie próbek

w miejscach charakterystycznych (studzienki, miejsca zdemontowanej armatury, początek lub koniec instalacji itp.), co wpływa częściowo na parametry próbek.

Prawidłowe pobranie próbek ma decydujące znaczenie w przypadku badań laboratoryjnych. Niezależnie od tego, fundamentalne znaczenie ma także uzyskanie pewności, co do ich pochodzenia. Badania laboratoryjne próbek są podstawowym źródłem informacji, czy w rurociągu wbudowano prawidłowy produkt (zgodny ze specyfikacją), dlatego też konieczny jest nadzór przy ich pobieraniu oraz odpowiednie oznakowanie wraz z dokumentacją pochodzenia. Odbiory wykładzin CIPP obejmują również badania terenowe z inspekcją TV i próbą szczelności. Nie można ich wyłączać z procedury odbiorowej, ponieważ dają wgląd w całą wykładzinę (w przeciwieństwie do próbek do badań laboratoryjnych, pobieranych najczęściej z jednego miejsca). Badania te muszą być wykonane z odpowiednią starannością, co wymaga zarówno doświadczenia prowadzących te badania, jak i odpowiedniego sprzętu.

Istotnym problemem związanym z badaniami odbiorowymi jest odpowiednia interpretacja uzyskanych wyników. Niezależnie od sprawdzenia, czy spełnione są wymagania podane w normie [6], należy zinterpretować wartości modułu sprężystości lub sztywności obwodowej określone na próbkach wykładziny. Warto pamiętać, że są to charakterystyki chwilowe (krótkotrwałe), natomiast obliczenia wymagały wykonania wykładziny o sztywności długotrwałej. Z tego powodu bezpośrednie porównywanie tak określonych wielkości z założeniami podanymi w specyfikacji jest bezcelowe. Należy wstępnie dokonać przeliczenia redukującego uzyskane wartości krótkotrwałe. Dopiero badania pełzania prowadzą do porównywalnych wyników. Są to jednak badania kosztowne i trwają długo. Badania deformacji utwardzonej wykładziny służą nie tylko sprawdzeniu zgodności jej kształtu z rurociągiem, w którym jest układana (czy ściśle przylega do niego), lecz również stanowią podstawę do ewentualnej weryfikacji założeń obliczeniowych w przypadku wystąpienia awarii wykładziny w późniejszym czasie. Jak wiadomo z założeń teoretycznych i badań, stateczność wykładzin

CIPP jest bardzo uzależniona od jej deformacji wstępnych, co musi być uwzględnione w założeniach do obliczeń. Rzadziej występują sytuacje, w których inspekcja TV lub próba szczelności badanej wykładziny dają jednoznacznie wynik negatywny. Wystąpienie takiej sytuacji czyni jednak bezcelowymi prowadzenie badań laboratoryjnych. Celowe jest więc takie planowanie procesu badań odbiorowych (przyjęcie kolejności prac), aby nie wykonywać czynności zbędnych, nieuzasadnionych finansowo.

Literatura

- [1] PN-EN 752:2017-06 Zewnętrzne systemy odwadniające i kanalizacyjne – Zarządzanie systemem kanalizacyjnym.
- [2] PN-EN ISO 11296-1:2018-04 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do renowacji podziemnych beczciśnieniowych sieci kanalizacji deszczowej i sanitarnej – Część 1: Postanowienia ogólne.
- [3] Madryas C, Przybyła B, Wysocki L. Badania i ocena stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław; 2010.
- [4] Praca zbiorowa pod redakcją Andrzeja Kolonko. Podstawy bezwykopowej rehabilitacji technicznej przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych na terenach zurbanizowanych. Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”. Bydgoszcz; 2011.
- [5] Kulickowski A, Kulickowska K, Parka A, Zwierchowska A. Planning of trenchless rehabilitation for water pipelines using different pressure linings. Environmental Engineering and Management Journal. 2021; 9.
- [6] PN-EN ISO 11296-4:2018-03 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do renowacji podziemnych beczciśnieniowych sieci kanalizacji deszczowej i sanitarnej – Część 4: Wykładanie rękawami utwardzonymi na miejscu.
- [7] Wei Z, Changjun L, Baosong M, Najafi M. Buckling Strength of a Thin-Wall Stainless Steel Liner Used to Rehabilitate Water Supply Pipelines. Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice (2). 2016; [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)PS.1949-1204.0000212](https://doi.org/10.1061/(ASCE)PS.1949-1204.0000212).
- [8] CIPP liner tests Standarts IKT Institute for Underground Infrastructure; 2009.
- [9] Badania odbiorowe wykładzin CIPP instalowanych w rurociągach sieci i instalacji zewnętrznych. Wytyczne Polskiego Stowarzyszenia Technologii Bezwykopowych, Kraków; 2021.
- [10] Cured-In-Place-Pipe (CIPP). Lateral Seals Performance Specification Guideline, NASSCO Inc; 2019.
- [11] ÖGL Regelwerk Technische Richtlinien Renovation und Erneuerung von drucklosen Leitungen Vor Ort härtendes Schlauch-Lining ÖGL TR-201 Österreichische Vereinigung für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen; 2010.
- [12] PN-EN 13508-1:2013-04 Badania i ocena wewnętrznych systemów kanalizacji deszczowej i sanitarnej – Część 1: Wymagania podstawowe.
- [13] PN-EN 1610:2015-10 Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych.
- [14] Illustrated Guide to the HydInfra Manual; 2020. <https://www.mass.gov/doc/hydinfra-culvert-and-storm-drain-inspection-manual/download>; 15.12.2022.

Przyjęto do druku: 22.02.2023 r.