**Wytyczne Polskiego Stowarzyszenia Technologii Bezwykopowych (PSTB)**

**Badania odbiorowe wykładzin CIPP instalowanych w rurociągach sieci i instalacji zewnętrznych**

Zespół roboczy: dr inż. Andrzej Kolonko, dr inż. Florian Piechurski, dr hab. inż. Paweł Popielski, dr inż. Przybyła Bogdan, prof. dr hab. inż. Adam Wysokowski, dr inż. Dariusz Zwierzchowski

Koordynator prac: Paweł Kośmider

**Spis treści**

1. **Wstęp**

1. **Postanowienia ogólne**
   1. . Cel i zakres opracowania
   2. . Definicje pojęć
   3. . Podstawy umowy - kwalifikacje zawodowe zleceniobiorcy

2.3.1. Dla badań terenowych

2.3.2. Dla badań laboratoryjnych

* 1. . Przekazanie zlecenia osobom trzecim
  2. . Przekazanie próbek, przeprowadzenie i prezentacja wyników badań
  3. . Przypadki szczególne, odstępstwa od zaleceń, badania alternatywne i uzupełniające

**3. Pobieranie i przechowywanie próbek rękawów CIPP**

3.1. Pobieranie próbek rękawów CIPP

3.2. Przechowywanie i wydawanie pobranych próbek

**4. Identyfikacja próbki oraz dokument dołączony do próbki**

**5. Badania prowadzone na obiekcie**

* 1. Inspekcja CCTV
  2. Próba szczelności

# 6. Badania laboratoryjne

## 6.1. Badania standardowe

### 6.1.1. Kwalifikacja dostarczonych próbek

6.1.2. Pomiar grubości rzeczywistej

6.1.3. Test sztywności obwodowej

#### 6.1.3.1. Próbki badawcze

6.1.3.2. Grubość ścianki próbki badawczej

#### 6.1.3.3. Długość próbki badawczej

#### 6.1.3.4. Metoda badawcza

#### 6.1.3.5. Urządzenie kontrolne

#### 6.1.3.6. Przyłożenia obciążenia i pomiar odkształcenia

6.1.4. Test trójpunktowego zginania

#### 6.1.4.1. Forma i wymiary próbki utwardzonego rękawa

#### 6.1.4.2. Próbki badawcze

6.1.4.3. Grubość ścianki próbki badawczej

#### 6.1.4.4. Szerokość i długość próbki badawczej

#### 6.1.4.5. Urządzenie kontrolne

#### 6.1.4.6. Przyłożenia obciążenia i pomiar odkształcenia

6.1.5. Badania na przesiąkanie

#### 6.1.5.1. Urządzenia kontrolne i metoda kontroli

#### 6.1.5.2. Pobranie i przygotowanie próbki

#### 6.1.5.3. Przeprowadzenie kontroli szczelności na przesiąkanie

#### 6.1.5.4. Wynik kontroli

6.2. Badania zalecane

6.2.1. Przypadki prowadzenia badań

6.2.2. Badanie pełzania

6.2.3. Badania chemiczne

6.2.3.1. Analiza jakości żywicy (spektralna)

6.2.3.2. Zawartość styrenu

6.2.4. Badanie składu wykładziny

6.2.4.1 Oznaczenie zawartości włókien, wypełniaczy i żywicy

**7. Badania alternatywne i uzupełniające**

7.1 Chłonność (podatność na osmozę),

7.2 Elektroskaning

7.3 Laserowy pomiar geometrii w trakcie inspekcji

**8. Załączniki**

8.1. Algorytm blokowy postępowania

8.2. Formularz poboru próbek – D. Zwierzchowski

8.3. Tabela wyników

8.4. Katalog obrazów (wady wykładziny)

8.5. Normy i wytyczne

**1. Wstęp**

Technologia CIPP będąca przedmiotem niniejszych wytycznych, stanowi szeroko rozumianą optymalizację wykonywania nowych, jak również przebudowy i remontów istniejących rurociągów, elementów odwodnienia jak również obiektów infrastruktury komunikacyjnej zarówno pod względem materiałowo-konstrukcyjnym, jak również utrzymaniowym i trwałościowym (zastosowanie wysokowytrzymałościowych kompozytów). Rozwiązania te w pełni wpisują się w pojęcie „inżynierii wartości”, w odniesieniu do zarówno zmniejszenia czasu realizacji, energochłonności wykonania robót oraz planowania kosztów związanych z późniejszymi niezbędnymi zabiegami utrzymaniowymi na etapie eksploatacji tych obiektów i uwzględniają zasady LCA (*Life Cycle Asessment*).

Jest to zgodne z szeroko rozumianym budownictwem zrównoważonym i ekologicznym. Dodatkowo odpowiednio przyjęty rodzaj materiału w technologii CIPP, który charakteryzuje się podatnością, w pełni rekomenduje go do zastosowań w przypadku występowania obciążeń dynamicznych, co dla inwestycji prowadzonych w obrębie obiektów liniowych (drogi oraz linie kolejowe) jest niezmiernie ważne. Właśnie ta wspomniana podatność wykształtowanej w ten sposób powłoki stanowiącej zasadniczy element konstrukcyjny jest najistotniejszą zaletą pod względem konstrukcyjnym.

Wykładziny (rękawy[[1]](#footnote-1)) CIPP jako element konstrukcyjny powinny zostać zaprojektowane z uwzględnieniem wszystkich oddziaływań jakim podlegają one w trakcie realizacji i eksploatacji, co reprezentowane jest poprzez przyjęty przez projektanta zestaw parametrów geometrycznych, materiałowych i wytrzymałościowych. Niniejsze wytyczne stanowią zbiór zasad prowadzenia prac mających na celu stwierdzenie, czy wykonany rękaw odpowiada założeniom przyjętym przez projektanta.

Rękawy CIPP, w przeciwieństwie do rur wyprodukowanych fabrycznie, dopiero po ich utwardzeniu na miejscu budowy uzyskują zakładane parametry (np.: odpowiednią wytrzymałość oraz trwały kształt) Jakość utwardzenia jest decydująca dla właściwości produktu końcowego. Dlatego też odbiór techniczny i związane z nim badania mają szczególne znaczenie. Odbiór robót następuje bezpośrednio po instalacji i obejmuje z reguły trzy etapy:

* optyczną ocenę stanu technicznego poprzez inspekcję kamerą TV lub poprzez dokonanie oględzin na miejscu (przewody przełazowe) połączonych z optyczną rejestracją stanu technicznego,
* kontrolę szczelności odcinka przewodu kanalizacyjnego,
* badania laboratoryjne pobranych próbek rękawa CIPP.

Badania z uwzględnieniem właściwych norm oraz analizę wyników powinna przeprowadzić niezależna instytucja na zlecenie inwestora. Niedopuszczalne jest aby badania odbiorowe przeprowadzane były przez Wykonawcę prac lub producenta wykładziny, także w laboratorium należącym do stron realizujących zadanie.

Badanie materiałowe pobranych na miejscu próbek stanowi zasadniczy element zapewnienia jakości przy renowacji przewodów kanalizacyjnych z użyciem rękawów CIPP. Dostarcza podstawowe informacje na temat parametrów wytrzymałościowych, szczelności oraz trwałości rękawów CIPP w dłuższym okresie czasu. Poprzez porównanie wyników badania próbek pobranych na miejscu budowy z odpowiednimi wartościami wynikającymi z dokumentacji projektowej, w tym obliczeń statyczno-wytrzymałościowych, możemy ocenić czy zainstalowany rękaw CIPP spełnia wymagania zawarte w specyfikacji przetargowej.

**2. Postanowienia ogólne**

**2.1. Cel i zakres opracowania**

Przedmiot niniejszych wytycznych stanowią zasady wykonywania badań odbiorowych dotyczących renowacji obiektów wykonanych w technologii CIPP.

Nadrzędnym celem niniejszego opracowania jest zapewnienie zgodności między wymaganiami stawianymi projektowi wykładziny a produktem końcowym uzyskanym na budowie. Założeniem niniejszego opracowania jest również eliminacja możliwości różnej interpretacji obowiązujących norm dotyczących badań utwardzonych rękawów CIPP. W tym celu wiążąco dla każdego laboratorium, został określony przebieg przeprowadzania każdego z badań oraz wymagania dotyczące samych próbek. W ten sposób, zarówno zleceniodawcy jak i firmie wykonawczej, zagwarantowana zostanie porównywalność uzyskanych wyników badań materiałowych w określonych granicach tolerancji niezależnie od laboratorium. Wytyczne dotyczą wszystkich rodzajów rękawów CIPP niezależnie od średnicy, rodzaju żywicy, metody utwardzania oraz rodzaju przesyłanych mediów. Opracowanie dotyczy zarówno przewodów grawitacyjnych jak i ciśnieniowych. Podane w wytycznej zalecenia nie dotyczą studzienek poddawanych odnowie z użyciem wykładzin CIPP

**2.2. Definicje pojęć**

|  |  |
| --- | --- |
| Zleceniodawca | Inwestor i jednocześnie zlecający badania laboratorium badawczemu |
| Zleceniobiorca | Laboratorium badawcze lub/i firma wykonująca badania terenowe |
| Wykonawca | Firma, której zlecono instalację rękawa CIPP |

**2.3. Podstawy umowy - kwalifikacje zawodowe zleceniobiorcy**

**2.3.1. Dla badań terenowych**

Zleceniodawca zamawia wykonanie badań terenowych obejmujących inspekcję TV oraz próbę szczelności w firmie (lub firmach) dysponującej odpowiednim sprzętem oraz wykazującą się niezbędnym doświadczeniem potwierdzonym referencjami. Wskazane jest posiadanie przez firmy wykonujące badania certyfikatów ukończenia kursów (szkoleń) z zakresu badań odbiorowych (prowadzenia prób szczelności i inspekcji TV). Uznawane są szkolenia prowadzone przez krajowe stowarzyszenia branżowe jak np. PSTB, IGWP, ośrodki dydaktyczne państwowych uczelni wyższych. Zaświadczenia o ukończeniu kursów mogą być traktowane jako alternatywa do prezentowanych referencji.

**2.3.2. Dla badań laboratoryjnych**

Zleceniodawca zamawia wykonanie badań w laboratoriach posiadających akredytację Polskiego Centrum Akredytacji na wszystkie zlecone badania materiałowe oraz powiązane z nimi krajowe i międzynarodowe normy. Ponadto w laboratoriach państwowych uczelni wyższych i państwowych instytutów naukowych wyspecjalizowanych w zleconych badaniach. Zalecane jest posiadanie akredytacji zgodnie z PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 [1]

Zleceniodawca oraz działający w jego imieniu Wykonawca mają prawo do wglądu do dokumentów dopuszczających i akredytacyjnych. Jeżeli nie uzyskają takiego wglądu, to istnieje możliwość wycofania zlecenia z laboratorium badawczego lub też laboratorium badawcze może zostać wykluczone z dalszego postępowania przetargowego.

Kwalifikacje laboratorium powinny zostać sprawdzone przez Zleceniodawcę przed udzieleniem zlecenia. Jeżeli jedno z wymienionych wymagań zostanie cofnięte w trakcie trwania umowy, wówczas należy o tym niezwłocznie poinformować Zleceniodawcę.

**2.4. Przekazanie zlecenia osobom trzecim**

Laboratorium akredytowane, do którego skierowano zlecenie na wykonanie badań może ich część podzlecić innemu laboratorium spełniającemu wyżej wymienione wymagania. Jednocześnie pierwszy Zleceniobiorca bierze na siebie odpowiedzialność za prawidłowość wykonanych badań i uzyskanych wyników.

**2.5. Przekazanie próbek do badań, przeprowadzenie i prezentacja wyników badań**

Zleceniodawca przesyła do laboratorium badawczego próbkę materiałową pobraną z zainstalowanego rękawa CIPP. Do tej próbki materiałowej dołączone jest również pisemne zlecenie oraz wypełniony dokument towarzyszący dołączony do próbki (patrz: punkt 4). Dla badań laboratoryjnych oprócz wymagań określonych w normach obowiązują kryteria przedstawione w niniejszych wytycznych.

Jeżeli dostarczona do laboratorium badawczego próbka pod względem formy i geometrii nie spełnia warunków określonych w wytycznych wymienionych w punkcie 6, wówczas należy o tym niezwłocznie poinformować Zleceniodawcę i wyjaśnić, czy badanie mimo tego może zostać przeprowadzone.

Próbki poddawane są badaniom w laboratorium pod warunkiem pozytywnego wyniku przeprowadzonych badań terenowych na obiekcie

Po udzieleniu informacji wstępnej, podanej z co najmniej tygodniowym wyprzedzeniem, badania 3-punktowego zginania lub wyznaczenie początkowej sztywności obwodowej oraz badanie szczelności (przesiąkliwości) rękawa, powinny zostać wykonane w przeciągu dwóch dni roboczych, a ich wyniki powinny zostać przekazane Zleceniodawcy.

Wielkość pełzania należy ustalić po czterech tygodniach od momentu utwardzenia rękawa CIPP. Wszystkie inne badania należy wykonać w przeciągu 10 dni roboczych.

Wyniki z przeprowadzonych badań powinny być zawarte w raporcie kontrolnym Zleceniobiorcy, który zawiera wymienione w punkcie xxx niniejszego dokumentu wymagania. W ten sposób powstaje jednoznaczne, kompletne i zrozumiałe przedstawienie wyników badań. Wyniki badań określają stan istniejący po wykonaniu robót budowlanych i nie mogą być podstawą oceny przyjętych założeń projektowych.

Jeżeli którykolwiek z przedstawionych punktach 3, 5 i 6 przepisów kontrolnych będzie odmienny od podanych (odpowiednio wraz z skutkującymi właściwościami uzyskanych wyników badań) wówczas należy to jednoznacznie wykazać i uzasadnić w raporcie kontrolnym zgodnie z punktem xxx.

Wyniki badań (raport kontrolny) są własnością Zleceniodawcy i ewentualne wykorzystanie wyników wymaga jego zgody. Wydanie wyników badań osobom trzecim wymaga jednoznacznej zgody zamawiającego (Zleceniodawcy).

Wyniki badań należy przekazać: (decyduje Zleceniodawca):

- jednocześnie Wykonawcy i Zleceniodawcy,

- wyłącznie Zleceniodawcy.

**2.6. Przypadki szczególne, odstępstwa od zaleceń, badania alternatywne i uzupełniające**

Możliwe jest rozszerzenie (uzupełnienie) zakresu badań terenowych i badań laboratoryjnych, jak również technik badawczych w nich stosowanych. Wymaga to potwierdzenia w formie jednoznacznego zapisu w zamówieniu na wykonanie badań przez Zleceniodawcę.

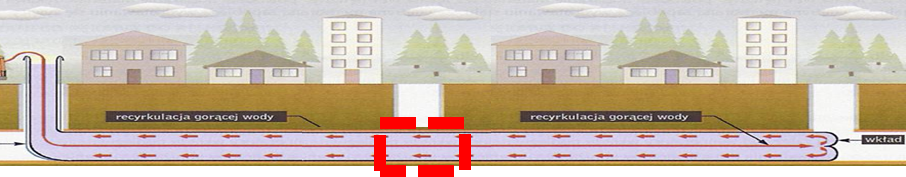
W uzasadnionych przypadkach możliwe jest zastąpienie badań terenowych i laboratoryjnych wg. pkt. 5 i 6 badaniami alternatywnymi, np. podanymi w pkt. 7. Wymaga to jednoznacznego zapisu wraz z uzasadnieniem w zamówieniu na wykonanie tych badań.

**3. Pobieranie i przechowywanie próbek rękawów CIPP**

**3.1. Pobieranie próbek rękawów CIPP**

Aby ocenić jakość i właściwości materiału, z każdej zainstalowanej i utwardzonej sekcji rękawa CIPP pobierana jest reprezentatywna próbka materiału. Przed rozpoczęciem prac renowacyjnych miejsca pobierania próbek materiału zostaną określone wspólnie między Wykonawcą i Zamawiającym.

Zgodnie z zaleceniami normy PN-EN ISO 11296-4:2018-03 [2] zaleca się, aby próbki pobierane do badań laboratoryjnych były formowane poprzez ograniczenie formą dostępnego odcinka wykładziny CIPP oraz jej wypełnienie i utwardzenie w taki sposób, aby zachować obwód możliwie zgodny z obwodem rury poddawanej renowacji. Zaleca się również, aby wszędzie tam, gdzie jest to możliwe, formowania i pobierania próbek dokonywać w pośredniej studzience włazowej zamiast na jednym z końców instalacji.



*Rys.3.1. Optymalne miejsce pobrania próbki*

Pobieranie próbek formowanych w pośrednich studzienkach włazowych z użyciem ograniczającej rury lub rękawa jest zazwyczaj wykonywane przy renowacji rur o średnicy do DN600. W pozostałych przypadkach próbki należy pobierać z rzeczywistej ścianki rury, a powstały otwór w wykładzinie renowacyjnej należy naprawić według procedury opisanej w instrukcji instalacji.

W przypadku, gdy renowacja dotyczy odcinka z rur o średnicy do DN600, na którym nie ma studzienek pośrednich dopuszcza się formowanie i pobieranie próbek na jednym z końców instalacji.

Gdy nie istnieje możliwość formowania i poboru próbek na końcach instalacji, a Zamawiający nie wyraża zgody na pobór próbek ze ścianki rury, dopuszcza się wykonanie tzw. instalacji testowej zgodnie z punktem 9.4.3. normy PN-EN ISO 11296-4:2018-03 [2].

Próbka pobierana jest przez Wykonawcę w obecności Zamawiającego lub wyznaczonego przez niego inspektora nadzoru budowlanego.

Próbka musi być czytelnie oznakowana (miasto, ulica, nr odcinka, nr studni, data pobrania) w sposób umożliwiający jej jednoznaczną identyfikację oraz podpisana przez Zamawiającego/Inspektora oraz Wykonawcę. Także formularz poboru próbek musi być wypełniony na miejscu i podpisany przez Wykonawcę oraz Zamawiającego/Inspektora.

**3.2. Przechowywanie i wydawanie pobranych próbek**

Pobrane próbki, w szczególności te, w których zastosowano żywicę zawierającą styren, powinny być transportowane i przechowywane w szczelnych i trwałych opakowaniach.

Zamawiający ma prawo do zażądania zwrotu zbadanych próbek. Wykonawca może, za pośrednictwem Zamawiającego zażądać zwrotu próbek, które nie osiągnęły wartości określonych w umowie.

Wydanie próbek bezpośrednio Wykonawcy jest niedopuszczalne.

Wydanie próbek osobom trzecim wymaga jednoznacznej zgody Zamawiającego.

Przebadane próbki są przechowywane przez laboratorium badawcze przez okres ustalony z Zamawiającym, a po jego upływie zostają zutylizowane zgodnie z obowiązującymi przepisami.

**4. Identyfikacja próbki oraz dokument dołączony do próbki**

Dokument towarzyszący dołączony do próbki powinien zawierać wszystkie dane materiałowe oraz informacje dotyczące miejsca oraz sposobu pobrania próbki. Upoważniony do składania podpisów przedstawiciel firmy wykonawczej jest zobowiązany do sprawdzenia zapisów dotyczących identyfikacji próbki pod względem ich kompletności i prawdziwości oraz do potwierdzenia powyższego swoim podpisem.

Dokument towarzyszący dołączony do próbki zostaje wypełniony na miejscu, po pobraniu próbki, wspólnie przez przedstawiciela inwestora i firmy wykonawczej. Prawidłowość danych zostaje potwierdzona po wspólnej kontroli poprzez podpisy złożone przez obydwie strony umowy. Niezależnie od tego, na Zleceniodawcy spoczywa odpowiedzialność za późniejsze zlecenie dodatkowych badań.

Oryginał dokumentu towarzyszącego dołączonego do próbki jest przechowywany u Zleceniodawcy. Wykonawca otrzymuje jego kopię. Kolejna kopia zostaje przesłana wraz z próbką do instytucji badawczej.

W celu jednoznacznej identyfikacji na numerowanych próbkach powinny być złożone podpisy przedstawiciela inwestora i firmy wykonawczej, a sama próbka powinna zostać sfotografowana z uwidocznieniem złożonych podpisów.

**5. Badania prowadzone na obiekcie**

**5.1. Inspekcja CCTV**

Za przeprowadzenie inspekcji video (CCTV) odpowiedzialny jest Zleceniodawca i wskazany prze niego Wykonawca inspekcji.

Pierwsza inspekcja CCTV przeprowadzana jest przed dopuszczeniem rurociągu do eksploatacji – przed i po wykonaniu połączeń z przewodami bocznymi (jeśli zadanie obejmuje ich wykonanie). Wskazane jest przeprowadzenie inspekcji po badaniu szczelności, jeszcze przed badaniami laboratoryjnymi (zobacz zalecany algorytm postępowania - rozdział 7.1)

Inspekcję należy przeprowadzić zgodnie z zasadami podanymi w normie PN-EN 13508-1:2013-04 [3] i wytycznymi DWA M 149-5 [4] w zakresie dotyczącym zasad prowadzenia inspekcji.

W trakcie prowadzenia badań zapewniona ma być odpowiednia do rodzaju zestawu inspekcyjnego, sposobu rejestracji obrazu i warunków panujących w kanale maksymalna prędkość jego przejazdu przez przewód oraz centrowanie w stosunku do osi kanału położenia obiektywu kamery rejestrującej obraz.

Należy stosować kamery o dwóch osiach obrotu lub kamery skanujące.

Rejestrowany w trakcie przejazdu obraz ma być kolorowy i należycie doświetlony, o rozdzielczości min. 720 x 576 pikseli (należy to odpowiednio interpretować w przypadku stosowania systemów skanujących, w zależności od przyjętego tu rozwiązania technicznego). Zalecana jest wyższa rozdzielczość rejestrowanego obrazu np. 1330 x 1000 pikseli.

Badanie należy przeprowadzić w przewodzie z czystą (niezabrudzoną) wykładziną. Jeśli z jakiś powodów występuje zabrudzenie wykładziny, należy przed inspekcją dokonać jej ciśnieniowego czyszczenia.

Należy opisać, wykonać zdjęcia i jednoznacznie określić położenie wszystkich obserwowanych odstępstw (potencjalnych wad) w poddanym renowacji przewodzie (na wykładzinie).

Należy tu wymienić w szczególności[[2]](#footnote-2):

* lokalne odbarwienia powierzchni wykładziny;
* wycieki, zawilgocenia powierzchni, wykroplenia wody;
* wycieki żywicy i nierówności powierzchni spowodowane lokalnym nagromadzeniem żywicy;
* pęcherze powietrzne i miejsca braku żywicy pod folią;
* nierówności powierzchni wewnętrznej w postaci fałd podłużnych i poprzecznych;
* podłużne wybrzuszenia powierzchni wewnętrznej o różnej wielkości;
* lokalne owalizacje i poprzeczne wybrzuszenia (deformacje) wykładziny.

Rejestracji podlegają również naniesione przez producenta oznaczenia rękawa.

W przypadku badania rękawa, w którym wycięto otwory i wykonano podłączenia do przewodów bocznych (przyłączy) należy każde z tych miejsc starannie zinwentaryzować (zapewniając możliwość jego późniejszej lokalizacji), w tym wykonać dokumentację fotograficzną.

W przypadku wykonania połączeń rękawa ze studzienkami, należy wykonać dokumentację fotograficzną połączeń wraz każdorazowym opisem umożliwiającym lokalizację danego połączenia.

Rejestracji podlegają cechy charakterystyczne rozwiązania, związane np. z prowadzeniem kabli i przewodów różnego przeznaczenia w przewodzie, wbudowane w wykładzinę, itp.

Inspekcję CCTV należy przeprowadzić przez montażem ew. elementów (urządzeń) zasłaniających powierzchnię linera.

Zalecane jest, aby w ramach inspekcji CCTV dokonać laserowego pomiaru deformacji przekroju poprzecznego odcinka poddanego renowacji. Wariantowo, jeśli wykonawca badania deklaruje takie możliwości, dopuszczalne są inne metody pomiaru deformacji wykładziny.

Biorąc pod uwagę rozbieżności w dokładności pomiaru odcinkowego i punktowego deformacji wykładziny, szczególną uwagę należy zwrócić na możliwość określenia deformacji wykładziny w strefach wyciętych otworów oraz miejsc występowania owalizacji i fałd podłużnych w wykładzinie.

Wynikiem inspekcji jest obraz wnętrza linera obejmujący cały badany odcinek, zapisany na przyjętym nośniku przynajmniej w formacie MPEG2 oraz odpowiednio zapisany i wydrukowany raport inspekcyjny zgodny z zaleceniami normy PN EN lub/i wytycznej DWA. Raport inspekcyjny powinien również zawierać informacje o przebiegu deformacji przekroju poprzecznego w badanym odcinku przewodu (na całej długości), z możliwością ilościowej interpretacji wyniku z dokładnością przynajmniej 1% jego średnicy. Wymóg ten może być pominięty w sytuacji problemów technicznych w pomiarze on-line np. dla przekrojów innych niż kołowe.

W przypadku przewodów uznanych za strategiczne dla funkcjonowania sieci, pominięcie pomiarów przekroju poprzecznego wykładziny jest niedopuszczalne.

Uwaga: W przypadkach wątpliwych, w celu odpowiedniej interpretacji wyników inspekcji (zarejestrowanego obrazu wad i odstępstw) należy dysponować obrazem (inspekcją TV) wnętrza przewodu macierzystego przygotowanego do instalacji rękawa (najlepiej bezpośrednio przed instalacją), wykonaną przez jedną ze stron zadania. Obowiązek wykonania takiej inspekcji powinien być zakładany w każdym przypadku, istotny jest zaś szczególnie dla przewodów macierzystych w III stanie technicznym. W tym przypadku istotne są informacje o wstępnej deformacji przekroju poprzecznego przewody macierzystego.

**5.2. Próba szczelności**

Za przeprowadzenie próby szczelności przewodu odpowiedzialny jest Zleceniodawca i wskazany prze niego Wykonawca próby.

Próbę szczelności należy wykonać zgodnie z normą PN EN 1610 [5] (dla przewodów systemu kanalizacyjnego) i z normą PN-B-10725:1997 [6] (dla przewodów systemu wodociągowego).

Zalecane jest przeprowadzenie próby przed wykonaniem otworów w ściance wykładziny (np. dla przyłączy), lecz po pobraniu próbek do badań laboratoryjnych bezpośrednio ze ścianek i po zaślepieniu powstałych tak otworów (jeśli próbki były pobierane ze ścianek - zazwyczaj przy średnicach większych niż DN 600).

Zalecane jest przeprowadzenie badania odcinkowego szczelności, gdy wykonano już odpowiednie wycięcia i połączenia wykładziny ze studzienkami lub innymi urządzeniami umieszczonymi na przewodach (wymuszającymi przecinanie i podział wykładziny na fragmenty - tzw. odcinkowanie, nie rozważa się tu wycinania otworów pod np. przyłącza). Dopuszczalne jest przeprowadzenie badań przed wycięciem utwardzonych fragmentów wykładziny w studzienkach (urządzeniach) pomiędzy punktem początkowym i końcowym odcinka przewodu, który poddano renowacji jedną wykładziną, pod warunkiem rozważenia wpływu tak prowadzonego badania na uzyskane wyniki. Decyzję o takim prowadzeniu badania należy potwierdzić odpowiednim wpisem w dokumentacji.

Uzyskanie pozytywnego wyniku z odcinkowej próby szczelności nie uzasadnia rezygnacji z przeprowadzenia laboratoryjnych badań wykładziny na przesiąkania (pkt. 6.1.5).

Uzyskanie negatywnego wyniku z odcinkowej próby szczelności jest dyskwalifikujące dla badanej wykładziny. Dalsze badania (jeśli będą prowadzone) powinny zmierzać do wykrycia przyczyny tego stanu, a w następstwie do przeprowadzenia działań, które ostatecznie pozwolą na uzyskanie wyniku pozytywnego odcinkowej próby szczelności.

Odcinkowa próba szczelności powiązana być powinna z dodatkowymi badaniami, związanymi ze stwierdzenie szczelności odcinka poddanego renowacji, już po wykonaniu dla niego połączeń z przewodami bocznymi (np. przyłączami). Wynika to z konieczności wykonania otworów w ściance wykładziny i ich odpowiednim do założeń projektu wykończeniu.

Celowe jest uzgodnienie i pisemne potwierdzenie warunków przeprowadzenia tego etapu badań między Zleceniodawcą i Wykonawcą.

W celu potwierdzenia szczelności rozwiązania po wykonaniu otworów, rozważyć należy podanie niżej warianty postępowania (warianty badań). Pozwoli to na wnioskowanie o poprawności rozwiązania, zwłaszcza zaś o szczelności przejść między wykładziną a przyłączem.

Rozważyć należy i dokonać wyboru:

S1) powtórnego przeprowadzenia odcinkowej próby szczelności wg [5] po odpowiednim uszczelnieniu na czas próby stref (przyłączy) powyżej wpięcia,

S2) przeprowadzenia próby szczelności wg [5], poddając badaniu jedynie strefy wywierconego otworu i przyłącza,

S3) przeprowadzenia próby na infiltrację lub eksfiltrację, zakładając zerowy dopływ lub ubytek wody w czasie próby [6],

S4) wykonania obserwacji i inwentaryzacji obszaru połączeń w ramach inspekcji video (CCTV).

S5) przeprowadzanie badań alternatywną metodą np. z użyciem elektroskaningu (p. 7.2.)

Uwagi:

Dla S1: możliwe jest założenie przeprowadzenia wyłącznie tego badania, jako wystarczającego do stwierdzenia szczelności utwardzonej w przewodzie wykładziny (bez przeprowadzania badania szczelności wykładziny przed wykonaniem otworów). Należy przy tym uwzględnić, że jest to badanie trudniejsze w wykonaniu i stwarza ryzyko trudności w rozróżnieniu czy nieszczelność wynika z błędu w strefie połączenia z przyłączem czy z wad samej wykładziny. Niemniej, szczególnie w sytuacji nielicznych otworów w wykładzinie, przyjęcie tego podejścia może być uzasadnione.

Dla S4: niezbędne jest dokonanie szczególnie starannych (ponadstandardowe) oględzin rozważanych miejsc, z ich dokładną rejestracją i opisem w ramach protokołu inspekcji CCTV. Zalecany jest zapis obrazu obserwowanego obszaru z rozdzielczością nie mniejszą niż 1.330 x 1.000 pikseli, z jego dobrym oświetleniem i ukazaniem wszystkich stref wycięcia i wykończenia wykładziny (lub innego rozwiązania technicznego zastosowanego dla połączenia wykładziny z przyłączem).

Ten wariant postępowania może być elementem inspekcji CCTV zgodnie z punktem 5.1 lub może być przeprowadzony niezależnie.

Norma [5] podaje wartości ciśnień próbnych dla próby powietrznej L dla przewodów o średnicy do DN 1000. Kanały o większych średnicach można badać po zastosowaniu odpowiednio zwiększonych parametrów. Uzyskać to można, wykonując odpowiednią interpolację na podstawie wartości normowych. Ze względów bezpieczeństwa dla przewodów o większych średnicach zalecane jest przeprowadzane badań dla mniejszych wartości ciśnienia próbnego (przyjmując dłuższy czas badania, próby LA lub LB).

W uzasadnionych przypadkach (zalecane pisemne uzasadnienie), dla przewodów większych niż DN 1000, szczególnie zaś dla przewodów o większych wymiarach i o przekrojach poprzecznych innych niż kołowe, konieczna być może rezygnacja z badań szczelności wg [5], [6] na rzecz inspekcji CCTV, przeprowadzonej z należytą starannością, na podstawie której można wnioskować o szczelności badanego odcinka. W przypadku takim wnioskowanie powinno być przeprowadzone przez eksperta doświadczonego w analizie stanu technicznego przewodów.

# 6. Badania laboratoryjne

## 6.1. Badania standardowe

### 6.1.1.Kwalifikacja dostarczonych próbek

Wszystkie dostarczone do laboratorium próbki przed ich zbadaniem należy poddać kwalifikacji.

Kwalifikacja polega na sprawdzeniu czy próbki spełniają wymagania normowe szczególnie pod względem parametrów geometrycznych oraz wad materiałowych takich jak rozwarstwienia, pofałdowania, nadlewki żywicy, niepełne utwardzenie itp.

Próbki, które nie przeszły kwalifikacji zostają zwrócone Zamawiającemu lub zutylizowane na jego prośbę.

**6.1.2.Pomiar grubości rzeczywistej**

Pomiar grubości rzeczywistej ma na celu określenie średniej grubości ścianki próbki lub próbek badawczych. Pomiar ten wykonywany jest dla każdej próbki badawczej.

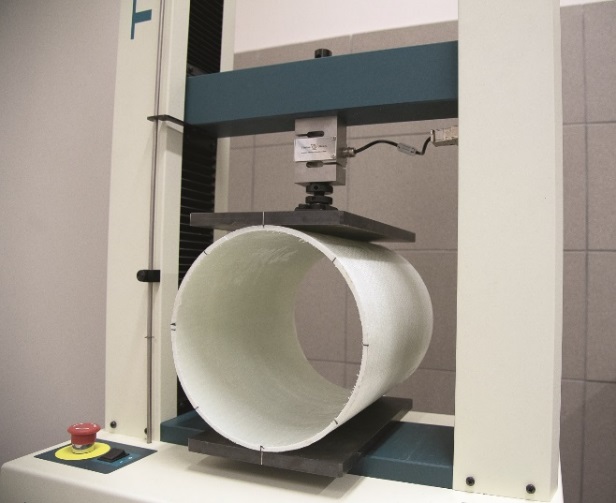
Sposób wykonywania pomiaru uzależniony jest rodzaju/kształtu próbki badawczej dla danego rodzaju testu i został podany w kolejnych punktach.



*Rys.6.1. Pomiar grubości próbki badawczej*

**6.1.3.Test sztywności obwodowej**

Oznaczenie początkowej, właściwej sztywności obwodowej wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 1228:1999 [7].



*Rys.6.2. Test sztywności obwodowej*

#### 6.1.3.1.Próbki badawcze

Próbki badawcze stanowią odcinki rur wycięte z utwardzonego rękawa CIPP. Końce próbek powinny być gładkie i prostopadłe do osi odcinka rury.

Wzdłuż próbki badawczej po jej wewnętrznej lub zewnętrznej stronie w równych odstępach co 60° po ich obwodzie powinny być naniesione linie odniesienia.

**6.1.3.2. Grubość ścianki próbki badawczej**

Zgodnie z normą PN-EN 1228:1999 grubość ścianki próbki należy pomierzyć na każdym z oznaczonych końców linii odniesienia z dokładnością +/- 0,2 mm.

Średnią grubość ścianki em należy obliczyć jako średnią z 12 pomiarów i podać w metrach.

Niedopuszczalne jest szlifowanie powierzchni próbki np. dla usunięcia nadmiaru żywicy. Zewnętrzna warstwa żywicy nie może przekraczać 20% grubości kompozytu. W przypadku grubszych zewnętrznych warstw żywicy należy zrezygnować z badania próbki.

#### 6.1.3.3. Długość próbki badawczej

Wymagana długość próbki badawczej została podana normie PN-EN ISO 11296-4:2018-03 [2] w punkcie 8.5, tabela 5.

Zgodnie z normą PN-EN 1228:1999 długość próbki badawczej należy pomierzyć wzdłuż linii odniesienia z dokładnością +/- 0,2 mm.

Średnią długość próbki L należy obliczyć jako średnią z 6 pomiarów i podać w metrach.

#### 6.1.3.4. Metoda badawcza

Norma PN-EN 1228:1999 dopuszcza zastosowanie jednej z dwóch metod badawczych tj. metodę A lub metodę B.

W metodzie A do próbki przykłada się obciążenie powodujące jej odkształcenie względne 3% +/- 0,5% i utrzymuje się je przez określony czas a następnie określa się odkształcenie końcowe.

W metodzie B do próbki przykłada się określone w normie obciążenie początkowe i utrzymuje się wywołane przez nie odkształcenie na stałym poziomie przez określony czas. Następnie określa się przyłożone obciążenie końcowe.

#### 6.1.3.5.Urządzenie kontrolne

Do wykonywania badań dopuszczone są jedynie urządzenia kontrolne, które są zgodne z wymaganiami normy PN-EN 1228:1999.

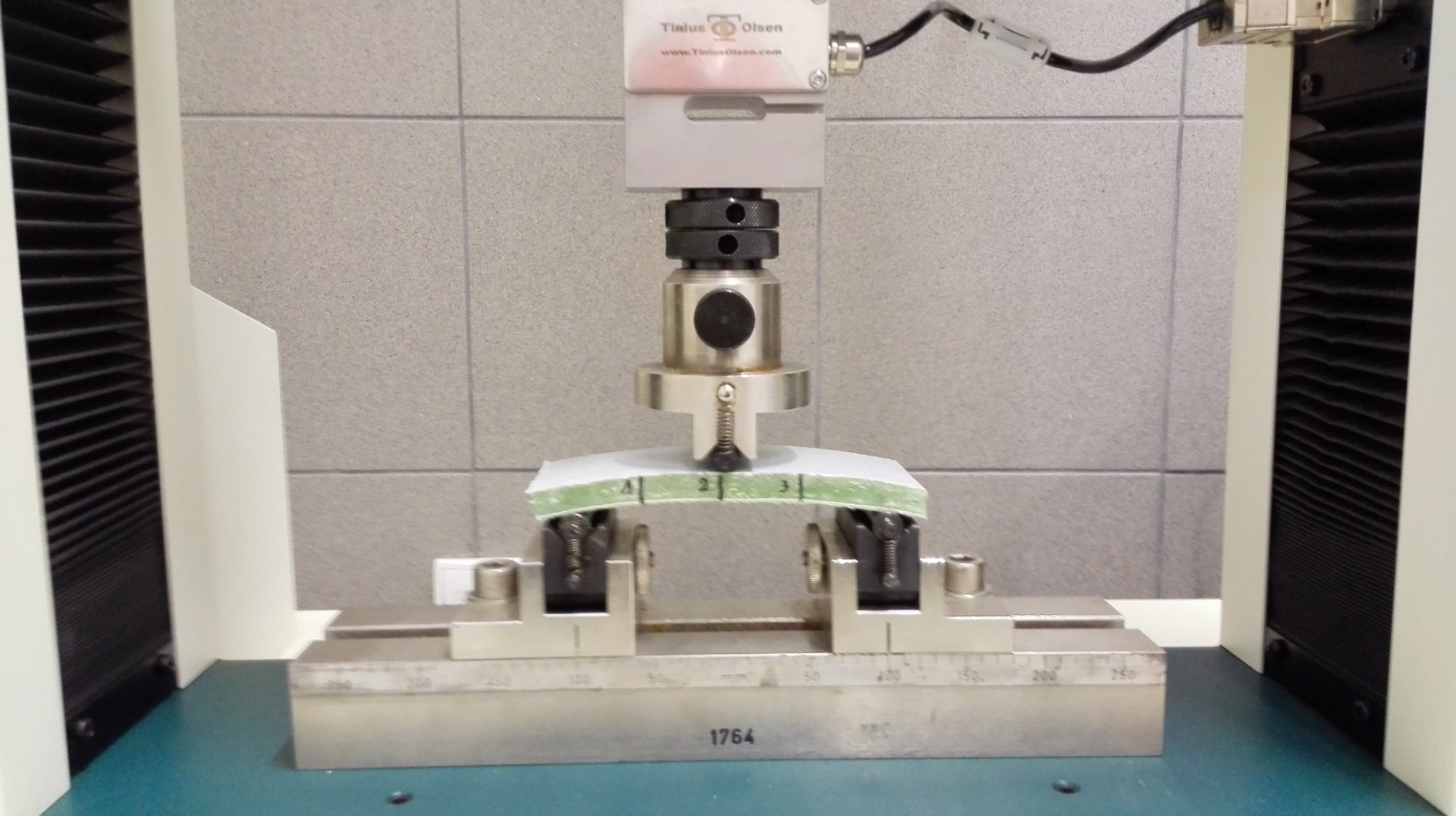
#### 6.1.3.6. Przyłożenia obciążenia i pomiar odkształcenia

Zgodnie z PN-EN 1228:1999 punkt 4.2 powierzchnie przyłożenia obciążenia do próbki badawczej powinny stanowić dwie płyty, dwie belki lub jedna płyta i jedna belka.

Przyłożenie obciążenia i pomiar odkształcenia powinny być wykonane zgodnie z normą PN-EN 1228:1999 punkt 7.3. Siła wstępna to 5 N.

**6.1.4.Test trójpunktowego zginania**

Oznaczenie właściwości przy zginaniu wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN ISO 14125:2001 [8] lub PN-EN ISO 178:2011 + A1:2013-06 [9] oraz normą PN-EN ISO 11296-4:2018-03 [2].



*Rys.6.3. Test trójpunktowego zginania*

#### 6.1.4.1. Forma i wymiary próbki utwardzonego rękawa

Zgodnie z normą PN-EN ISO 11296-4:2018-03 testy na próbkach powinny odbywać się w kierunku obwodowym.

Jeżeli różnica w wysokości (V) pomiędzy punktem środkowym nieobciążonej próbki a wysokością jej punktów podparcia przekracza 0,07 x L1, przy czym L1 jest to odległość pomiędzy punktami podparcia, to wówczas test trójpunktowego zginania w kierunku obwodowym nie jest zgodny z normą. Należy tutaj przeprowadzić test sztywności obwodowej zgodnie z PN-EN 1228:1999 lub test trójpunktowego zginania w kierunku osiowym zgodnie z tabelą B.1 w PN-EN ISO 11296-4:2018-03. W takim przypadku sposób postępowania należy uzgodnić z Zamawiającym.

#### 6.1.4.2. Próbki badawcze

Próbki badawcze stanowią najczęściej wycinki w kierunku obwodowym z utwardzonego rękawa CIPP zgodnie z PN-EN ISO 11296-4:2018-03 punkt B.3.1. Krawędzie próbek do badań pobranych wzdłużnie powinny być wycięte równolegle do siebie.

Badaniu poddaje się co najmniej pięć kształtek dla wymaganego kierunku.

**6.1.4.3. Grubość ścianki próbki badawczej**

Grubość ścianki próbki badawczej em powinna być określona w wyniku jej pomiaru w sześciu punktach w obrębie środkowego odcinka długości próbki podzielonej na trzy części jej rozpiętości zgodnie z PN-EN ISO 11296-4:2018-03 załącznik B, rysunek B.3, z użyciem przyrządu pomiarowego o dokładności ± 0,01 mm.

Przed dokonaniem pomiarów z próbki badawczej należy usunąć folię zewnętrzną i wewnętrzną oraz warstwę nadmiaru żywicy. Zewnętrzna warstwa żywicy nie może przekraczać 20% grubości kompozytu. W przypadku grubszych, zewnętrznych warstw żywicy, należy zakwalifikować próbkę jako nie nadającą się do badania.

Zgodnie z normą PN-EN ISO 11296-4:2018-03, B.4.1, jeżeli jakikolwiek pojedynczy wynik pomiaru grubości próbki badawczej różni się więcej niż o 10% od średniej grubości próbki, to taką próbkę należy zakwalifikować jako nie nadającą się do badania a w jej miejsce powinna być wybrana losowo inna próbka.

Średnia grubość próbki badawczej podawana jest w mm z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

#### 6.1.4.4. Szerokość i długość próbki badawczej

Szerokość pojedynczej próbki badawczej o orientacji obwodowej musi wynosić 50 +/-1 mm. W przypadku osiowego pobrania próbki, jej szerokość powinna być zgodna z PN-EN ISO 11296-4:2018-03, tabela B.1.

Długość próbki badawczej określana jest ze wzoru I ≥ L + 4 x em gdzie L oznacza poziomą rozpiętość pomiędzy środkami podpór (L=16 x em).

#### 6.1.4.5. Urządzenie kontrolne

Do wykonywania badań dopuszczone są jedynie urządzenia kontrolne, które są zgodne z wymaganiami norm PN-EN ISO 14125:2001, PN-EN ISO 178:2011 + A1:2013-06, oraz normy PN-EN ISO 11296-4:2018-03 załącznik B oraz niniejszych wytycznych.

#### 6.1.4.6. Przyłożenia obciążenia i pomiar odkształcenia

Przed rozpoczęciem obciążania próbki badawczej należy ułożyć ją prostopadle do podpór i usytuować tak, aby linia środkowa leżała z dokładnością ± 0,5 mm od linii działania krawędzi trzpienia obciążającego.

Podczas badania zakrzywionych próbek obwodowych zarówno obie podpory, jak również krawędź obciążająca określona w PN-EN ISO 14125:2001, punkt 5.1.3 tablica 2 lub PN-EN ISO 178:2011 + A1:2013-06, punkt 5.3 powinny mieć kształt walca lub połowy walca o promieniu (5 ± 0,1) mm.

Odległość pomiędzy podporami każdego badania należy zmierzyć z dokładnością ± 1 mm za pomocą suwmiarki.

Błąd odczytu siły oraz ugięcia nie powinien przekraczać 1% w stosunku do rzeczywistej wartości.

Prędkość obciążenia zgodnie z PN-EN ISO 14125:2001, punkt 5.1.2 tablica 1 lub PN-EN ISO 178:2011 + A1:2013-06, punkt 8.5 wynosi 10 mm/min a obciążenie początkowe 5 N.

**6.1.5. Badania na przesiąkanie**

Badanie szczelności na przesiąkanie wody przez próbki utwardzonych rękawów CIPP z wykorzystaniem podciśnienia dotyczy jedynie niewielkich ich powierzchni i nie może stanowić metody zastępczej dla badania szczelności zgodnej z normą PN-EN 1610:2015-10 [3]. Badania należy przeprowadzić zgodnie z podanymi niżej zasadami.

#### 6.1.5.1. Urządzenia kontrolne i metoda kontroli

Urządzenie kontrolne składa się kolby szklanej podłączonej wężem elastycznym do pompy podciśnieniowej z płynną regulacją podciśnienia.

* Kontrola szczelności jest przeprowadzana w trzech miejscach próbki.
* Badanie należy przeprowadzić w temperaturze pokojowej (23 ± 5°C).
* Próbki należy wcześniej przechowywać przez co najmniej 4 godziny w temperaturze pokojowej.

#### 6.1.5.2. Pobranie i przygotowanie próbki

* Reprezentatywna próbka powinna posiadać minimalne wymiary ok. (20 x grubość próbki) cm x 30 cm.
* Próbki powinny być pobrane na budowie pod nadzorem niezależnego eksperta lub inspektora nadzoru Zleceniodawcy.
* Grubość próbki badawczej należy pomierzyć cyfrową suwmiarką lub innym urządzeniem zapewniającym wymaganą dokładność pomiaru.
* Należy unikać uszkodzeń laminatu powłoki (nie dopuszcza się nacięć laminatu głębszych niż 0,3 mm w jego strukturę).
* Wykonywana jest siatka nacięć z każdorazowo dziesięcioma prostopadłymi do siebie nacięciami. Odległość między liniami cięcia wynosi 4 mm.

#### 6.1.5.3. Przeprowadzenie kontroli szczelności na przesiąkanie

* Należy wykonać 3 pojedyncze badania na każdej próbce badawczej.
* Powierzchnia kontrolna powinna mieć średnicę 45 mm ± 5 mm.
* Medium kontrolne zostaje umieszczone na wewnętrznej stronie próbki.
* Próbka badawcza po zewnętrznej swojej stronie poddana zostaje oddziaływaniu podciśnienia.
* Podciśnienie kontrolne: -0,5 bar ± 5%
* Czas trwania kontroli: 30 minut.
* Medium kontrolne: (zabarwiona) woda pitna, bez środków rozprężających.

#### 6.1.5.4. Wynik kontroli

Na żadnej z trzech kontrolowanych powierzchni próbki nie może przeciekać woda. Przejście cieczy testowej (krople, piana lub wilgoć) powinny być oceniane jako przeciek. Wynik badania może być jedynie jako „szczelny” lub „nieszczelny”.

Zabarwienia w laminacie są dopuszczalne.

**6.2. Badania zalecane**

**6.2.1. Przypadki prowadzenia badań**

Przeprowadzenie badań omówionych w tym rozdziale jest szczególnie wskazane w następujących przypadkach:

- renowacji jest poddawany rurociąg o strategicznym znaczeniu w systemie lub znajduje się na terenie wzmożonych oddziaływań np. szkód górniczych.

- rękaw pochodzi od nowego, nieznanego producenta,

- rękaw jest produktem charakteryzującym się nowymi rozwiązaniami konstrukcyjno-materiałowymi, nie sprawdzonym dotychczas w eksploatacji,

Niezależnie, badania pełzania zakłada się jako obligatoryjne w przypadkach podanych w punkcie 6.2.2.

**6.2.2. Badanie pełzania**

Niezależnie od przypadków podanych w punkcie 6.2.1.(przy ich uwzględnieniu), badania pełzania utwardzonego rękawa zaleca sięjako obowiązkowe w przypadku:

* rurociągów znajdujących się stale lub długotrwale pod poziomem zwierciała wody,
* rurociągów w III stanie technicznym
* rurociągów o przekroju kołowym i DN ≥ 600 w przypadku ułożenia na głębokości mniejszej niż umożliwienie powstania naturalnego przesklepienia w gruncie.
* wszystkich o alternatywnej geometrii (jajowych, dzwonowych, prostokątnych etc.)

Zalecane normy, stanowiące podstawę badania to: PN-EN 761:2001 [10] oraz PN-EN ISO 899-2:2005 [11].

Pozyskiwanie i przygotowanie próbki do badań, oznaczenie wymiarów, oprzyrządowanie kontrolne analogicznie do PN-EN ISO 14125:2001 [8] lub PN-EN ISO 178:2011 + A1:2013-06 [9] oraz PN-EN ISO 11296-4:2018-03 [2]’

Wzory dla obliczania naprężenia przy zginaniu i modułu sprężystości analogicznie do PN-EN ISO 14125:2001 [8] lub PN-EN ISO 178:2011 + A1:2013-06 i PN-EN ISO 11296-4:2018-03 ([9] i [2]), przy czym przy wyznaczaniu modułu sprężystości nie stosuje się nachylenia prostej, lecz każdorazowo wyznacza się parę wartości siła / ugięcie po upływie 1 godziny i 24 godzin.

|  |  |
| --- | --- |
| Obciążenie wstępne | 5 N |
| Ustalenie obciążenia próbki | Ugięcie początkowe:  Lv – odstęp pomiędzy podpórami  dm - średnia średnica rury |
| Rejestracja danych | Po upływie 1 godziny i 24 godzin. |

Wielkość pełzania po 24 godzinach zostaje ustalona najwcześniej po upływie 4 tygodni od wbudowania rękawa.



*Rys.6.4. Próba badania wytrzymałości na pełzanie zgodnie z EN ISO 899*

**6.2.3. Badania chemiczne**

**6.2.3.1. Analiza jakości żywicy (spektralna)**

Za pomocą analizy spektralnej sprawdzane jest, czy jakość zastosowanej żywicy jest zgodna z jakością żywicy przedstawionej w ofercie. Metoda ta ustala nie tylko skład jakościowy, lecz również ilościowy.

Dostawca rękawa, na zlecenie Wykonawcy przekazuje utwardzoną próbkę referencyjną do odpowiedniego laboratorium badawczego, posiadającego wzorce widma porównywalnych materiałów. Do tego laboratorium jest również przekazywana próbka pobrana z rękawa. Badania wykonuje się na podstawie dostarczonych do laboratorium próbki testowej pobranej z rękawa oraz próbki referencyjnej. Laboratorium badawcze sporządza widmo dla przekazanej próbki testowej oraz widmo dla próbki referencyjnej.

Inną dopuszczalną metodą jest porównanie otrzymanego widma FTIR z widmami wzorcowymi zawartymi w uznanych atlasach widm np. „Atlas of Polymer and Plastics Analysis Hummel/Scholl” lub Spectral Database for Organic Compounds SDBS (ang.). National Institute of Advanced Industrial Science and Technology [..]. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, czy badana żywica ma widmo zgodne lub zbliżone do widma zawartego w bazie materiału o określonym składzie.



*Rys.6.5. Analiza spektralna*

Do przeprowadzenia badań należy wybrać jednostkę dysponująca odpowiednim sprzętem oraz posiadająca akredytację (zgodnie z pkt. 2.3.2.).

Prezentacje otrzymanych wyników należy sporządzić przynajmniej w obszarze falowym: 600 - 2000 cm-1. Należy ustalić stopień zgodności dwóch widm - widma referencyjnego oraz widma z materiału pozyskanego z wykonanego rękawa. Widma kontrolne należy załączyć do protokołu z wynikami.

**6.2.3.2. Zawartość styrenu**

Zawartość resztkowego styrenu dostarcza informacji o utwardzeniu reagujących żywic zawierających styren. Niedogrzanie rękawa podczas procesu instalacyjnego może spowodować obniżenie parametrów wytrzymałościowych utwardzonej wykładziny i zwiększoną emisję nieprzereagowanego styrenu.

Zalecane normy, stanowiące podstawę badania to: DIN 53394-2 [12] oraz norma polska PN-86/C-89407 [13]

Metoda badania polega na ekstrakcji styrenu z próbki badanej żywicy lub wyrobu przy użyciu chloroformu z dodatkiem wzorca wewnętrznego, a następnie oznaczeniu wolnego styrenu metodą chromatografii gazowej.

Próbka powinna być pobrana z całej grubości rękawa, zewnętrzne powłoki należy usunąć. Do pobierania próbek próbki używany jest frez diamentowy, którego ostrze jest chłodzone wodą. Bardzo ważne jest wykonanie tej czynności bez zwiększenia temperatury próbki, co mogłoby się przyczynić do zmiany zwartości resztkowej styrenu w materiale.

Do przeprowadzenia badań należy wybrać jednostkę dysponująca odpowiednim sprzętem oraz posiadającą akredytację.

Wynik, zgodnie z normą DIN 53394-2, jest podawany jako udział masy styrenu resztkowego w [%]. Podany udział masy odnosi się do całej badanej próbki materiału rękawa.



*Rys.6.6. Oznaczenie zawartości styrenu zgodnie DIN 53394-2*

**6.2.4. Badanie składu wykładziny**

**6.2.4.1. Oznaczenie zawartości włókien, wypełniaczy i żywicy**

Zalecane normy, stanowiące podstawę badania to: EN ISO 1172:1996 [14] oraz norma polska PN-EN ISO 1172:2002 - wersja polska [15]

W normie PN-EN ISO 1172:2002 omówiono dwie metody (A i B) oznaczania zawartości włókna szklanego i napełniacza mineralnego w tworzywach sztucznych wzmocnionych włóknem szklanym, polegające na kalcynowaniu próbki w temperaturze od 500 stopni C do 600 stopni C. Ustalono zakres stosowania metody A do tworzyw nie zawierających napełniaczy i metody B do tworzyw zawierających zarówno włókno szklane jak i napełniacz mineralny. Określono tworzywa, do których żadna z metod nie ma zastosowania np. opartych na żywicy silikonowej

Norma ta ustala dwie metody kalcynowania w celu oznaczenia zawartości włókna szklanego i napełniacza mineralnego w tworzywach wzmacnianych włóknem szklanym.

Zastosowany sprzęt i metody badań są szczegółowo opisane w normie.

Przygotowanie próbki również opisano w punkcie 6 normy EN ISO 1172:1996.

W celu przedstawienie wyników należy podać zarówno wynik (masę) z badania końcowego materiału próbki, jak i materiału wyjściowego próbki w %, w odniesieniu do całkowitej masy próbki. Zastosowane napełniacze podawane są w dokumencie towarzyszącym próbki.

**7. Badania alternatywne i uzupełniające**

Możliwe jest rozszerzenie (uzupełnienie) zakresu badań terenowych i badań laboratoryjnych, jak również technik badawczych w nich stosowanych. (pkt. 2.6.).

(1) Jednoznacznie wymaganie rozszerzenie zakresu badań może dotyczyć rurociągów przeznaczonych do transportowania innych mediów (cieczy, par, gazów) niż ścieki komunalne lub woda przeznaczona dla gospodarstw domowych lub dla rurociągów pracujących w szczególnych warunkach zewnętrznych. Badania takie związane są z potwierdzeniem wymagań określonych przez projektanta, a dotyczących odporności rękawa na odziaływania np.:

- chemiczne (prowadzone medium lub oddziaływanie otoczenia),

- temperaturowe (praca wykładziny w podwyższonej lub obniżonej temperaturze),

- mechaniczne (np.: oddziaływania dynamiczne, ścieranie, kawitacja - wynikające z funkcji/przeznaczenia rurociągu),

- promieniowania UV i inne.

(2) Zalecanie rozszerzenia zakresu badań może dotyczyć szczególnie w przypadku:

- rurociągów o dużych średnicach lub/i przekrojach innych niż kołowy,

- rurociągach pracujących trudnych warunkach: np.: wymagających częstego czyszczenia, podlegających ścieraniu, w których dochodzi zagniwania ścieków,

- rurociągach w III stanie technicznym,

- rurociągów o strategicznym znaczeniu w systemie (sieci).

W uzasadnionych przypadkach możliwe jest również zastąpienie technik diagnostycznych wymienianych w wytycznej rozwiązaniami alternatywnymi, których zastosowanie pozwoli na uzyskanie danych jednoznacznie kwalifikujących uzyskane parametry wykładziny. Przykładowo, może dotyczyć sposobów pomiaru geometrii wykładziny lub jej szczelności. Przyjęte rozwiązanie dla badań alternatywnych musi jednak być potwierdzone dokumentacją (zaświadczeniami) uznanych państwowych instytucji badawczych co do skuteczności działania oraz weryfikowalnością uzyskiwanych wyników. Decyzja o zastosowaniu rozwiązań alternatywnych wymaga potwierdzenia w formie zapisu w zamówieniu na wykonanie badań przez Zleceniodawcę.

Podawane poniżej przykłady badań (chłonności wykładziny, szczelności, geometrii) nie wyczerpują pełnego zakresu potencjalnych rozwiązań. Wymienić należy dodatkowo badania twardości wykładziny, odporności na ścieranie, czyszczenie hydrodynamiczne, oddziaływanie temperaturowe.

**7.1. Chłonność (podatność na osmozę)**

Degradacja laminatu polimerowego pod wpływem środowiska jest wieloetapowym procesem prowadzącym do zmian w strukturze materiału, co wywołuje zmianę jego właściwości fizycznych, mechanicznych oraz wizualnych: przeźroczystości, koloru, połysku. Wpływ środowiska obejmuje czynniki chemiczne, temperaturę, czynniki biologiczne (wpływ organizmów żywych), promieniowanie (np. UV) i czynniki atmosferyczne łącznie (zmiany temperatury wilgotności, promieniowanie UV). Kompozyty polimerowe nie są rozpuszczalne w wodzie, ale są zdolne pochłaniać wodę w różnych ilościach zależnie od składu kompozytu, udziału osnowy, jej budowy chemicznej, siły adhezji osnowy i włókien, jakości strukturalnej kompozytu (ilości defektów – np. porów). Zjawiska związane z pochłanianiem wody (sorpcji) można podzielić na procesy adsorpcji na powierzchni polimeru i włókien oraz absorpcji, w których woda wnika w struktury polimeru lub warstwę powierzchniową włókien wywołując zmiany chemiczne.

Wnikanie wody w materiał zachodzi przez mechanizmy:

• dyfuzji – bezpośrednio do osnowy

• przepływu kapilarnego – do warstwy granicznej włókno/osnowa

• transportu cząsteczek wody przez mikropęknięcia.

W materiałach CIPP zalecana jest mała podatność na absorpcję wody, bo ona przekłada się później na ewentualną korozję chemiczną.

W normie PN-EN ISO 62:2008 [16] opisano sposób oznaczania chłonności wilgoci w kierunku "przez warstwę grubości" stałych tworzyw o kształcie płaskim i wygiętym. Opisano metody oznaczania ilości wody pochłoniętej przez próbki tworzywa, o określonych wymiarach, zanurzone w wodzie lub poddane działaniu wilgotnego powietrza w kontrolowanych warunkach.

Chłonność wody wyrażoną w procentach wagowych nazywa się nasiąkliwością wagową i definiuje się jako stosunek masy wody pochłoniętej przez próbkę do masy tej próbki w stanie suchym. Badanie chłonności (nasiąkliwości) materiałów polimerowych realizuje się w laboratorium stosując komory klimatyczne wg normy PN-EN ISO 62:2008 p. 6.3, 6.4, 6.6

Tworzywa sztuczne mogą gromadzić wodę na kilka sposobów. Znaczenie mają trzy rodzaje wilgotności: wilgotność powierzchniowa, kapilarna oraz wilgotność cząsteczkowa. Większość tworzyw ma własności higroskopowe (ABS, PC, PA, PET) i woda może penetrować do ich wnętrza, zarówno do granulatu jak i do płyt lub kształtek. Z punktu widzenia technologii przetwórstwa tworzyw wilgotność jest najbardziej niebezpieczna tam, gdzie wchodzi w grę przetwarzanie w warunkach podwyższonej temperatury. W laboratorium wodę oznacza się metodą wagowo-suszarkową.

**7.2. Elektroskaning**

Elektroskaning (Elektro Scan) to technologia opracowana do wyszukiwania i pomiaru defektów w rurach o ściankach nieprzewodzących prądu (np. CIPP). Technologia Electro Scan wykorzystuje przewodność ośrodka (pomiar przepływu prądu pomiędzy sondą umieszczoną na powierzchni terenu i drugą przemieszczającą się w badanym przewodzie) do automatycznego wyszukiwania miejsca, gdzie woda może przedostawać się przez ściany rury. Technologia oparta jest na metodzie geofizycznej, która bezpośrednio koreluje przepływ energii elektrycznej z przepływem wody - przeciekami przez ściankę. Metoda reprezentuje alternatywny sposób pomiarów i lokalizacji przecieków w celu wykrywania nieszczelności, zapewnia powtarzalną technikę lokalizowania i szacowania wydatków przez uszkodzenia ścianki rury. Pomiary wykonywane są automatycznie bez potrzeby ich dodatkowej interpretacji przez operatora. Metoda Electro Scan bazuje na normie ASTM F2550-13 (2018) [17].

Electro Scan opiera się na sprawdzaniu przewodności, a nie na obserwacji/ badaniu graficznym. Każda znaleziona wada otrzymuje oszacowanie (w jednostkach objętości na minutę) potencjalnej ilości wody, która może przez nią infiltrować. Podczas skanowania obszar wokół sondy jest otoczony wodą. Inspekcja może być wykonywana w tempie ok. 15 m/min, lokalizacja miejsca przecieku jest z dokładnością ok. 0,4 cala (1 centymetr). Dokumentowany jest początek i koniec miejsca infiltracji oraz szacowana jej objętość. Metoda nie pozwala na określenie miejsca infiltracji na obwodzie rury, tylko na lokalizację przekroju, w którym następuje wyciek.

Według aktualnych doświadczeń metoda bardzo dobrze uzupełnia obrazowanie za pomocą CCTV oraz może służyć do różnicowej kontroli przecieków przed i po wykonaniu modernizacji. Różnice w możliwościach CCTV i Elektro Scan (według doświadczeń producenta) są przedstawione w poniższej tabeli. Z uwagi na nieprzewodzące ścianki CIPP metodę można uznać za bardzo dobre uzupełnienie CCTV lub wręcz metodę pozwalającą na lokalizację miejsca w których wymagana jest inspekcja wizualna.

**7.3. Pomiary geometrii rurociągu - pomiary 3D, laserowe i mechaniczne narzędzia pomiarowe**

Przeprowadzenie pełnego pomiaru geometrii w trakcie inspekcji kanału jest podstawą do wykonania trójwymiarowego modelu odcinka kanalizacji przed i po wykonaniu CIPP. Model taki stanowi dobrą podstawę do prawidłowego zaprojektowania rękawa naprawczego oraz stanowi punkt odniesienia do kontrolowania jego geometrii bezpośrednio po wykonaniu i w późniejszych latach eksplantacji. Wykorzystanie pomiaru geometrii przed i po wykonaniu naprawy przewodu pozwala na określenie deformacji i przemieszczeń CIPP w stosunku do pomierzonej wcześniej powierzchni oczyszczonego przewodu. Przygotowany model zapisany cyfrowo pozwala (po wykonaniu kolejnych pomiarów) na analizę różnicową zmian geometrii wewnętrznej powierzchni CIPP. Stosowane są rozwiązania bazujące na pomiarze laserowym - jak w zestawach do inspekcji TV, oraz niezależnie, bazujące na pomiarze z użyciem tzw. chmury punktów (skaning laserowy 3D), ponadto bazujące na modelowaniu geometrycznym „Structure from Motion (SfM) - również określanym w słownictwie branżowym jako pomiar 3D, stosowane w zestawach skanujących do inspekcji TV. Zaletą prowadzenia pomiarów za pomocą skaningu laserowego i cyfrowego zapisu obrazu rurociągu jest możliwość dokonania automatycznego porównania za pomocą specjalistycznego oprogramowania. W trakcie analizy należy dokonać wskazania obszarów o różnicach w geometrii większych niż dopuszczalne do przeprowadzenia dalszych analiz. Przeprowadzenie numerycznej analizy eliminuje czynnik ludzki subiektywnej oceny zmian.

Laserowy pomiar geometrii może być skorelowany z innymi metodami oceny stanu CIPP takimi jak CCTV jak i elektroskaningiem (Elektro scan). Dużymi dokładnościami uzyskiwanych pomiarów charakteryzują się mechaniczne urządzenia kalibrujące, przemieszczane w rurociągu i zapisujące ruch ramion stykających się z powierzchnią ścianki, w celu przeformatowania go w obraz profilu podłużnego i przekroju poprzecznego przewodu.

**8. Załączniki**

8.1. Algorytm blokowy postępowania

8.2. Formularz poboru próbek

8.3. Tabela wyników

8.4. Katalog obrazów (wady wykładziny)

8.5. Normy i wytyczne

[1] PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02: Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących.

[2] PN-EN ISO 11296-4:2018-03: Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do renowacji podziemnych bezciśnieniowych sieci kanalizacji deszczowej i sanitarnej -- Część 4: Wykładanie rękawami utwardzanymi na miejscu.

[3] PN-EN 13508-1:2013-04: Badania i ocena zewnętrznych systemów kanalizacji deszczowej i sanitarnej -- Część 1: Wymagania podstawowe.

[4] DWA Merkblatt 149-5: Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden. Teil: Optische Inspektion, marzec 2010.

[5] PN-EN 1610:2015-10: Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych.

[6] PN-B-10725:1997: Wodociągi -- Przewody zewnętrzne -- Wymagania i badania.

[7] PN-EN 1228:1999: Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych -- Rury z termoutwardzalnych tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknem szklanym (GRP) -- Oznaczanie początkowej właściwej sztywności obwodowej.

[8] PN-EN ISO 14125:2001: Kompozyty tworzywowe wzmocnione włóknem -- Oznaczanie właściwości przy zginaniu.

[9] PN-EN ISO 178:2011 + A1:2013-06: Tworzywa sztuczne -- Oznaczanie właściwości przy zginaniu. *Zastąpiona przez PN-EN ISO 178:2019-06*

[10] PN-EN 761:2001: Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych. Rury z utwardzalnych tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknem szklanym (GRP). Oznaczenie współczynnika pełzania w powietrzu

[11] PN-EN ISO 899-2:2005: Tworzywa sztuczne - Oznaczanie charakterystyki pełzania - Część 2: Pełzanie podczas zginania przy trzypunktowym obciążeniu.

[12] DIN 53394-2: Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung von monomerem Styrol in Reaktionsharzformstoffen auf Basis von ungesättigten Polyesterharzen; Gaschromatographisches Verfahren

(Oznaczanie monomerycznych styrenów w żywicach jonowymiennych na bazie nienasyconych żywic poliestrowych. Metoda chromatografii gazowej).

[13] PN-86/C-89407: Utwardzone nienasycone żywice poliestrowe. Oznaczanie wolnego styrenu metodą chromatografii gazowej

[14] EN ISO 1172:1996: Textile-glass-reinforced plastics - Prepregs, moulding compounds and laminates - Determination of the textileglass and mineral-filler content - Calcination methods

[15] PN-EN ISO 1172:2002: Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym -- Preimpregnaty, tłoczywa i laminaty -- Oznaczanie zawartości włókna szklanego i napełniacza mineralnego -- Metody kalcynowania

[16] PN-EN ISO 62:2008: Tworzywa sztuczne -- Oznaczanie absorpcji wody.

[17] ASTM F2550 - 13(2018): Standard Practice for Locating Leaks in Sewer Pipes By Measuring the Variation of Electric Current Flow Through the Pipe Wall.

1. w wytycznej uznaje się równoznaczne pojęcia wykładziny i rękawa CIPP, stosuje się je zamiennie. [↑](#footnote-ref-1)
2. W załączniku 8.4. będzie przedstawiono katalog uszkodzeń charakterystycznych świadczących lub mogących świadczyć o wadzie rękawa CIPP (obecnie w trakcie przygotowania) [↑](#footnote-ref-2)