

## SPECYFIKACJA TECHNICZNA

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z iniekcją ciśnieniową rys w powierzchniach betonowych.

#### 1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja techniczna (ST) jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1. na drogowych obiektach inżynierskich.

#### 1.3. Zakres robót objętych ST

Niniejsza specyfikacja dotyczy napraw zarysowanych betonowych konstrukcji mostowych za pomocą iniekcji polimerowych. Iniekcję stosuje się w celu uniknięcia szkodliwych w konsekwencji obecności rys i pustek w betonie.

#### 1.4. Określenia podstawowe

**1.4.1.** Wyroby i systemy do iniekcji – wyroby i systemy wprowadzone do konstrukcji betonowej, przywracające ciągłość lub trwałość konstrukcji.

**1.4.2.** Wyroby iniekcyjne do przenoszącego siły wypełnienia rys, pustek i szczelin w betonie (F) (zwane dalej wyrobami do wypełnienia rys) – wyroby, które mogą tworzyć połączenie z powierzchnią betonu i przenosić siły. Wyroby iniekcyjne do przenoszącego siły wypełnienia rys, pustek i szczelin mogą być także stosowane do wypełniania bez utworzenia połączenia przenoszącego siły.

**1.4.3.** Wyrób iniekcyjny zawierający spoiwo polimerowe (P) – wyrób, którego utwardzenie jest związane z utwardzeniem spoiwa polimerowego. Reaktywną część spoiwa polimerowego biorącą udział w utwardzaniu spoiwa stanowi grupa funkcyjna.

**1.4.4.** Iniekcja ciśnieniowa – sposób naprawy polegający na wtlaczaniu pod ciśnieniem w uszkodzone miejsce preparatu do iniekcji.

**1.4.5.** Metoda naprawy – technologia prac naprawczych dobrana do konkretnego obiektu. Według PN-EN 1504-10 [33] dla niniejszej ST są to następujące metody:

- metoda 1.5 – wypełnianie rys,
- metoda 4.5 – iniekcja rys, pustek i szczelin,
- metoda 4.6 – wypełnianie rys, pustek i szczelin.

**1.4.6.** Czas przydatności do użycia wyrobów iniekcyjnych – okres, w którym wyrób po wymieszaniu:

- wykazuje wzrost temperatury o 15°C, w przypadku wyrobów iniekcyjnych zawierających spoiwo polimerowe (lub maksymalny wzrost temperatury, jeżeli jest on mniejszy niż 15°C).

**1.4.7.** Czas urabialności wyrobów iniekcyjnych – okres, w którym cały zarób zmieszanego wyrobu iniekcyjnego pozostaje urabialny w granicznych warunkach, do stosowania w których jest przeznaczony. Czas urabialności szacuje się jako 70% czasu przydatności do użycia, chyba że

producent zaleca inaczej. Zależy on od temperatury, wilgotności, objętości mieszanki iniekcyjnej, reaktywności wyrobu, techniki iniekcji..

**1.4.8. Szerokość rysy** – szerokość rysy mierzona na powierzchni betonu.

**1.4.9. Iniektowalność** – zdolność wyrobu iniekcyjnego do wnikanie w głąb rysy. Iniektowalność określa się minimalną szerokością rysy w milimetrach, w stosunku do której wyrób jest przydatny. Pod uwagę bierze się następujące szerokości rysy: 0,1 mm, 0,2 mm, 0,3 mm, 0,5 mm, 0,8 mm.

**1.4.10. Stopień zawilgocenia rysy** – zawartość wody w rysie lub wypływającej z rysy. Rozróżnia się następujące warunki zawilgocenia:

- suche – brak wody w rysie lub na jej ściankach; na suchy stan rysy wskazuje jednakowa barwa rysy i sucha powierzchnia betonu,
- wilgotne – brak wody w rysie; obecność wody na ściankach bocznych rysy, jednakże bez warstwy wody na powierzchni ścianek, na wilgotny stan rysy wskazuje różnica barwy między powierzchnią rysy a suchą powierzchnią betonu,
- mokre – obecność stojącej wody w rysie, charakterystyczna dla mokrej rysy jest obecność wody na powierzchni rysy,
- wypływ wody – woda płynąca przez rysę.

**1.4.11. Propagacja rys** – zmiana rozwartości rys w czasie spowodowana:

- oddziaływaniem mechanicznym (np. ruch drogowy),
- innymi oddziaływaniami fizycznymi, codziennymi (np. działanie słońca) lub okresowymi.

**1.4.12. Spoiwo polimerowe (P)** – spoiwo (np. żywica syntetyczna) składające się zasadniczo z dwóch komponentów, reaktywnego polimeru oraz utwardzacza lub katalizatora, utwardzające się w temperaturze otoczenia. Para wodna z otoczenia może w niektórych systemach działać jako utwardzacz / katalizator. Typowymi spoiwami polimerowymi są np. epoksydy, akryle ulegające sieciowaniu, jedno lub dwuskładnikowe poliuretany.

**1.4.13. Paker** – końcówka mocowana w naprawianym elemencie (paker wkręcany, wbijany) lub przyklejany do naprawianego elementu (paker klejony), umożliwiającą wprowadzenie w rysę, pęknięcie lub pustkę wyrobu iniekcyjnego (iniektu).

**1.4.14.** Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 1.4 i PN-EN 1504-1 [23].

## **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz ich zgodność z dokumentacją, specyfikacjami i poleceniami inspektora nadzoru.

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakość wbudowania odpowiada Wykonawca. Zastosowane materiały powinny być oznakowane znakiem CE lub B.

Wymagania i właściwości użytkowe materiałów muszą odpowiadać zamierzonym zastosowaniom i przyjętym metodom naprawy. Dla wyrobów deklarowanych na zgodność z normą PN-EN 1504-5 [31], decyzję o uwzględnieniu w wymaganiach parametrów dodatkowych (dla niektórych zastosowań) podejmuje projektant indywidualnie dla każdej naprawianej konstrukcji, w zależności od przyczyn uszkodzeń, oddziaływujących obciążeń i metody naprawy.

Należy stosować rozwiązanie systemowe; niedopuszczalne jest mieszanie systemów.

## 2.2. Rodzaje wyrobów iniekcyjnych wg wymagań PN-EN 1504-5 [29]

Wymagane właściwości użytkowe wyrobów do napraw konstrukcji lub elementów betonowych i żelbetowych przez iniekcję wg PN-EN 1504-5 [29] podano w tablicach poniżej.

### 2.2.1. Wyroby iniekcyjne do przenoszenia siły wypełniania rys (F)

Wyroby iniekcyjne do przenoszenia siły wypełniania rys powinny spełniać wymagania podane w tablicy 1.

Tablica 1. Wyroby iniekcyjne do przenoszenia siły wypełniania rys – wymagania użytkowe

Lp.	Właściwości użytkowe	Metoda badania	Wymagania
Właściwości podstawowe			
1	Adhezja mierzona jako przyczepność przy rozciąganiu (H,P)	PN-EN 12618-2[3]	>2 N/mm <sup>2</sup> (H) >0,6 N/mm <sup>2</sup> (H) dla wyrobów iniekcyjnych przeznaczonych jedynie do wypełniania pustek i szczelin Kohezyjne zniszczenie w podłożu (P)
2	Adhezja mierzona jako wytrzymałość na ścinanie (H,P)* <sup>1)</sup>	PN-EN 12618-3 [4]	Zniszczenie jednolite (sposób pęknięcia w próbce kontrolowanej)
3	Skurcz objętościowy (P)	PN-EN 12617-2 [5]	< 3%
4	Samoczynne wydzielanie się cieczy (H)	PN-EN 445 [6]	Samoczynne wydzielanie się cieczy po 3h<1% początkowej objętości
5	Zmiana objętości (H)	PN-EN 445 [6]	-1% < zmiana objętości < +5% objętości początkowej
6	Temperatura zeszklenia (P)* <sup>1)</sup>	PN-EN 12614 [7]	> 40°C
7	Zawartość chlorków (H)* <sup>1)</sup>	PN-EN 196-21 [8]	< 0,2%
Właściwości dotyczące urabialności			
8	Iniektowalność w suchy materiał – szerokość rysy 0,1 mm - 0,2 mm ÷ 0,3 mm: oznaczenie iniektowalności i rozłupywanie (H,P) – szerokość rysy: 0,5 mm - 0,8 mm lub w przypadku, gdy nie stosuje się PN-EN 1771[9]: oznaczanie adhezji mierzonej jako przyczepność przy rozciąganiu (H,P)	PN-EN 1771 [9]  PN-EN 12618-2 [3] Przy szerokościach rysy 0,3 mm ÷ 0,5 mm i 0,8 mm należy stosować obojętne, elastyczne przekładki dystansujące, grubości odpowiednio 0,3 mm ÷ 0,5 mm i 0,8 mm	Klasa iniektowalności < 4 min. (wysoka iniektowalność) przy szerokości rysy 0,1 mm < 8 min. (iniekcja wykonalna) przy szerokościach rysy 0,2 mm i 0,3 mm Badanie rozłupywania: > 7 N/mm <sup>2</sup> (P) > 3 N/mm <sup>2</sup> (H) Procent wypełnienia rysy >90 Spełnione wymaganie (1) dotyczące adhezji

9	<p>Iniektowalność w nie-suchy materiał</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- szerokość rysy 0,1 mm - 0,2 mm ÷ 0,3 mm: oznaczenie iniektowalności i rozłupywanie (H,P)</li> <li>- szerokość rysy: 0,5 mm - 0,8 mm lub w przypadku, gdy nie stosuje się PN-EN 1771 [9] (H,P)</li> </ul>	<p>PN-EN 1771 [9]</p> <p>Uwzględnione w oznaczaniu przyczepności przy rozciąganiu wg PN-EN 12618-2 [3]</p> <p>Przy szerokościach rysy 0,3 mm ÷ 0,5 mm i 0,8 mm należy stosować obojętne, elastyczne przekładki dystansujące, grubości odpowiednio 0,3 mm ÷ 0,5 mm i 0,8 mm</p>	<p>Klasa iniektowalności 0,1: &lt; 4 min. (wysoka iniektowalność)</p> <p>0,2 i 0,3: &lt; 8 min. (iniekcja wykonalna)</p> <p>Badanie rozłupywania: &gt; 7 N/mm<sup>2</sup> (P)</p> <p>&gt; 3 N/mm<sup>2</sup> (H)</p> <p>Procent wypełnienia rysy &gt; 90</p> <p>Spełnione wymaganie (nr 1) dotyczące adhezji</p>
10	Lepkość (P)	PN-EN ISO 3219 [10]	Wartość deklarowana
11	Czas wypływu (H)	PN-EN 14117[11]	Wartość deklarowana
Właściwości dotyczące reaktywności			
12	Czas urabialności (H,P)	<p>PN-EN ISO 9514 [12]</p> <p>Czas przydatności do użycia: dla (P) badanie należy przeprowadzić w trzech temperaturach przechowywania i badania: 21°C oraz w zalecanej przez producenta minimalnej i maksymalnej temperaturze stosowania z tolerancją ± 2°C, dla (H) jw. ale próbki do badania 1 000 ml zamiast 300 ml</p>	Wartość deklarowana
13	Rozwój wytrzymałości na rozciąganie polimerów (P)	<p>PN-EN 1543 [13]</p> <p>Badanie należy przeprowadzić w trzech temperaturach przechowywania i badania: 21°C oraz w zalecanej przez producenta minimalnej i maksymalnej temperaturze stosowania z tolerancją ± 2°C</p>	<p>Wytrzymałość na rozciąganie &gt;3 N/mm<sup>2</sup> po 72 h w minimalnej temperaturze stosowania lub po 10 h w minimalnej temperaturze stosowania, jeśli dzienny ruch rysy jest większy niż 10% lub 0,03 mm (należy wziąć pod uwagę niższą z tych wartości)</p>
14	Czas wiązania (H)	<p>PN-EN 196-3 [14]</p> <p>Badanie należy</p>	Wartość deklarowana

		przeprowadzić w trzech temperaturach przechowywania i badania: 21°C oraz w zalecanej przez producenta minimalnej i maksymalnej temperaturze stosowania z tolerancją $\pm 2^{\circ}\text{C}$	
--	--	---	--

Trwałość			
15	Adhezja oznaczana jako przyczepność przy rozciąganiu po cyklach cieplnych i wilgotnościowych (H,P)	PN-EN 12618-2 [3]	Zmniejszenie przyczepności przy rozciąganiu mniejsze niż 30% w stosunku do wartości początkowej (H)). Zniszczenie kohezyjne w podłożu (P)
16	Kompatybilność z betonem (H,P) oznaczana jako adhezja mierzona jako przyczepność przy rozciąganiu	PN-EN 12618-2 [3]	Zmniejszenie przyczepności przy rozciąganiu mniejsze niż 30% w stosunku do wartości początkowej (H)). Zniszczenie kohezyjne w podłożu (P)
(H) Wyrób iniekcyjny zawierający spoiwo hydrauliczne (P) Wyrób iniekcyjny zawierający spoiwo polimerowe ) Badanie powinno być wykonane dla niektórych zamierzonych zastosowań			

### 2.2.2. Wyroby iniekcyjne do elastycznego wypełniania rys

Wyroby iniekcyjne do elastycznego wypełniania rys powinny spełniać wymagania podane w tablicy 2.

Tablica 2. Wyroby iniekcyjne do elastycznego wypełniania rys – wymagania użytkowe

Lp.	Właściwości użytkowe	Metoda badania	Wymagania
Właściwości podstawowe			
1	Przyczepność i zdolność elastycznych wyrobów iniekcyjnych (P)	PN-EN 12618-1 [15]	Przyczepność - wartość deklarowana Wydłużenie >10%
2	Wodoszczelność (P) <sup>*)</sup>	PN-EN 14068 [16]	Wodoszczelne przy $2 \times 10^5$ Pa. W zastosowaniach specjalnych wodoszczelne przy $7 \times 10^5$ Pa
3	Temperatura zeszklenia (P) <sup>*</sup>	PN-EN 12614 [17]	Wartość deklarowana
Właściwości dotyczące urabialności			
4	Iniektowalność w suchy materiał – szerokość rysy 0,1 mm - 0,2 mm ÷	PN-EN 1771[9]	Klasa iniektowalności < 4 min (wysoka iniektowalność) przy szerokości rysy 0,1 mm

	<p>0,3 mm: oznaczenie iniektowalności (P)</p> <p>– szerokość rysy: 0,5 mm - 0,8 mm lub w przypadku, gdy nie stosuje się PN-EN 1771 [9]</p>	<p>Oznaczanie przez iniekcję pomiędzy płyty betonowe wg PN-EN 12618-2 [3] (od 4,3 do 4,6)</p> <p>Przy szerokościach rysy 0,3 mm÷0,5 mm i 0,8 mm należy stosować obojętne, elastyczne przekładki dystansujące, grubości odpowiednio 0,3 mm ÷ 0,5 mm i 0,8 mm</p>	<p>&lt; 8 min (iniekcja wykonalna) przy szerokościach rysy 0,2 mm ÷ 0,3 mm</p> <p>Procent wypełnienia rysy &gt; 90</p>
5	<p>Iniektowalność w nie-suchy materiał</p> <p>– szerokość rysy 0,1 mm - 0,2mm: oznaczenie iniektowalności (P)</p> <p>– szerokość rysy: 0,5 mm - 0,8 mm lub w przypadku, gdy nie stosuje się PN-EN 1771 [9]</p>	<p>PN-EN 1771 [9]</p> <p>Oznaczanie przez iniekcję pomiędzy płyty betonowe wg PN-EN 12618-2 [3] (od 4.3 do 4.6)</p> <p>Przy szerokościach rysy 0,3 mm÷0,5 mm i 0,8 mm należy stosować obojętne, elastyczne przekładki dystansujące, grubości odpowiednio 0,3 mm÷0,5 mm i 0,8 mm</p>	<p>Klasa iniektowalności &lt; 4 min. (wysoka iniektowalność) przy szerokości rysy 0,1 mm</p> <p>&lt; 8 min. (iniekcja wykonalna) przy szerokości rysy 0,2 mm ÷ 0,3 mm</p> <p>Procent wypełnienia rysy &gt;90</p>
6	Lepkość	PN-EN ISO 3219 [10]	Wartość deklarowana
7	Stopień spęczenia i jego zmiany (P)*)	PN-EN 14406 [32]	Wartość deklarowana
Właściwości dotyczące reaktywności			
8	Czas urabialności (P)	<p>PN-EN ISO 9514 [12]</p> <p>Czas przydatności do użycia: Dla (P) badanie należy przeprowadzić w trzech temperaturach przechowywania i badania: 21°C oraz w zalecanej przez producenta minimalnej i maksymalnej temperaturze stosowania z</p>	Wartość deklarowana

		tolerancją $\pm 2^{\circ}\text{C}$	
--	--	------------------------------------	--

Trwałość			
9	Kompatybilność z betonem (P)	PN-EN 12637-1 [18]	Bez zniszczenia przy badaniu ściskania Rozproszona praca odkształcenia < 20%
(P) Wyrób iniekcyjny zawierający spoiwo polimerowe			
*) Badanie powinno być wykonywane dla niektórych zamierzonych zastosowań			

### 2.3. Wyroby iniekcyjne - wymagania według aprobat technicznych IBDiM

Dopuszcza się do stosowania wyroby iniekcyjne oznakowane znakiem B, posiadające aprobatę techniczną IBDiM. W aprobacie technicznej powinno być jednoznacznie określone przeznaczenie wyrobu, tj. do przenoszenia sił w betonie, do wypełniania pustek, a także szerokość rys, które mogą być iniektowane danym materiałem.

### 2.4. Woda

Do przygotowania zapraw oraz zwilżania podłoża można stosować wodę spełniającą wymagania PN-EN 1008 [32]. Bez badań można stosować wodę wodociągową przeznaczoną do spożycia.

### 2.5. Warunki akceptacji materiałów

Wyroby do wykonywania iniekcji mogą być zaakceptowane do wykonywania robót, jeśli spełniają następujące warunki:

- są zgodne z dokumentacją projektową i ST,
- są w oryginalnie zamkniętych opakowaniach,
- są oznakowane w sposób umożliwiający pełną identyfikację,
- producent dostarczył dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i stosowania użytych wyrobów zgodnie z Ustawą z 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych, karty techniczne wyrobów lub zalecenia producentów dotyczące stosowania materiałów,
- niebezpieczne składniki systemu i materiały pomocnicze, w zakresie wynikającym z ustawy o substancjach i preparatach chemicznych z dnia 11 stycznia 2001 r. (Dz.U. nr 11 poz. 84 z późniejszymi zmianami), posiadają karty charakterystyki substancji niebezpiecznej, opracowane zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 3 lipca 2002 r. w sprawie karty charakterystyki substancji niebezpiecznej i preparatu niebezpiecznego (Dz.U. nr 140, poz. 1171 z późn. zmianami),
- opakowania wyrobów zakwalifikowanych do niebezpiecznych spełniają wymagania podane w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 2 września 2003 r. w sprawie oznakowania opakowań substancji niebezpiecznych i preparatów niebezpiecznych (Dz.U. nr 173, poz. 1679, z późn. zmianami),
- spełniają wymagania wynikające z ich terminu przydatności do użycia (termin zakończenia prac powinien się kończyć przed zakończeniem podanych na opakowaniach terminów przydatności do stosowania odpowiednich wyrobów).

Niedopuszczalne jest stosowanie do wykonywania robót materiałów nieznanego pochodzenia.

Przyjęcie materiałów i wyrobów na budowę powinno być potwierdzone wpisem do dziennika budowy lub protokołem przyjęcia materiału.

### **3. SPRZĘT**

#### **3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 3.

Wykonawca zobowiązany jest posiadać niezbędny sprzęt do wykonywania robót, zgodnie z przyjętą technologią i kartami technicznymi materiałów oraz konieczny, podstawowy sprzęt laboratoryjny do kontroli procesu technologicznego i wykonanych prac.

Zastosowany sprzęt powinien zapewnić odpowiedni, nieprzerwany dopływ iniektu do rysy pod odpowiednim ciśnieniem.

Zastosowany sprzęt nie może powodować niekorzystnego wpływu na jakość materiałów i wykonywanie robót. Powinien być bezpieczny dla brygad roboczych i dla środowiska.

Wybór sprzętu i narzędzi do wykonania robót podlega akceptacji Inżyniera.

#### **3.2. Sprzęt do przygotowania i oceny podłoża**

Do przygotowania i oceny podłoża Wykonawca powinien posiadać w dyspozycji:

- młotki, przecinaki,
- szczotki druciane, szpachelki,
- odkurzacz przemysłowy, urządzenie do czyszczenia powierzchni (np. za pomocą szlifowania, oczyszczania hydrodynamicznego),
- sprężarkę, pompę (agregat) podający wodę pod ciśnieniem,
- termometr do mierzenia temperatury podłoża i powietrza,
- wilgotnościomierz do oznaczania wilgotności powietrza i podłoża,
- przyrząd do mierzenia wytrzymałości podłoża (młotek Schmidta, aparat „pull-off”, itp.),
- akcelerometr (do pomiaru drgań),
- wskaźniki fenoloftaleinowe (do określania strefy skarbonatyzowanej),
- przyrząd do wykrywania pustek i rys (np. metodami ultradźwiękowymi lub radiograficznymi),
- wiertnicę (umożliwiającą pobranie rdzeni),
- przyrząd do lokalizacji zbrojenia i określania jego średnicy.

#### **3.3. Sprzęt do przygotowania wyrobów do iniekcji**

Do przygotowania wyrobów do iniekcji Wykonawca powinien dysponować:

- naczyniami,
- wiertarkami z mieszadłem obrotowym,
- mieszarkami,
- wagą.

#### **3.4. Sprzęt do wykonania iniekcji**

##### **3.4.1. Sprzęt do wykonania iniekcji średnio i niskociśnieniowej.**

Do wykonania iniekcji średnio i niskociśnieniowej Wykonawca powinien mieć w dyspozycji sprzęt dostosowany do zastosowanej technologii:

- syfon iniekcyjny o odpowiednim ciśnieniu,
- agregat sprężarkowy o małej wydajności lub pompkę nożną,
- powierzchniowe wentyle iniekcyjne (tarcze iniekcyjne, pakery naklejane ),
- szczotki stalowe lub włosiane,
- pojemniki polietylenowe,
- naczynia do objętościowego dozowania składników kompozycji iniekcyjnej,
- łopatkę drewnianą do mieszania kompozycji,
- szpachlę stalową,



- odzież ochronną w tym m. in. rękawice, kombinezony, fartuchy,
- rozcieńczalniki do mycia syfonu i naczyń,
- szczotki lub pędzle do mycia syfonu,
- czyste szmaty.

### **3.4.2. Sprzęt do wykonania iniekcji wysokociśnieniowej**

Do wykonania iniekcji wysokociśnieniowej Wykonawca powinien mieć w dyspozycji sprzęt dostosowany do zastosowanej technologii np.:

- agregat wysokociśnieniowy,
- pistolet wysokociśnieniowy,
- agregat sprężarkowy,
- wentyle iniekcyjne wgłębne (pakery wbijane, wkręcane),
- wiertarkę,
- wiertło 13 mm do betonu,
- odkurzacz przemysłowy,
- strzykawki lub naczynia pomiarowe do objętościowego dozowania składników kompozycji epoksydowej,
- naczynie pomiarowe z podziałką pozwalającą ocenić objętość wtłoczonych kompozycji,
- syfon iniekcyjny do mechanicznego ładowania kompozycji iniekcyjnej do pistoletu,
- łopatkę drewnianą do mieszania kompozycji iniekcyjnej,
- szpachlę stalową do nakładania kitu uszczelniającego,
- odzież ochronną (rękawice, kombinezony, fartuchy),
- rozcieńczalniki do mycia urządzeń iniekcyjnych,
- szczotki lub pędzle do mycia syfonu i pistoletu,
- wycior do czyszczenia przewodu wysokociśnieniowego,
- czyste szmaty.

## **4. TRANSPORT**

Transport nie może powodować zmian właściwości przewożonych materiałów.

### **4.1. Transport żywic do iniekcji**

Składniki kompozycji iniekcyjnej powinny być dostarczane w oryginalnych opakowaniach producenta. Każde opakowanie powinno mieć etykietę zawierającą następujące dane:

- nazwę i adres producenta,
- nazwę wyrobu,
- oznaczenie,
- datę produkcji i okres przydatności do stosowania,
- ogólne zasady przechowywania i stosowania,
- wymagane środki bezpieczeństwa,
- nr PN lub aprobaty technicznej.

Składniki kompozycji iniekcyjnej należy transportować krytymi środkami transportu chroniąc opakowania przed uszkodzeniami mechanicznymi, zawilgoceniem, przemarznięciem, przegrzaniem.

Przewożone materiały należy ustawiać równomiernie obok siebie na całej powierzchni ładunkowej środka transportu i zabezpieczać przed możliwością przesuwania się w trakcie przewozu.

Jeżeli nie istnieje możliwość poboru wody na miejscu wykonywania robót, wodę należy dowozić w szczelnych i czystych pojemnikach lub cysternach. Nie wolno przewozić wody

w opakowaniach po środkach chemicznych lub w takich, w których wcześniej przetrzymywano inne płyny bądź substancje mogące zmienić skład chemiczny wody.

#### **4.2. Przechowywanie materiałów**

Wszystkie wyroby powinny być przechowywane i magazynowane zgodnie z instrukcją producenta oraz wymaganiami odpowiednich dokumentów odniesienia, tj. norm bądź aprobat technicznych lub kart technicznych.

Materiały zaklasyfikowane jako niebezpieczne powinny być magazynowane w sposób uwzględniający ochronę zdrowia i bezpieczeństwa ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 3 lipca 2002 r. w sprawie karty charakterystyki substancji niebezpiecznej i preparatu niebezpiecznego [38].

Materiały powinny być przechowywane w oryginalnych opakowaniach producenta w krytych, suchych pomieszczeniach, zabezpieczone przed zawilgoceniem, opadami atmosferycznymi, przemarzeniem i przed działaniem promieni słonecznych, w sposób zabezpieczający opakowania przed uszkodzeniami mechanicznymi, z dala od źródeł otwartego ognia, palenia papierosów oraz prowadzenia prac spawalniczych.

Kompozycje żywiczne powinny być przechowywane w temperaturze od +10°C do 30°C, chyba że producent zaleca inaczej.

### **5. WYKONANIE ROBÓT**

#### **5.1. Diagnostyka konstrukcji mostowej**

Przed przystąpieniem do wykonania naprawy należy wykonać diagnostykę konstrukcji określającą rodzaj i zakres uszkodzeń oraz przyczynę ich powstania. Diagnostyka powinna zawierać:

- inwentaryzację rys,
- określenie przyczyn powstania rys,
- określenie rodzaju rys (ruchome, nieruchome) , zmiany ich szerokości,
- stopień zawilgocenia rys.

#### **5.2. Zasady wykonywania robót**

Podstawowe czynności przy wykonywaniu iniekcji ciśnieniowej obejmują:

- przygotowanie (oczyszczenie) rysy,
- obsadzenie pakerów,
- przeprowadzenie iniekcji,
- usunięcie końcówek,
- naprawienie powierzchni.

#### **5.3. Roboty przygotowawcze**

Przed przystąpieniem do robót należy:

- określić typ rysy: powierzchniowe, konstrukcyjne,
- określić przebieg rys,
- określić szerokość rozwarcia rys,
- określić miano szerokości rozwarcia rys,
- określić wilgotność – rysa sucha, wilgotna, przeciekająca,
- określić zanieczyszczenie rysy (jeżeli występuje),
- określić dobór środka iniekcyjnego,
- określić rodzaj, sposób osadzenia i rozmieszczenia końcówek iniekcyjnych (pakerów) (końcówki naklejane, wbijane, osadzone w wywierconych otworach),
- określić sposób powierzchniowego uszczelniania rysy (jeżeli jest wymagane),
- dobrać metodę i parametry iniekcji (czas, ciśnienie).

Do Wykonawcy należy również wykonanie, zabezpieczenie, utrzymanie oraz rozbiórka rusztowań, pomostów roboczych i innych urządzeń pomocniczych niezbędnych do prowadzenia robót.

#### **5.4. Przygotowanie podłoża**

Powierzchnie ograniczające miejsce uszczelnienia iniekcją powinny odznaczać się wystarczającą wytrzymałością, a także być wolne od kurzu, starych powłok, olejów i mleczka cementowego oraz innych substancji zmniejszających przyczepność. Przed wykonaniem robót iniekcyjnych należy usunąć skorodowany beton do tzw. „zdrowego betonu” i oczyścić powierzchnię naprawianą z wszelkich zanieczyszczeń.

Z przygotowania podłoża Wykonawca powinien przygotować protokół.

#### **5.5. Warunki ogólne**

Iniekcję można stosować do naprawy rys wilgotnych, bez czynnych wycieków wody (podczas iniekcji) i o rozwarości powyżej 0,2 mm.

Iniekcję rys lub pęknięć należy prowadzić w temperaturze wskazanej przez producenta utwardzacza (zwykle nie wyższej niż 30°C i nie niższej niż +10°C dla iniektów epoksydowych i poliuretanowych, +5°C dla iniektów polimerocementowych i poliakrylowych i 0°C dla iniektów akrylowych). W porze deszczowej iniekcję można prowadzić tylko pod warunkiem zabezpieczenia miejsca pracy na okres robót prowizorycznym zadaszeniem.

Ciśnienie zależy przede wszystkim od parametrów wytrzymałościowych betonu oraz celu iniekcji (sklejająca, uszczelniająca), dlatego zawsze powinno być ono podane dla konkretnego elementu obiektu w projekcie naprawy. Należy zwrócić uwagę, aby ciśnienie iniekcji nie prowadziło do powstania dalszych rys lub do innych szkodliwych skutków dla podłoża (uszkodzenia) innych elementów lub środowiska.

Iniekcję można przeprowadzać, gdy stan rysy został zbadany i udokumentowany.

Roboty iniekcyjne należy przeprowadzać przy możliwym maksymalnym obciążeniu konstrukcji.

#### **5.6. Rodzaje iniekcji**

Rozróżnia się trzy typy iniekcji ciśnieniowej:

- iniekcję niskociśnieniową (< 0,8 MPa) w przypadku rys o rozwarości  $s \geq 0,2$  mm, znajdujących się w elementach konstrukcji betonowych, żelbetowych i sprężonych grubości 30 cm,
- iniekcję średnociśnieniową (od 0,8 do 8,0 MPa) w przypadku rys o rozwarości nie mniejszej niż 0,5 mm. Znajduje ona zastosowanie wszędzie tam, gdzie nie wskazane jest wiercenie otworów pod wentyle iniekcyjne używane do iniekcji wysokociśnieniowej (np. w konstrukcjach z betonu sprężonego lub zbrojonego zagęszczonymi prętami uzwojenia). Metodę tę należy również stosować w każdym przypadku, w którym nie jest wymagane ciśnienie iniektu wyższe niż 8 MPa,
- iniekcję wysokociśnieniową (> 8 MPa) do wypełniania rys o rozwarości od 0,1 mm do 0,3 mm lub niezależnie od rozwarości rysy w przypadku elementów konstrukcji grubości >30 cm. Ze względu na konieczność wiercenia w betonie otworów do osadzania wentyli iniekcyjnych, metoda ta może być stosowana do naprawy zarysowanych elementów sprężonych pod warunkiem dokładnego poznania trasy przebiegu kabli sprężających lub cięgien.

#### **5.7. Zasady obowiązujące pracowników podczas wykonywania iniekcji**

Kompozycje na bazie żywic syntetycznych należą do środków łatwopalnych i toksycznych. Dlatego konieczne jest przestrzeganie następujących zasad:

- wszelkie operacje z żywicami należy wykonywać w rękawicach ochronnych,
- skórę zanieczyszczoną żywicą epoksydową lub gotową kompozycją z utwardzaczem należy zmyć tamponem zwilżonym acetonem i umyć wodą z mydłem, a następnie posmarować kremem,

- nie wolno używać benzolu i innych toksycznych rozpuszczalników do czyszczenia sprzętu i naczyń,
- należy przestrzegać przepisów przeciwpożarowych, m.in. obowiązuje zakaz palenia papierosów podczas pracy oraz wykluczenie prac spawalniczych i jakichkolwiek źródeł otwartego ognia.

W przypadku prowadzenia iniekcji wysokociśnieniowej zabrania się:

- kierowania końcówki węża iniekcyjnego na siebie lub inne osoby,
- pozostawiania agregatu pod ciśnieniem,
- przekraczania dopuszczalnego ciśnienia roboczego powietrza zasilającego pistolet (powyżej 150 atm).

W przypadku stwierdzenia nieprawidłowej pracy agregatu, np. gdy agregat pracuje, a pompa nie zasysa, lub gdy agregat pracuje przy zamkniętym pistolecie należy natychmiast odłączyć agregat sprężarkowy od agregatu wysokociśnieniowego.

## **5.8. Przygotowanie rysy lub pęknięcia do iniekcji**

### **5.8.1. Oczyszczenie rysy**

Po przygotowaniu powierzchni betonu powierzchnie rys (pas do 20 cm) należy piaskować i odessać z niej zanieczyszczenia. Oczyszczona powierzchnia powinna mieć otwarte pory. Korzystne może być także rozkucie w kształt litery V krawędzi rysy do wymiarów ok. 1 cm, co pozwala dodatkowo usunąć ewentualnie pozostałe luźne i skorodowane części betonu. Jeżeli rysa przechodzi przez całą grubość przekroju należy przedmuchać ją sprężonym powietrzem. Następnie rysę należy przepłukać rozpuszczalnikiem, przedmuchać suchym, sprężonym powietrzem i osuszyć. Metoda oczyszczania rysy oraz dopuszczalna zawartość wilgoci lub wody w rysie muszą być dostosowane do zastosowanego materiału iniekcyjnego. Iniektowany beton nie może być zimny lub zmarznięty. Temperatura betonu powinna odpowiadać zaleceniom podanym przez producenta wyrobu iniekcyjnego. Jeżeli jest niższa to beton należy ogrzać powierzchniowo, np. za pomocą promienników podczerwieni lub nagrzewnicami gazowymi.

### **5.8.2. Zamocowanie pakerów i uszczelnienie rysy przed wykonaniem iniekcji ciśnieniowej.**

Przygotowanie do iniekcji zazwyczaj obejmuje poniższe zalecenia o ile technologia zaproponowana przez Wykonawcę a zatwierdzona przez Inżyniera nie przewiduje inaczej.

Do wprowadzenia iniektu stosuje się pakery naklejane lub osadzone w otworze, rzadziej wbijane w rysę.

W przypadku pakerów klejonych podłoże należy przygotować jak wyżej, a następnie stalowe pręcki pakera osadzić w rysie i przykleić zalecanym przez producenta materiałem do podłoża. Po utwardzeniu kleju pod pakerami należy wyciągnąć stalowe pręcki udrażniając otwory co umożliwia wprowadzenie iniektu do rysy. W przypadku pakerów naklejanych masa uszczelniająca rysę musi przenieść ciśnienie iniektu, a stan betonu wokół rysy musi umożliwić przyklejenie masy uszczelniającej rysę.

Pakery należy wprowadzić do wcześniej wywierconych otworów i rozprężyć gumową uszczelką. Otwory należy wykonywać naprzemiennie po obu stronach rysy pod kątem 45° w odległości nie mniejszej niż 10 cm. Średnica otworów do osadzania wentyli jest zależna od wymiarów wentyla i powinna być zgodna z zaleceniami producenta wentyli (zwykle powinna wynosić min. 13 mm). Otwory powinny przecinać rysę w połowie grubości naprawianego elementu. Po wykonaniu otworów należy je oczyścić przez odessanie, (przedmuchiwanie sprężonym powietrzem może prowadzić do zatkania rysy). Następnie należy sprawdzić, czy przy wierceniu otworów pod wentyle iniekcyjne nastąpiło przecięcie powierzchni rysy. Sprawdzenie to polega na przedmuchiwanie otworu sprężonym powietrzem i badaniu ewentualnego przepływu powietrza na zewnątrz przez rysę (w tym obszarze). Następnie należy osadzić wentyle iniekcyjne tak głęboko, aby górna część gumki uszczelniającej była zagłębiona nieco poniżej powierzchni betonu (aby dobrze uszczelnić otwór).

Odstęp między pakerami zależy od szerokości rysy. W przypadku rys krótszych niż 15 cm należy osadzić dwie tarcze: wlotową w najniższym punkcie oraz tarczę z rurką odpowietrzającą

w najwyższym punkcie rysy. W przypadku rys dłuższych stosuje się dodatkowo wentyle pośrednie rozstawione wg zasady (chyba, że producent systemu zaleca inaczej).

- co 15 cm, gdy  $s = 0,2$  mm,
- co 20÷25 cm, gdy  $0,2 < s < 0,5$  mm,
- co 40 cm, gdy  $0,5 < s < 1,0$  mm,
- co 50 cm, gdy  $s > 1,0$  mm.

Odstęp między pakerami nie powinien być większy niż grubość naprawianego elementu lub głębokość rysy.

Paker znajdujący się powyżej (lub obok) iniektowanego służy do kontroli przepływu materiału przy iniekcji, musi być zatem zapewniona możliwość wypływu przez niego powietrza i iniektu. Montaż zaworu zwrotnego jest wykonywany po zakończeniu iniektowania sąsiedniego pakera.

W celu uniemożliwienia wyciekania kompozycji, powierzchnie rys należy uszczelnić. Uszczelnienie rysy można wykonywać za pomocą polimerowo-cementowych lub żywicznych szpachlówek (zapraw) albo z zastosowaniem epoksydowego kleju. Przyczepność szpachlówki lub podłoża nie powinna być mniejsza niż 1,5 MPa, pas przekrywający rysę powinien mieć szerokość przynajmniej 10 cm i grubość nie mniejszą niż 3 mm. Prace te należy wykonać na 24 h przed projektowaną iniekcją. Bezpośrednio przed wykonaniem iniekcji należy sprawdzić drożność całego układu wentyli. Sprawdzenia dokonuje się metodą przepłukiwania rysy lub pęknięcia rozpuszczalnikami szybko ulatniającym się, np. acetonem. Miara drożności jest wypływ cieczy z kolejnych otworów. Jest to również wstępny test na określenie objętości potrzebnego iniektu do naprawy rysy. Próba ta jest jednocześnie sprawdzianem przyczepności tarcz iniekcyjnych (w przypadku pakerów naklejanych) do betonowego podłoża. W przypadku odpadania tarcz, np. przy słabym betonie, należy ponownie oczyścić warstwę słabego betonu i ponownie przykleić tarcze. Jeżeli tarcze odpadną to iniekcję należy prowadzić pod niższym ciśnieniem.

Poza tym zwilżenie powierzchni rysy rozpuszczalnikiem wpływa dodatnio na przyczepność żywicy do betonu.

Miejsca mocowania pakerów należy zaznaczyć na przygotowanym do iniekcji elemencie.

## **5.9. Przygotowanie sprzętu do iniekcji**

Przygotowanie sprzętu do iniekcji powinno być odpowiednie dla zastosowanej technologii i zwykle wymaga przeprowadzenia czynności przedstawionych w dalszym ciągu.

Przed wykonaniem iniekcji niskociśnieniowej należy sprawdzić szczelność syfonu iniekcyjnego i jego działanie. Sprawdzenia syfonu dokonuje się po napełnieniu go rozpuszczalnikiem lub wodą i po podłączeniu do agregatu sprężarkowego lub pompki (przy max. ciśnieniu 8 atm).

Przygotowanie sprzętu do iniekcji wysokociśnieniowej polega na wykonaniu następujących czynności:

- zmontowaniu zestawu wysokociśnieniowego przez podłączenie:
  - sprężarki do pompy,
  - pistoletu wraz z iniekcyjnym przewodem wysokociśnieniowym do pompy,
  - węża doprowadzającego sprężone powietrze do syfonu iniekcyjnego,
- przygotowaniu zestawu wysokociśnieniowego do pracy przez:
  - przygotowanie 0,5% roztworu wodnego sody o objętości 2 litrów,
  - napełnienie naczynia pomiarowego przygotowanym roztworem wodnym soli,
  - połączenie końcówki iniekcyjnego węża wysokociśnieniowego z syfonem iniekcyjnym, dokręcając szczelnie wieczko syfonu,
  - odkręcenie zaworu odpowietrzającego w pompie, przy zamkniętym zaworze pistoletu,
  - zanurzenie wężyka polietylenowego zaworu odpowietrzającego w naczyniu pomiarowym,
- uruchomieniu sprężarki przy odłączonym szybkozłączu pompy, ustalając ciśnienie zasilania pompy przez pokręcenie zaworu regulacyjnego przy manometrze pompy,

- uruchomieniu pompy przez założenie szybkozłącza i obserwowanie przepływu wody przez wężyk polietylenowy, aż do momentu przepływu wody bez pęcherzyków powietrza (pompa odpowietrzona),
- zakręceniu zaworu odpowietrzającego pompę z jednoczesnym odkręceniem zaworu odpowietrzającego pistoletu,
- naciśnięciu zaworu pistoletu i obserwowaniu wypływu wody z zaworu odpowietrzającego, aż do momentu, gdy strumień wypływającej wody będzie pozbawiony pęcherzyków powietrza,
- zakręceniu zaworu odpowietrzającego pistoletu i wtłoczeniu do cylindra pistoletu roztworu wodnego sody aż do momentu całkowitego przesunięcia tłoka (ciśnienie na manometrze powinno być równe maksymalnemu ciśnieniu, na jakie została ustawiona pompa),
- zamknięciu zaworu pistoletu i ustawieniu wskaźnika poziomu cieczy w naczyniu pomiarowym, wyłączeniu pompy przez odłączenie szybkozłącza,
- zamknięciu zaworu przy syfonie iniekcyjnym.

Cały zestaw wysokociśnieniowy jest przygotowany do załadowania pistoletu kompozycją iniekcyjną oraz do pracy.

## 5.10. Dobór materiału do iniekcji

Czynnikiem decydującym o wyborze materiału iniekcyjnego jest cel iniekcji, a także rodzaj i przebieg rys, szerokość i zmienność rozwarcia, warunki cieplno-wilgotnościowe, obecność wilgoci lub wody oraz warunki pracy i obciążenia elementu.

a) Wybór materiału w zależności od celu iniekcji zgodnie z PN-EN 1504-10 [33]:

- rysy naprawiane w celu przywrócenia integralności konstrukcyjnej należy wypełnić wyrobem lub systemem łączącym,
- rysy naprawiane w celu zapobieżenia przenikaniu szkodliwych czynników należy zamknąć lub wypełnić,
- rysy naprawiane w celu dostosowania do przemieszczenia należy naprawiać w taki sposób, aby powstało złącze na całej głębokości materiału naprawczego, umiejscowione w sposób dostosowany do przemieszczenia. W tym celu rysy należy wypełnić lub zamknąć elastycznym materiałem.

Naprawa złączy powinna zapewnić powstanie wypełnienia w materiale naprawianym, tak aby użyteczność złącza została zachowana.

Zalecenia do stosowania poszczególnych wyrobów iniekcyjnych podane poniżej mają charakter ogólnych wskazówek i powinny być zweryfikowane na podstawie zaleceń producenta wyrobu podanych w kartach technicznych, aprobaty technicznych lub innych dokumentach producenta.

b) Wybór materiału iniekcyjnego w zależności od warunków iniekcji

Wyroby iniekcyjne produkowane są jako:

- iniekty epoksydowe – dwuskładnikowe preparaty stosowane są do siłowego sklejania rys suchych lub lekko wilgotnych o ustabilizowanej szerokości rozwarcia. W składzie zawierają niskocząsteczkowy roztwór żywicy epoksydowej oraz utwardzacz. Ze względu na niewielką elastyczność i wysokie parametry wytrzymałościowe bezkrytyczne stosowanie epoksydów do iniekcji może doprowadzić do miejscowego przeszytnienia iniektowanego elementu,
- iniekty poliuretanowe - stosowane są do iniekcji i uszczelnień rys wilgotnych i mokrych oraz przewodzących wodę. W zależności od składników i modyfikatorów cechują się różnymi właściwościami. Jednoskładnikowe (zawierają modyfikowane izocyjaniany i katalizatory) silnie pienią się w kontakcie z wilgocią i są stosowane do tamowania wycieków wody. Produktem ubocznym reakcji spieniania się jest wydzielanie się dwutlenku węgla, którego ciśnienie dodatkowo zwiększa penetrację polimeru w podłoże. Dwuskładnikowe, na bazie polieteropolioli i izocyjanianów, o mniejszej podatności do spieniania się najczęściej stosowane są do iniekcji wtórnych doszczelniających, jak również do wypełniania rys suchych i zawilgoconych. Ze względu na elastyczność po związaniu stosowane są do uszczelnień rys o zmiennej szerokości rozwarcia,

- iniekty poliakrylamidowe – cechują się zdolnością do pęcznienia w kontakcie z wodą. Reakcja polimeryzacji zaczyna się po dodaniu inicjatora i przyspieszacza. Są stosowane do uszczelniania wilgotnych i mokrych rys. Dobrze zwilżają podłoże betonowe i mają niską lepkość (w stanie nieutwardzonym),
  - iniekty akrylowe (na bazie polimetakrylanu metylu) - wykazują bardzo dobrą przyczepność do podłoża betonowych. Ze względu na niską lepkość i zdolność do penetracji mikro rys stosowane są do napraw konstrukcji betonowych w niskich temperaturach. Można w nich regulować szybkość reakcji,
- c) Wybór materiału iniekcyjnego w zależności od zawilgocenia rysy i celu iniekcji.

Orientacyjne zasady doboru materiałów iniekcyjnych przedstawiono w poniższej tablicy 6.

Tablica 6. Orientacyjne zasady doboru materiałów iniekcyjnych w zależności od celu iniekcji i zawilgocenia rysy

Cel naprawy rysy	Stan rysy			
	Suchy	Wilgotny	Przesączanie się wody	Woda pod ciśnieniem
Zamknięcie (scalenia)	PC, EP, (PU, A)	PC, EP, (PU, A)	PC, (PU, A)	(PU)
Uszczelnienie	PC, EP, PU, PA	PC, EP, PU, PA	PC, PU, PA	PU
Naprawa złącza dylatacyjnego	PU	PU	PU	PU
Naprawa złącza konstrukcyjnego	EP			

EP - żywice epoksydowe,  
 PU – iniekty poliuretanowe,  
 A - żywice akrylowe,  
 PA-żywice poliakryloamidowe,  
 PC – polimerocementy.

Niezależnie od powyższych wskazówek przy wyborze materiału iniekcyjnego należy zawsze kierować się wskazówkami producenta, który powinien wskazać stopień lub stopnie zawilgocenia, przy których można stosować dany produkt.

### 5.11. Przygotowanie kompozycji iniekcyjnej

Materiały iniekcyjne należy przygotować ściśle wg wskazań producenta oraz adekwatnie do posiadanych pomp iniekcyjnych.

Należy zawsze wlewać utwardzacz do żywicy, odczekując aż utwardzacz do końca wypłynie z pojemnika. Mieszanie należy przeprowadzić w mieszalniku wolnoobrotowym (300 obr/min). Należy dokładnie mieszać przy ścianach i dnie pojemnika. Operację należy prowadzić do uzyskania jednorodnej, homogenicznej mieszaniny bez smug, ale nie krócej niż 3 minuty (chyba, że wytyczne producenta mówią inaczej). Tak przygotowaną kompozycję należy przelać do czystego naczynia i jeszcze raz wymieszać.

- Należy przestrzegać podanych przez producenta sposobów mieszania i kolejności dodawania składników iniektów na bazie żywic akrylowych i ich pochodnych.

Temperatura wyrobu iniekcyjnego powinna być zbliżona do temperatury iniektowanego elementu.

## 5.12. Przeprowadzenie iniekcji

Sposób przeprowadzenia iniekcji należy dostosować do wymagań producenta, zastosowanego sprzętu i materiału iniekcyjnego. Iniekcję należy rozpocząć od najniżej osadzonego pakera w rysie pionowej, a w rysie poziomej od jednego ze skrajnych pakarów. Należy pamiętać o prowadzeniu protokołu wykonywanych iniekcji i odnotowaniu informacji o warunkach atmosferycznych, parametrach technologicznych oraz ilościach zastosowanych materiałów.

Podczas iniekcji należy obserwować ciśnienie i objętość iniektu. W przypadku niedrożności otworu iniekcję należy przerwać i osadzić dodatkowy wentyl. Po zakończeniu iniekcji, w celu uzyskania warunków dla długotrwałego działania ciśnienia iniektu, na najwyższy wentyl (bez zaworu zwrotnego) należy założyć rurkę o średnicy 0,6 cm z polietylenu, ustawić pionowo w górę, przykleić plastrem technicznym do betonu i wypełnić kompozycją iniekcijną.

Iniekcję rys nawodnionych należy prowadzić dwuetapowo. W pierwszej etapie stosując silnie spieniającą się żywicę poliuretanową, w celu zatrzymania przecieku wody, a w drugim wtłaczając bardziej elastyczny powodujący trwałe uszczelnienie iniekt poliuretanowy.

Po wykonaniu iniekcji należy usunąć masę uszczelniającą rysę i wypełnić otwory po wentylach iniekcyjnych materiałem naprawczym.

Stosując do iniekcji spieniającą się żywicę poliuretanową korzystne jest pozostawić rysę częściowo otwartą, co znacznie ułatwia obserwację penetracji.

Bezpośrednio po użyciu (przed stwardnieniem kompozycji) sprzęt i narzędzia do iniekcji należy umyć. Do mycia sprzętu należy stosować rozpuszczalniki organiczne.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B, certyfikat zgodności, deklarację zgodności, aprobatę techniczną, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.). W razie stwierdzonej przez Inżyniera konieczności Wykonawca powinien wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót.

Na żądanie Inżyniera Wykonawca przedstawi aktualne wyniki badań materiałów wykonanych przez producenta w ramach nadzoru wewnętrznego.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania odpowiada Wykonawca.

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca zobowiązany jest przedstawić Inżynierowi do akceptacji wyniki badań podłoża, które powinny odpowiadać wymaganiom podanym w pkt 5.4.

W czasie wykonywania robót iniekcyjnych należy kontrolować warunki atmosferyczne, a temperaturę otoczenia należy mierzyć termometrem z dokładnością odczytu  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Kontrola jakości wykonania prac iniekcyjnych polega na ocenie przebiegu iniekcji w tym:

- wpływu iniektu przez sąsiednie pakery,
- wpływu iniektu przez rysę lub zatamowanie przecieku (w przypadku iniekcji stopującej za pomocą szybkospieniających żywic),
- zużycia iniektu,
- wartości ciśnienia,
- wypełnienia rys (po usunięciu masy uszczelniającej),
- wypełnienia rys po wprowadzeniu wody pod ciśnieniem w próbne otwory,
- wszelkich nietypowych sytuacji.

W uzasadnionych przypadkach, konieczne może być doiniektowanie rysy lub obsadzenie dodatkowych pakarów.

Wyniki badań przeprowadzanych w czasie wykonywania robót powinny być odnotowane w formie kontroli i zaakceptowane przez Inżyniera.



Badania w czasie odbioru robót przeprowadza się celem oceny czy spełnione zostały wszystkie wymagania dotyczące prac naprawczych w zakresie:

- zgodności z ST,
- jakości zastosowanych materiałów i wyrobów,
- prawidłowości przygotowania podłoża i rysy,
- prawidłowości wykonania iniekcji.

Należy przeprowadzić przynajmniej następujące badania odbiorcze:

- kontrolę napełnienia pęknięć przez oględziny (rysy powinny być całkowicie wypełnione żywicą),
- kontrolę utwardzenia, spienienia lub spęcznienia (w zależności od zastosowanego środka) – pod dotykiem palca żywica nie powinna się lepić.

W uzasadnionych przypadkach prowadzimy badania metodami niszczącymi wg żądania jednej ze stron. Nadzorujący może zażądać wykonania dodatkowych badań np. odwiertów za pomocą wiertnicy z koronką diamentową, pobrania próbek i zgniecenia ich w maszynie wytrzymałościowej.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

Jednostką obmiarową jest m (metr bieżący) zainiektowanej rysy.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu**

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- przygotowanie podłoża do wykonania iniekcji,
- przygotowanie rysy do wykonania iniekcji.

Wszystkie ustalenia związane z dokonaniem odbioru robót ulegających zakryciu oraz materiałów, należy zapisać w protokole podpisanym przez Inżyniera i Wykonawcę.

### **8.2. Odbiór częściowy**

Odbiór częściowy polega na ocenie jakości i ilości części robót. Celem odbioru częściowego jest wczesne wykrycie ewentualnych usterek i ich usunięcie przed wykonaniem kolejnego etapu robót lub odbiorem końcowym. Odbiór częściowy robót jest dokonywany przez Inżyniera w obecności kierownika budowy. Odbioru częściowego dokonuje się wg zasad, jak przy odbiorze końcowym.

### **8.3. Odbiór końcowy**

Odbiór końcowy stanowi ostateczną ocenę rzeczywistego wykonania robót w odniesieniu do ich zakresu, jakości i zgodności z dokumentacją projektową oraz ST. Odbiór końcowy przeprowadza komisja powołana przez Inżyniera na podstawie przedłożonych dokumentów, wyników badań oraz dokonanej oceny wizualnej.

### **8.4. Dokumenty do odbioru końcowego**

Wykonawca obowiązany jest przedłożyć komisji następujące dokumenty:

- dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i powszechnego zastosowania użytych wyrobów budowlanych,
- aprobaty IBDiM lub ITB,
- instrukcje producentów dotyczące zastosowanych materiałów,
- protokoły odbioru robót ulegających zakryciu,
- protokoły robót częściowych,
- ewentualnie wyniki badań laboratoryjnych i ekspertyz.

Komisja powinna zapoznać się z przedłożonymi dokumentami, przeprowadzić badania wg pktu 6, porównać je z wymaganiami podanymi w dokumentacji technicznej i w pktcie 5 oraz dokonać oceny wizualnej.

- Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją techniczną, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 6, oraz dostarczone przez Wykonawcę dokumenty są kompletne i prawidłowe pod względem merytorycznym.

Protokół odbioru końcowego jest podstawą do dokonania rozliczenia końcowego pomiędzy Zamawiającym i Wykonawcą.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Cena jednostkowa obejmuje:

- roboty przygotowawcze i pomiarowe,
- wykonanie diagnostyki konstrukcji (inwentaryzacji rys),
- wykonanie projektu technologicznego iniekcji,
- zakup, dostawę i magazynowanie materiałów i pozostałych środków produkcji potrzebnych do wykonania robót,
- wykonanie projektu konstrukcji pomocniczych do wykonania robót,
- wykonanie i rozbiórkę konstrukcji pomocniczych do wykonania robót,
- przygotowanie podłoża betonowego do wykonania iniekcji,
- przygotowanie poszczególnych rys do iniektowania (w tym usunięcie słabego betonu wokół rysy, odessanie zanieczyszczeń i przedmuchanie rysy sprężonym powietrzem, zamocowanie pakerów),
- przygotowanie sprzętu i materiałów do wykonania iniekcji,
- wykonanie iniekcji,
- usunięcie sprzętu iniekcyjnego oraz masy uszczelniającej rysę, wypełnienie otworów po wentylach iniekcyjnych,
- zapewnienie bezpieczeństwa robót i ochrony środowiska,
- wykonanie badań i prowadzenie dokumentacji prac iniekcyjnych,
- umycie i konserwację sprzętu iniekcyjnego,
- utylizację opakowań i resztek materiałów zgodnie ze wskazaniem producentów,
- uporządkowanie miejsca robót.