



# **WYTYCZNE ODBIORÓW PRAC RENOWACYJNYCH W TECHNOLOGII CIPP**

# Spis treści

## 1. Wstęp

## 2. Postanowienia ogólne

- 2.1. Cel i zakres opracowania
- 2.2. Definicje pojęć
- 2.3. Podstawy umowy
  - 2.3.1 dla badań terenowych
  - 2.3.2 dla badań laboratoryjnych
- 2.4. Kwalifikacje zawodowe laboratorium
- 2.5. Przekazanie zlecenia osobom trzecim
- 2.6. Przekazanie i prezentacja wyników badania

## 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 poddanym renowacji

- 5.1 Inspekcja CCTV
- 5.2 Próba szczelności
- 5.3 Kwalifikacje zawodowe laboratorium, przekazanie zlecenia osobom trzecim

## 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 Badanie pełzania

6.2.2. Badania chemiczne

6.2.2.1. Analiza jakości żywicy (spektralna)

6.2.2.2. Zawartość styrenu

6.2.3 Badanie składu wykładziny

6.2.3.1 Oznaczenie zawartości włókien, wypełniaczy i żywicy

6.2.4 Inne

6.2.4.1 Chłonność (podatność na osmozę),

6.2.4.2 Elektroskanning

6.2.4.3 Laserowy pomiar geometrii w trakcie inspekcji

## 7. Załączniki

6.1 Algorytm blokowy postępowania

6.2 Formularz poboru próbek

6.3 Tabela wyników

6.4 Katalog obrazów – nieprawidłowości (w odniesieniu do stanu pierwotnego)

6.5 Normy

6.6 Literatura

### 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.

Jest to zgodne z szeroko rozumianym budownictwem zrównoważonym i ekologicznym. Dodatkowo 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.

Rękawy CIPP jako element konstrukcyjny powinny zostać zaprojektowane z uwzględnieniem ich parametrów geometrycznych, wytrzymałościowych oraz oddziałujących obciążeń. Niniejsze wytyczne stanowią zbiór zasad wykonywania tego typu prac, mające na celu określenie spełnienia tych warunków.

Rękawy CIPP, w przeciwieństwie do rur wyprodukowanych fabrycznie, dopiero po ich utwardzeniu na miejscu budowy uzyskują 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 należy przeprowadzać przez niezależną instytucję na zlecenie inwestora.

Badanie materiałowe pobranych na miejscu próbek stanowi zasadniczy element zapewnienia jakości przy renowacji przewodów kanalizacyjnych z użyciem rękawów CIPP. Dostarczają 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 – A. Kolonko**

### **2.1. Cel i zakres opracowania**

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

Celem niniejszego opracowania jest 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.

## 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

### 2.3.1. Dla badań terenowych

Zleceniodawca zamawia wykonanie badań terenowych obejmującej inspekcję TV oraz próbę szczelności w firmie dysponującej odpowiednim sprzętem oraz wykazującą się niezbędnym doświadczeniem potwierdzonym referencjami.

### 2.3.2. Dla badań laboratoryjnych

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 2 oraz załącznik nr 1). Dla badań laboratoryjnych oprócz wymagań określonych w normach obowiązują kryteria przedstawione w niniejszych wytycznych.

W przypadku informacji wstępnej, podanej z co najmniej tygodniowym wyprzedzeniem badania 3-punktowego zginania lub wyznaczenie początkowej sztywności obwodowej oraz badanie szczelności, 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 należy przekazać: (decyduje zleceniodawca):

- jednocześnie wykonawcy i zleceniodawcy,
- wyłącznie zleceniodawcy.

Wyniki badań materiałowych są własnością zleceniodawcy i ewentualne wykorzystanie wyników wymaga jego zgody.

## 2.4. Kwalifikacje zawodowe laboratorium

### Akredytacja

Laboratorium badawcze powinno posiadać akredytację Polskiego Centrum Akredytacji. Niezbędne minimum to posiadanie akredytacji zgodnie z PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 na wszystkie zlecone badania materiałowe oraz powiązane z nimi krajowe i międzynarodowe normy.

### Uzupełnienie do dokumentów dopuszczających

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.

Wyżej wymienione kwalifikacje 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.

## **2.5 Przekazanie zlecenia osobom trzecim**

Laboratorium akredytowane, do którego skierowano zlecenie na wykonanie badań może ich część podzlecić innemu laboratorium także akredytowanemu. Jednocześnie pierwszy zleceniobiorca bierze na siebie odpowiedzialność za prawidłowość wykonanych badań i uzyskanych wyników.

## **2.6. Przekazanie i prezentacja wyników badania**

Wyniki z przeprowadzonych badań powinny być zawarte w raporcie kontrolnym zleceniobiorcy, który zawiera wymienione w punkcie 4 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 jeden z przedstawionych w punkcie 3 przepisów kontrolnych różni się będzie od wytycznych, to wówczas należy to jednoznacznie wykazać i uzasadnić w raporcie kontrolnym zgodnie z punktem 4.

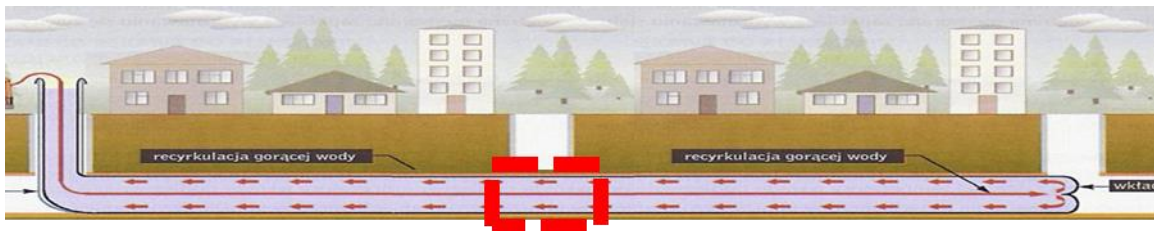
Jeżeli dostarczona do laboratorium badawczego próbka pod względem formy i geometrii nie spełnia warunków określonych w wytycznych wymienionych w punkcie 3 wówczas należy o tym niezwłocznie poinformować zleceniodawcę i wyjaśnić, czy badanie mimo tego ma zostać przeprowadzone.

## **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 zaleca się, aby próbki pobierane do badań laboratoryjnych były formowane poprzez ograniczenie 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 studziencie włazowej zamiast na jednym z końców instalacji.



Rys.3.1. Optymalne miejsce pobrania próbek

Pobieranie próbek formowanych w pośrednich studzienkach włączonych 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.

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.

### 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 poddanym renowacji**

##### **5.4 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). Zalecane 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 [1] i wytycznymi DWA M 149-5 [2] 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 oświetlony, 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 jakichś powodów występuje zabrudzenie wykładziny, należy przed inspekcją dokonać jej ciśnieniowego czyszczenia.

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

Należy tu wymienić w szczególności<sup>1</sup>:

- 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 możliwości 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 i 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.

---

<sup>1</sup> W załączniku 7.4 przedstawiono katalog uszkodzeń charakterystycznych świadczących lub mogących świadczyć o wadzie rękawa CIPP.

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.

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

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

## 5.5 Próba szczelności

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

Próbę szczelności należy wykonać zgodnie z normą PN EN 1610 [3] (dla przewodów systemu kanalizacyjnego) i z normą PN-B-10725:1997 [4] (dla przewodów systemu wodociągowego).

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

Zalecane jest przeprowadzenie badania odcinkowej szczelności, gdy wykonano już odpowiednie wycięcia i połączenia wykładziny ze studzienkami lub innymi urządzeniami umieszczonymi na przewodach (wymuszającymi odcinkowanie wykładziny). 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 tu 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 stwierdzeniem szczelności odcinka poddanego renowacji po wykonaniu dla niego połączeń z przewodami bocznymi (np. przyłączami). Wynika to z konieczności wykonania otworów w ścianie 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 poniższe warianty postępowania (badań). Pozwoli to na wnioskowanie o poprawności rozwiązania, zwłaszcza zaś o szczelności przejść między wykładziną a przyłączem.

Rozważyć należy i dokonać wyboru:

S1) powtórznego przeprowadzenia odcinkowej próby szczelności wg [3] po odpowiednim uszczelnieniu na czas próby stref (przyłączy) powyżej wpięcia,

S2) przeprowadzenia próby szczelności wg [3], poddając badaniu jedynie strefy wywierconego otworu i przyłącza,

S3) przeprowadzenia próby na infiltrację lub eksfiltrację, zakładając zerowy dopływ lub ubytek wody w czasie próby [4],

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

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 [3] 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 przeprowadzanie badań dla mniejszych wartości ciśnienia próbnego (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 [3], [4] 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.

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

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

## 5.6 Kwalifikacje zawodowe laboratorium

### Przekazanie zlecenia osobom trzecim

Laboratorium akredytowane, do którego skierowano zlecenie na wykonanie badań może ich część podzlecić innemu laboratorium także akredytowanemu. Jednocześnie pierwszy zleceniobiorca bierze na siebie odpowiedzialność za prawidłowość wykonanych badań i uzyskanych wyników.

Próbki badane są w laboratorium pod warunkiem pozytywnego przeprowadzenia badań na obiekcie

## 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.

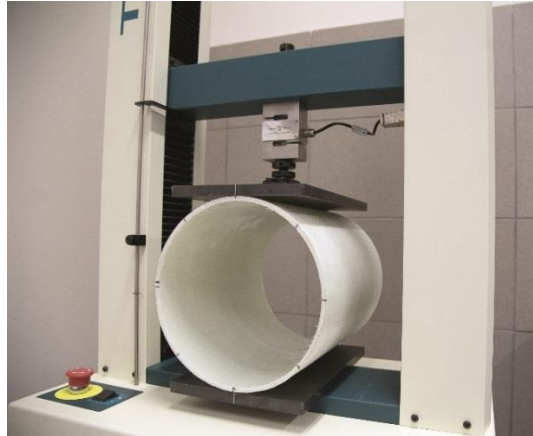
Sposób wykonywania pomiaru uzależniony jest rodzaju/kształtu próbki badawczej dla danego rodzaju testu i został podany w kolejnych punktach.



Rys. 2 Pomiar grubości próbki badawczej

#### 6.1.3. Test sztywności obwodowej

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



Rys. 3 Test sztywności obwodowej

#### **6.1.3.1. Próbkki badawcze**

Próbkki 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  $60^\circ$  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  $\pm 0,2$  mm.

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

Niedopuszczalne jest szlifowanie warstw 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 w normie PN-EN ISO 11296-4:2018-03 w punkcie 8.5, tabela 5.

Zgodnie z normą PN-EN 1228:1999 długość próbki badawczej należy pomierzyć wzdłuż linii odniesienia z dokładnością  $\pm 0,2$  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 przykładana się obciążenie powodujące jej odkształcenie względne  $3\% \pm 0,5\%$  i utrzymuje się je przez określony czas a następnie określa się odkształcenie końcowe.

W metodzie B do próbki przykładana 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 lub PN-EN ISO 178:2011 + A1:2013-06 oraz normą PN-EN ISO 11296-4:2018-03.



Rys. 4 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  $0,07 \times L_1$ , przy czym  $L_1$  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. Próbkki 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 równoległe do siebie.

Badaniu poddaje się co najmniej pięć kształtek dla wymaganego kierunku.

##### **6.1.4.3. Grubość ścianki próbki badawczej**

Grubość ścianki próbki badawczej  $e_m$  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  $\pm 0,01$  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 próbek, 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  $50 \pm 1$  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  $l \geq L + 4 \times em$  gdzie L oznacza poziomą rozpiętość pomiędzy środkami podpór ( $L=16 \times em$ ).

#### **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  $\pm 0,5$  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 ( $5 \pm 0,1$ ) mm.

Odległość pomiędzy podporami każdego badania należy zmierzyć z dokładnością  $\pm 1$  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.

##### **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 ( $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ).
- 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.
- Grubość próbki badawczej należy pomierzyć cyfrową suwmiarką.
- 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 prostokątami 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  $45 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ .
- Medium kontrolne zostaje umieszczone na wewnętrznej stronie próbki.
- Próbka badawcza po zewnętrznej swojej stronie poddana zostaje oddziaływaniu podciśnienia.
- Podciśnienie kontrolne:  $-0,5 \text{ bar} \pm 5\%$
- 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**

Przeprowadzenie badań omówionych w tym rozdziale jest szczególnie wskazane np. gdy rękaw pochodzi od nowego, nieznanego producenta, gdy renowacji jest poddawany rurociąg o strategicznym znaczeniu w systemie lub znajduje się na terenie wzmożonych oddziaływań np. szkód górniczych.

### **6.2.1 Badanie pełzania**

Badania pełzania utwardzonego rękawa zaleca się jako obowiązkowe w przypadku:

- kanałów znajdujących się pod poziomem lustra wody,
- kanałów znajdujących w strefie wysokich wahań poziomu wód gruntowych,
- kanałów w III stanie technicznym
- położenia przewodu na głębokości mniejszej niż wymaganej do wytworzenia się przesklepienia w gruncie
- DN 600 i większe



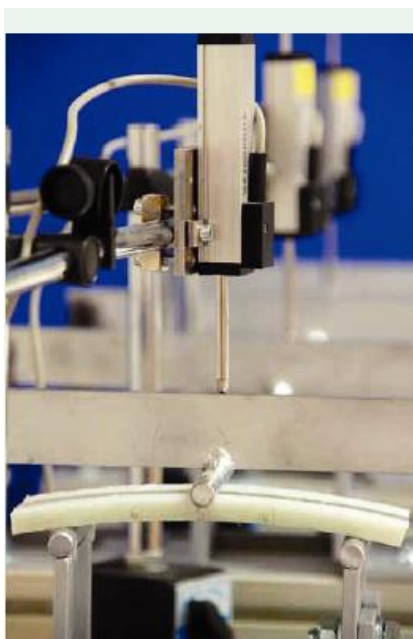
Zalecane normy, stanowiące podstawę badania to: PN-EN 761:2001 Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych. Rury z utwardzalnych tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknem szklanym (GRP). Oznaczenie współczynnika pełzania w powietrzu oraz PN-EN ISO 899-2:2005 - wersja polska: Tworzywa sztuczne - Oznaczenie charakterystyki pełzania - Część 2: Pełzanie podczas zginania przy trzypunktowym obciążeniu.

Pozyskiwanie i przygotowanie próbki do badań, oznaczenie wymiarów, oprzyrządowanie kontrolne analogicznie do PN-EN ISO 14125:2001 lub PN-EN ISO 178:2011 + A1:2013-06 oraz 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.

Wzory dla obliczania naprężenia przy zginaniu i modułu sprężystości analogicznie do PN-EN ISO 14125:2001 lub PN-EN ISO 178:2011 + A1:2013-06 i PN-EN ISO 11296-4:2018-03, 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: $s = \frac{0,0206 L_v^2}{d_m}$ L <sub>v</sub> – odstęp pomiędzy podpórami d <sub>m</sub> - 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.



Próba badania wytrzymałości na pełzanie zgodnie z DIN EN ISO 899

## 6.2.2. Badania chemiczne

### 6.2.2.1. 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 musi przekazać 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 dostarczonej do laboratorium próbki testowej pobranej z rękawa oraz próbki referencyjnej. Laboratorium badawcze sporządza widmo dla przekazanej próbki testowej oraz widmo dla próbki referencyjnej.

Inna metoda jest porównanie otrzymanego widma FTIR z widmami wzorcowymi zawartymi w atlasie 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, że badana żywica ma widmo zgodne lub zbliżone do widma zawartego w bazie - materiału o określonym składzie.



Analiza spektralna

Bo przeprowadzenia badań należy wybrać jednostkę dysponującą odpowiednim sprzętem oraz posiadającą akredytację.

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

### 6.2.2.2 Zawartość styrenu

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

Zalecane normy, stanowiące podstawę badania to: DIN 53394 Oznaczanie monomerycznych styrenów w żywicach jonowymiennych na bazie nienasyconych żywic poliestrowych oraz norma polska (aktualnie wycofana) PN-86/C-89407 Utwardzone nienasycone żywice poliestrowe. Oznaczanie wolnego styrenu metodą chromatografii gazowej

Metoda 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 zawartości resztkowej styrenu w materiale. Bo przeprowadzenia badań należy wybrać jednostkę dysponującą 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.



Oznaczenie zawartości styrenu zgodnie DIN 53394 2

### **6.2.3 Badanie składu wykładziny**

#### **6.2.3.1 Oznaczenie zawartości włókien, wypełniaczy i żywicy**

Zalecane normy, stanowiące podstawę badania to: DIN EN ISO 1172:1996 Oznaczenie zawartości włókna szklanego i napełniacza mineralnego -- Metody kalcynowania oraz norma polska PN-EN ISO 1172:2002 - wersja polska Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym - Preimpregnaty, tłoczywa i laminaty - Oznaczenie zawartości włókna szklanego i napełniacza mineralnego - Metody kalcynowania

W normie 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 wzmocnianych włóknem szklanym.

Zastosowany sprzęt i metody badań są szczegółowo opisane w normie.

Przygotowanie próbki również opisano w punkcie 6 normy DIN EN ISO 1172

W celu przedstawienia 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.

## 6.2.4 Inne

### 6.2.4.1 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 estetycznych: przezroczystości, 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 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.

### 6.2.4.2. Elektroscaning

Elektroscaning (Elektro Scan) to nowoczesna technologia opracowana i opatentowana w latach 90 XX wieku w Niemczech do wyszukiwania i pomiaru defektów w rurach o ściankach nieprzewodzących prądu (np. CIPP), ale aktualnie praktycznie zapomniana w Europie. Od kilkunastu lat bardzo dynamicznie rozwijana i wykorzystywana w USA. 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 nowy rodzaj pomiarów i lokalizacji przecieków w celu wykrywania nieszczelności, zapewnia skuteczną, powtarzalną technikę lokalizowania i szacowania wydatków przez uszkodzenia ścianki rury. Pomiar wykonywane są automatycznie bez potrzeby ich dodatkowej interpretacji przez operatora. Metoda Electro Scan bazuje na normie ASTM F2550-13.

Electro Scan to pierwsze automatyczne, jednoznaczne narzędzie do oceny szczelności, które lokalizuje i szacuje wydatek przez wady badanych rur. 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. Opiera się na sprawdzaniu przewodności, a nie na obserwacji/ badaniu graficznym.

Wcześniejsze rozwiązania technologii Electro Scan wykorzystywały dedykowane niezależne kable i urządzenia peryferyjne, późniejsze modele wykorzystują dostępne istniejące konfiguracje kabli i szpul od głównych producentów CCTV. Według doświadczeń producenta 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.

		<b>CCTV</b>	<b>Elektro scan</b>
1	Automatycznie znajduje miejsca infiltracji na obwodzie rury	NIE	TAK
2	Automatycznie znajduje przecieki w połączeniach rur	NIE	TAK
3	Automatycznie znajduje przecieki w połączeniach z uzbrojeniem sieci	NIE	TAK
4	Automatycznie znajduje źródło infiltracji w pęknięciach	NIE	TAK
5	Automatycznie znajduje miejsce przecieku z dokładnością do 1 cm	NIE	TAK
6	Automatycznie szacuje wielkość przecieku	NIE	TAK
7	Automatycznie znajduje defekty, które mogą nadal przeciekać po wykonaniu naprawy	NIE	TAK
8	Automatycznie znajduje przecieki, nawet jeśli znajdują się w zanieczyszczonej ściance rury	NIE	TAK
9	Jest zdolny do przeprowadzenia inspekcji, kiedy rura jest pełna wody	NIE	TAK
10	Jest zdolny do określenia rozmiaru potencjalnego wycieku w miejscu uszkodzenia rury przez korzenie	NIE	TAK
11	Konieczna aktywna infiltracja, aby zlokalizować wadę	TAK	NIE
12	Zawiera poruszające się części, które mogą się zatkać przez muł lub zanieczyszczenia	TAK	NIE
13	Konieczny jest bypass kanalizacji podczas inspekcji (jeśli rura jest pełna)	TAK	NIE
14	Konieczny specjalne szkolenie i certyfikat (aby móc poprawnie identyfikować defekty)	TAK	NIE
15	Opiera się na wizualnych obserwacjach (aby zidentyfikować uszkodzenie)	TAK	NIE
16	Średnia prędkość inspekcji (w kanale o średnicy 150 – 800mm)	0,9 m/min	15 m/min

### **6.2.4.3 Laserowy pomiar geometrii**

Przeprowadzenie laserowego pomiaru 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 eksploatacji. Wykorzystanie laserowego 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. Zaletą wykona pomiarów za pomocą skaningu laserowego i cyfrowego zapisu jest możliwość wykonania 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 elektroskaniem (Elektro scan).

## **7. Załączniki**

**7.1** Algorytm blokowy postępowania – B. Przybyła

**7.2** Formularz poboru próbek – D. Zwierzchowski

**7.3** Tabela wyników

**7.4** Katalog obrazów – nieprawidłowości (w odniesieniu do stanu pierwotnego)

**7.5** Normy – D. Zwierzchowski, B. Przybyła

**7.6** Literatura